L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

VOLUME DECIMOTTAVO

XXXV DEGLI ATTI

AEI

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
MILANO (103) — Via San Paolo, 10

1931

(I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

INDICE DEGLI AUTORI

I nomi degli Autori in maiuscoletto si riferiscono a scritti originali, quelli in corsivo a recensioni. (A) comunicazioni; (V) verbali; (L) lettere alla Redazione; (R) riassunti; (r) recensione di libri.

INDICE DELLE MATERIE

1. - A. E. I.

a) *Comunicati.*

b) *Consiglio Generale.*

c) *Riunioni Annuali.*

d) *Sezioni.*

e) *Commissioni e Comitati.*

f) *Comitato Elettrotecnico Italiano.*

g) *Votazioni - Statuti - Regolamenti.*

h) *Varie.*

2. - Accumulazione dell'energia.

b) **accumulatori elettrici.**

Sunti e Sommari

Libri e Pubblicazioni

c) **Accumulatori idraulici.**

Cronaca

3. - Apparecchi e dispositivi di manovra, di regolazione, di protezione, ecc.

a) **questioni generali.**

Sunti e Sommari

Libri e Pubblicazioni

b) **di manovra.**

Note di Redazione

Articoli e Comunicazioni

Riassunti

Lettere alla Redazione

Sunti e Sommari

Sezioni e Commissioni

Libri e Pubblicazioni

c) **di regolazione.**

Articoli e Comunicazioni

Sunti e Sommari

6. - Applicazioni varie.

b) scientifiche.

v) varie.

7. - Bilanci, Dividendi e Notizie delle Società elettriche.

8. - Brevetti.

9. - Condutture.

a) questioni generali.

b) palificazioni.

c) calcolo meccanico delle linee.

Sezioni e Commissioni

c) macchinario.

Articoli e Comunicazioni

Riassunti

Lettere alla Redazione

Cronaca

Sezioni e Commissioni

d) lampade.

Sunti e Sommari

Sezioni e Commissioni

Libri e Pubblicazioni

e) apparecchi e dispositivi di comando.

Sunti e Sommari

Cronaca

f) fotometria.

Sunti e Sommari

Cronaca

v) varie.

Sunti e Sommari

Cronaca

20. - Impianti.

a) questioni generali.

Riassunti

Sunti e Sommari

Sezioni e Commissioni

Libri e Pubblicazioni

b) opere idrauliche.

Articoli e Comunicazioni

Sunti e Sommari

Sezioni e Commissioni

c) edifici (centrali, cabine, ecc.).

Riassunti

Sunti e Sommari

d) macchinario.

Riassunti

Sunti e sommari

e) apparecchiatura e quadri.

Sunti e Sommari

Cronaca

f) impianti termici.

Note di Redazione

Articoli e Comunicazioni

Riassunti

Lettere alla Redazione

Sunti e Sommari

Cronaca

25. - Macchine a collettore.

a) questioni generali.

Sunti e Sommari

c) a corrente continua.

Articoli e Comunicazioni

Sunti e Sommari

Cronaca

Libri e Pubblicazioni

d) a corrente alternata.

Sunti e Sommari

26. - Materiali.

c) per le strutture metalliche.

Riassunti

Sunti e Sommari

Cronaca

d) magnetici.

Sunti e Sommari

e) conduttori.

Cronaca

f) isolanti.

Riassunti

Lettere alla Redazione

Sunti e Sommari

Cronaca

v) varie.

Sunti e Sommari

27. - Meccanica.

Articoli e Comunicazioni

Sunti e sommari

38. - Telefonia, telegrafia, televisione.

a) questioni generali.

Sunti e Sommari

Cronaca

Libri e Pubblicazioni

b) apparecchi.

Note di Redazione

Articoli e Comunicazioni

Sunti e sommari

Libri e Pubblicazioni

c) impianti, linee e fenomeni perturbatori.

Note di Redazione

Articoli e Comunicazioni

Sunti e Sommari

Cronaca

Sezioni e Commissioni

Libri e Pubblicazioni

d) telefonia automatica.

Note di Redazione

Articoli e Comunicazioni

f) televisione e tramissione delle immagini.

Libri e Pubblicazioni

v) varie.

Sunti e Sommari

Cronaca

39. - Trasformatori.

a) questioni generali.

Riassunti

Sunti e Sommari

Cronaca

b) calcolo costruttivo e dei parametri.

Sunti e sommari

Cronaca

c) collegamenti e dispositivi di regolazione.

Riassunti

Sunti e sommari

d) trasformatori speciali.

Note di Redazione

Articoli e Comunicazioni

Riassunti.

Lettere alla Redazione

Sunti e sommari

42. - Varie.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 5 Gennaio 1931 - ANNO IX N. 1

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Vita dell'A. E. I.

La consuetudine vorrebbe che, all'inizio di ogni nuovo anno, ci si rivolgesse un po' indietro a considerare il cammino percorso per poi formulare i nuovi programmi di lavoro; ma noi pensiamo che, per organismi antichi e nello stesso tempo vitali come la nostra A.E.I. e la sua Rivista, la consuetudine possa anche non essere seguita, come di fatto già più volte non la seguimmo negli anni passati.

Non sarà tuttavia discaro ai numerosi lettori affezionati al Sodalizio, l'apprendere come questo attraversi serenamente l'attuale periodo piuttosto delicato della vita economica mondiale, nel quale tante iniziative subiscono, più o meno sentito, un processo di contrazione, per prepararsi meglio — ne abbiamo ferma fiducia — alla non lontana ripresa verso migliori destini. La diminuzione nel numero dei soci — che si verifica più o meno ad ogni chiusura di esercizio, per la radiazione dei morosi — è stata del tutto insignificante e sarà rapidissimamente compensata dal continuo affluire di nuove reclute. In modo del tutto analogo, per la Rivista, la inevitabile diminuzione dei proventi della pubblicità, conseguente alla generale contrazione degli affari, potrà essere compensata da qualche riduzione nelle spese che sono oggetto attualmente dello studio più attento. A. E. I. e giornale non rallenteranno perciò, nè contrarranno la propria attività.

Dell'attività della prima è imminente una nuova prova con la terza edizione del *I° Volume della Statistica,* relativo ai Comuni. Del complesso, importante, se pure poco appariscente, lavoro per la Statistica — curato da varî anni dal Segretario Generale, Ing. Comboni, coadiuvato da un personale ristrettissimo, ma assai abile ed attento —, l'elenco che riporta, per ciascun Comune del Regno, i dati relativi alla locale distribuzione di energia elettrica, è sempre apparso il più utile ed il più ricercato. Il volume, in questa sua prossima 3ª edizione, apparirà completamente rinnovato nella sostanza oltrechè nella forma. La seconda edizione — del 1923 — aveva portato l'aggiunta di tutti i comuni delle terre redente da poco ricongiunte alla Patria, arrivando ad un totale di circa 9000 comuni elencati. Successivamente è avvenuta la grande riforma amministrativa, colla formazione di nuove provincie e con notevoli rimaneggiamenti nelle circoscrizioni comunali, con che i Comuni del Regno si ridussero — secondo i più recenti dati ufficiali — a poco più di 7300. E' appunto questa la situazione rispecchiata nel volume di imminente pubblicazione, la cui compilazione ha richiesto, come è facile immaginare, una mole enorme di lavoro minuzioso e paziente. Esso sarà certamente apprezzato da tutti coloro che avranno occasione di consultare il grosso volume di circa 570 pagine, che, come sempre, i Soci potranno procurarsi a condizione di favore.

Pure prossima è la pubblicazione del volume dei *Rendiconti* del recente congresso di Trieste — il terzo della nuova serie — destinato a diventare, come quelli che lo hanno preceduto, opera di consultazione frequente e documento positivo dell'attività del nostro Sodalizio.

Per quanto concerne l'opera rivolta dall'A.E.I. all'incoraggiamento degli studî tecnici, ricordiamo che in questo 1931 dovrà essere assegnata per la sesta volta, la *medaglia Jona,* all'Autore del miglior lavoro presentato alle riunioni annuali o sezionali negli anni 1929 e 1930. I lavori pubblicati dai giovani nel 1931 e nel 1932 potranno invece concorrere al *Premio Bianchi* che verrà assegnato nel 1933, ed alla cui medaglia sarà aggiunta, per la prima volta, la somma di circa 2500 lire, costituita dagli interessi della somma che un ignoto amico dell'A.E.I. volle mettere, lo scorso anno — a tale scopo — a disposizione della Presidenza. Infine il nuovo *Premio Righi,* creato lo scorso anno dalla Presidenza per onorare la memoria del grande Fisico, e destinato al miglior lavoro sperimentale di elettrologia, sarà assegnato per la prima volta alla fine del '32 e prenderà in considerazione i lavori pubblicati nel '30, nel '31 e nei primi mesi del '32.

Ricordiamo, inoltre, che nella prossima primavera sarà assegnata, per la quarta volta, la borsa A. Volta, fondata dalla Italy-America Society, secondo il bando di concorso che verrà a suo tempo pubblicato. Maggiori particolari sui varî premi i lettori potranno trovare nella Iª parte dell'*Annuario dell'A.E.I.* 1931, di imminente pubblicazione; mentre la 2ª parte, riservata alle « Norme » verrà pubblicata — come fu deliberato a Trieste — verso l'estate.

Per quanto concerne più particolarmente *L'Elettrotecnica,* non crediamo di dover spendere molte parole, tanto più che, in sostanza, non potremmo che ripetere per l'ennesima volta come il giornale sia, in buona parte, quale lo fanno i Soci che ad esso collaborano in qualità di Autori. La Redazione può esercitare — e continuerà a farlo col massimo zelo — la sua funzione stimolatrice e la sua opera di controllo e di coordinamento; ma non può evidentemente, da sola, fare il giornale.

Ricerche sui cavi.

In relazione a quanto detto sopra, dovremmo citare all'ordine del giorno i tecnici delle nostre grandi fabbriche di cavi. Sono infatti indubbiamente essi, nella più vasta categoria dei costruttori, quelli che più frequentemente rendono pubblici, pel nostro tramite, i frutti dei loro studî e delle loro ricerche. Oggi ancora l'Ing. BOSONE — nome ben noto e bene apprezzato fra i nostri lettori — ci consente di pubblicare un suo nuovo lavoro teorico e sperimentale sulla determinazione delle caratteristiche dei cavi, destinato ad arricchire ancora la già ricca letteratura italiana in materia.

Noi vorremmo che anche i costruttori di macchinario seguissero più frequentemente l'esempio dei fabbricanti di cavi. Le costruzioni elettromeccaniche non hanno infatti, nella stampa tecnica, l'importanza preminente ch'essi dovrebbero avervi. Già altre volte abbiamo ricercato le ragioni di questo stato di cose piuttosto singolare e non staremo quindi a ripeterci. Vorremmo però che almeno la modestia — l'eccessiva modestia — fosse cancellata dall'elenco delle cause di questa sproporzione fra frequenza di scritti tecnici e importanza della corrispondente industria.

LA REDAZIONE.

Fatevi Soci vitalizi!

CONTRIBUTO ALLO STUDIO DELLE PERDITE E DELL'AUTOINDUZIONE DEI CAVI UNIPOLARI ARMATI CON FILI DI FERRO

L. BOSONE

Richiamate alcune considerazioni generali sulla distribuzione dei flussi magnetici nelle armature, viene indicato un procedimento per il calcolo delle perdite complessive e dell'induttanza, applicabile ai cavi armati con fili di ferro nelle pratiche condizioni di posa. Sono quindi riportati in diagrammi i valori ottenuti sperimentalmente delle costanti magnetiche che entrano nelle formule proposte ed i risultati di una serie di misure di verifica eseguite sui cavi.

1. - Considerazioni generali e cenni bibliografici.

I cavi unipolari sono specialmente usati nel campo delle alte tensioni, ove i cavi trifasi assumerebbero diametri e pesi eccessivi, e nel campo delle forti intensità di corrente, particolarmente per i collegamenti dei generatori ai trasformatori ed ai quadri nelle grandi centrali, ove risultano economicamente più convenienti dei trifasi in grazia delle migliori condizioni di raffreddamento.

Tali applicazioni sono diventate oggi abbastanza frequenti, in relazione ai progressi realizzati nella tecnica costruttiva dei cavi ad alta tensione ed all'aumento di potenza delle unità generatrici nelle centrali, e perciò lo studio di questi tipi di cavi ha acquistato notevole importanza.

E' noto che nei cavi unipolari percorsi da corrente alternata le tensioni e le correnti indotte negli involucri metallici di protezione e le perdite di energia relative assumono valori così alti da rendere in molti casi proibitivi i sistemi di protezione meccanica comunemente usati nei cavi trifasi ed obbligare a disposizioni speciali di installazione.

Consideriamo dapprima una linea trifase costituita da tre cavi unipolari sottopiombo non armati. I flussi magnetici generati dalle correnti di linea, concatenandosi in parte coi tre tubi di piombo, inducono in ciascuno di questi delle f.e.m. proporzionali alla intensità delle correnti stesse ed alla lunghezza dei cavi. Poichè queste tensioni indotte possono raggiungere valori pericolosi per le persone, ed anche per evitare corrosioni del piombo dovute a differenze di potenziale verso terra, è necessario di collegare francamente fra loro ed alla terra i tre tubi di piombo almeno alle due estremità della linea. Nascono allora delle correnti che percorrono i tubi di piombo nel senso della loro lunghezza e danno luogo a perdite per effetto joule. In sostanza il sistema dei tre tubi di piombo formanti circuito chiuso si comporta come il secondario in corto circuito di un trasformatore il cui primario è costituito dai conduttori principali, e quindi la sua presenza equivale ad un aumento apparente della resistenza e ad una diminuzione dell'induttanza dei conduttori.

All'effetto di queste correnti indotte nei piombi, che chiameremo *correnti di circolazione*, si deve aggiungere quello delle correnti parassite che si rinchiudono entro lo spessore del piombo. Tuttavia, per valori normali dello spessore del piombo, le perdite dovute alle correnti parassite sono piccole, rispetto a quelle corrispondenti alle correnti di circolazione, e possono essere trascurate.

Il problema del calcolo delle perdite nei cavi unipolari non armati è stato esaurientemente trattato da parecchi autori, che hanno dato formole per la determinazione dell'aumento apparente della resistenza e della diminuzione di induttanza per le linee monofasi e trifasi, ed in quest'ultimo caso per diverse configurazioni geometriche di posa dei cavi. Rimandiamo ad esempio il lettore allo studio pubblicato dal Dott. Sacchetto su questa rivista (Bibl. n. 4). Risulta che il valore delle perdite è grandemente influenzato dalla distanza mutua dei cavi appartenenti alle tre fasi, e precisamente diminuisce se si avvicinano i cavi poichè avviene una parziale compensazione fra le f.e.m. indotte in ciascun tubo di piombo dalle tre correnti di linea.

Passando a considerare un sistema di cavi unipolari con armatura in ferro od acciaio, supponiamo dapprima che i piombi e le armature dei tre cavi siano isolati fra loro e dalla terra oppure collegati ad una sola estremità in modo da non formare circuiti chiusi. Le perdite in giuoco sono allora soltanto quelle dovute a correnti parassite ed isteresi nell'armatura (se si trascurano ancora le correnti parassite nel piombo). La presenza del ferro contribuisce inoltre ad aumentare l'induttanza dei conduttori e le f.e.m. indotte nei piombi e nell'armatura stessa. Se ora immaginiamo di chiudere ad entrambe le estremità i circuiti dei piombi e delle armature, nasceranno in questi due circuiti delle correnti di circolazione e quindi delle perdite per effetto joule, ed in definitiva le perdite totali del sistema si potranno così suddividere:

a) perdite per effetto joule nel conduttore;

b) perdite per effetto joule per correnti di circolazione nei tubi di piombo;

c) perdite per effetto joule per correnti di circolazione nelle armature;

d) perdite per correnti parassite ed isteresi nelle armature.

Per quanto si riferisce all'induttanza della linea è da osservare che la presenza del ferro agisce nel senso di aumentarla mentre le correnti indotte nel piombo e nell'armatura hanno un effetto equivalente ad una diminuzione di induttanza. A seconda dell'importanza relativa di questi due effetti opposti, l'induttanza apparente risultante potrà essere maggiore o minore di quella del semplice conduttore senza involucri metallici.

Il caso in cui i piombi e le armature sono collegati in corto circuito alle due estremità è il più complesso ma è quello che realmente interessa per le applicazioni pratiche. Notiamo subito che le diverse perdite sopra elencate non possono calcolarsi separatamente in quanto che le correnti ed i flussi in giuoco sono in mutua dipendenza potendosi il sistema considerare come un trasformatore nel quale i conduttori di linea rappresentano il primario, i circuiti del piombo e dell'armatura due secondari in corto circuito, ed il circuito magnetico è costituito in parte di aria ed in parte di ferro.

Parecchi studi sono stati fatti sul calcolo e sulla determinazione sperimentale delle perdite nei cavi unipolari armati e si è giunti alla conclusione che l'armatura di tipo normale con nastri di ferro avvolti a piccolo passo non è applicabile per le forti perdite nel ferro e sopratutto per l'eccessivo valore della f.e.m. indotta nel piombo e delle relative perdite per correnti di circolazione. Invece l'armatura con fili di ferro o di acciaio avvolti ad elica di lungo passo è in molti casi ammissibile potendosi, con opportuni accorgimenti costruttivi, ridurre le perdite entro limiti tali da giustificarne l'impiego evitando di ricorrere ad armature speciali in materiali non magnetici sempre molto costose.

Alcuni autori, trattando il caso dell'armatura con fili di ferro o di acciaio, hanno considerato per il calcolo delle perdite e dell'induttanza una permeabilità media dello strato di armatura nella direzione del campo induttore (cioè normale all'asse ed al raggio del cavo) ma la determinazione di tale permeabilità media è molto incerta, trattandosi di un circuito magnetico non omogeneo formato in parte da ferro ed in parte da traferri di forma complessa.

In uno studio pubblicato su questa rivista (Bibl. n. 1), l'Ing. Emanueli ha messo in rilievo il fatto che lo strato di armatura offre una permeabilità magnetica molto alta nella direzione dell'asse dei fili in confronto a quella che presenta nel senso normale. Egli ha perfino considerato separatamente i due flussi di induzione longitudinale e trasversale, rispetto ai fili di armatura, corrispondenti rispettivamente alle due componenti della forza magnetica nella direzione dell'asse dei fili e nella direzione normale, ed ha mostrato che il flusso longitudinale, il quale si concatena col conduttore del cavo una volta per ogni passo dell'elica di avvolgimento, ha un effetto preponderante, mentre l'influenza del flusso trasversale è piccola ed in molti casi trascurabile. Questa considerazione facilita grandemente la risoluzione del problema in quanto che la riluttanza del circuito magnetico corrispondente al flusso longitudinale nei fili si può determinare con buona approssimazione (pur tenendo conto della disuniforme ripartizione del flusso per effetto delle correnti parassite) trattandosi di un circuito magnetico continuo senza traferri; mentre le incertezze sul valore della riluttanza, dovute alla presenza dei traferri, riguardano soltanto il flusso trasversale la cui influenza è, come abbiamo detto, molto piccola.

Nello studio citato sono riportati i valori delle perdite e della caduta di tensione per una serie di cavi a bassa tensione armati con fili di ferro del diametro di 2 mm, valori calcolati in base alla permeabilità apparente ed all'angolo di ritardo del flusso determinati sperimentalmente su campioni del filo. Le formole si riferiscono alle sole perdite nel ferro, supposto noto il valore del campo magnetico induttore, e sono quindi applicabili per la determinazione della resistenza apparente e dell'induttanza del conduttore solo nel caso in cui i circuiti del piombo e dell'armatura siano aperti.

Il problema della determinazione delle perdite e dell'induttanza nei cavi armati con fili è stato ripreso da parecchi autori negli ultimi anni sopratutto in vista dello sviluppo che hanno assunto le applicazioni dei cavi unipolari per altissime tensioni ($60 \div 130$ kV).

Brockbank e Weeb (Bibl. n. 14), seguendo lo stesso metodo della scomposizione del flusso nel ferro e confrontando i dati sperimentali ottenuti su cavi armati e su campioni dei fili di armatura sottoposti a flusso longitudinale, hanno concluso che, nel caso in cui i circuiti del piombo e dell'armatura si mantengano aperti e quindi le perdite

si riducano a quelle nel ferro, queste possono essere facilmente calcolate in base alle costanti magnetiche ricavate da esperienze su campioni dei fili. Per il caso di posa con piombo e armatura a circuiti chiusi gli autori concludono che le relazioni fra i flussi e le correnti sono così complesse da rendere praticamente impossibile la previsione delle perdite col calcolo.

Cramp e Harvey (Bibl. n. 8 e 9) e più recentemente Schurig, Kuehni e Buller (Bibl. n. 16) hanno indicato il modo di calcolare in modo approssimato le perdite complessive nel caso del piombo e dell'armatura connessi alle estremità. In questi studii i valori delle correnti di circolazione nei circuiti del piombo e dell'armatura sono calcolati considerando il sistema come un trasformatore di intensità ma trascurando il ritardo di fase del flusso nel ferro rispetto alla corrente magnetizzante risultante, ritardo che, come vedremo, è, per fili di diametro non molto piccolo, dell'ordine di 45°. Vengono allora calcolate le perdite per effetto joule dovute alle correnti di circolazione, mentre le perdite per isteresi e correnti parassite nell'armatura sono valutate a parte o calcolandole in base al valore del campo magnetico mediante le formole di Steinmetz e di Kelvin (relative ai flussi alternati longitudinali nei fili di ferro), come suggerisce il Cramp, o deducendole da rilievi sperimentali su cavi di costruzione simile, come è indicato dal Schurig.

Tutti questi studi, che hanno anche portato un largo contributo di dati sperimentali rilevati su cavi a bassa e ad alta tensione, hanno servito a chiarire quali sono gli elementi costruttivi e di posa che hanno maggior influenza sull'entità delle perdite. Tuttavia il progettista che debba calcolare le perdite e l'induttanza in un determinato caso si trova ancora di fronte a notevoli difficoltà sia perchè i metodi di calcolo proposti sono eccessivamente laboriosi, sia per le incertezze relative ai valori da assegnare alle costanti magnetiche che entrano nelle formole.

Lo scopo del presente studio è in primo luogo di indicare come le perdite complessive e l'induttanza possano essere calcolate nella maggior parte dei casi pratici con sufficiente approssimazione mediante formole di applicazione abbastanza rapida, anche nel caso in cui il piombo e l'armatura sono chiusi in corto circuito, ed in secondo luogo di fornire i valori delle costanti magnetiche necessarie all'esecuzione del calcolo per i materiali di armatura comunemente impiegati.

2. - Metodo di calcolo.

LINEA MONOFASE.

Consideriamo dapprima una linea monofase costituita da due cavi unipolari di andata e ritorno (doppino), perchè questo caso si presenta più semplice per la trattazione analitica, mentre da esso si può facilmente passare, come vedremo, al caso praticamente pù interessante della linea trifase simmetrica.

Siano le notazioni seguenti (fig. 1):

d_r = diametro del conduttore in cm;
d_p = diametro esterno del piombo in cm;
D = diametro medio dell'armatura in cm;
d = diametro dei fili di armatura in cm;
n = numero dei fili di armatura;
p = passo dell'elica dei fili di armatura in cm;
$\delta = \text{arctang} \dfrac{\pi D}{p}$ = inclinazione dell'elica di armatura;
h = distanza fra gli assi dei due cavi in cm;
$\mathfrak{J}$ = corrente nel conduttore, grandezza vettoriale, (I = Val. eff. in Amp.);
$\mathfrak{J}_p$ = corrente nel piombo, grandezza vettoriale;
R = resistenza del conduttore in ohm per km di linea semplice;
R_p = resistenza del piombo in ohm per km di linea semplice;
R_a = resistenza dell'armatura in ohm per km di linea semplice;
μ = permeabilità media apparente dei fili di armatura nella direzione del loro asse;
α = angolo di ritardo del flusso longitudinale nei fili di armatura rispetto alla forza magnetizzante;
μ' = permeabilità media dello strato di armatura nel senso trasversale;

il significato delle grandezze μ, α, μ' verrà meglio precisato in seguito.

Caso (A) — Circuiti del piombo e dell'armatura aperti.

Le sole perdite da considerare in questo caso sono quelle per correnti parassite ed isteresi nei fili di ferro di armatura essendo, come abbiamo già osservato, trascurabili le perdite per correnti parassite nel piombo. Le formole per il calcolo dell'aumento apparente della resistenza e dell'induttanza del conduttore sono state date dall'Ing. Emanueli nello studio citato al quale ci riferiamo (Bibl. n. 1). Immaginiamo scomposta la forza magnetica H dovuta alla corrente nel conduttore nelle due componenti $H_1 = H \operatorname{sen} \delta$ nella direzione dell'asse dei fili di armatura e $H_2 = H \cos \delta$ nella direzione normale. Alla H_1 corrisponde un *flusso longitudinale* nei fili che fa un giro intorno al conduttore ad ogni passo dell'elica di avvolgimento e quindi il flusso di induzione longitudinale concatenato per km di conduttore vale:

$$\Phi = H \operatorname{sen} \delta \cdot \mu \frac{n \pi d^2}{4} \frac{10^5}{p}$$

essendo $\dfrac{n \pi d^2}{4}$ la sezione totale del circuito magnetico ed indicando con μ la permeabilità apparente longitudinale dei fili di ferro. E' questo il flusso che ha effetto preponderante sulle perdite e sull'induttanza. Nel valutare la grandezza e la fase di esso è necessario tener conto dell'influenza delle correnti parassite e dell'isteresi. E' noto il fenomeno della disuniforme ripartizione del flusso alternato longitudinale nei fili di ferro prodotto dalle correnti parassite. Il flusso si addensa verso la periferia e la riluttanza del circuito magnetico appare aumentata, cioè la permeabilità apparente, definita come il rapporto

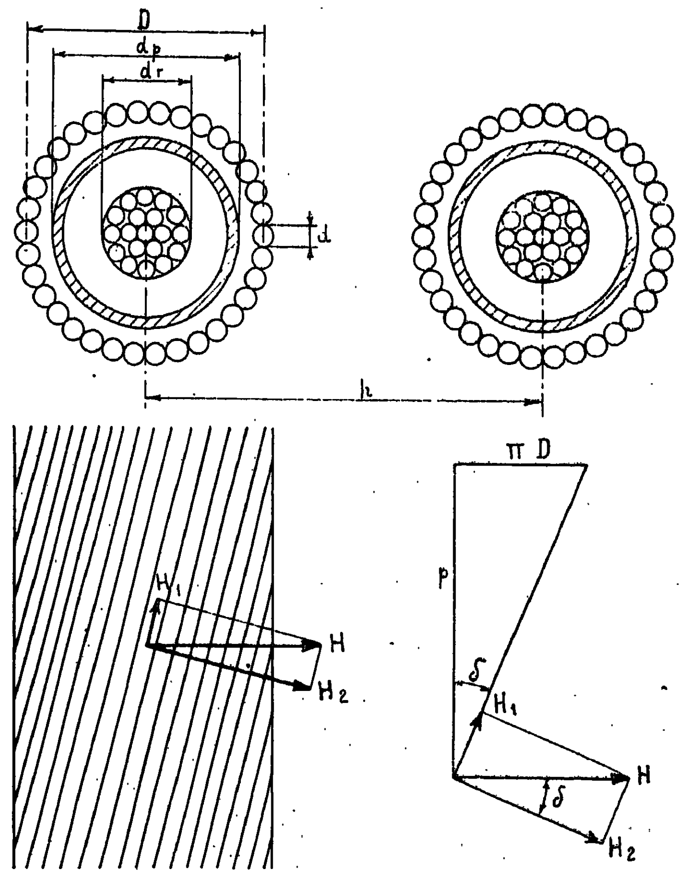


Fig. 1.

fra l'induzione media nella sezione e la forza magnetica, risulta inferiore alla permeabilità statica. Inoltre il flusso d'induzione risultante è sfasato in ritardo rispetto alla forza magnetizzante. Nell'ipotesi di una permeabilità statica nota e costante i valori della permeabilità apparente e dell'angolo del flusso potrebbero essere calcolati in base alla teoria di Kelvin, che porta a formole semplici per diametri dei fili sufficientemente grandi, (Bibl. n. 3), aggiungendo il ritardo dovuto al l'isteresi; ma nel caso che ci interessa è preferibile determinare queste costanti in funzione della forza magnetica mediante esperienze eseguite su campioni dei fili. I valori di μ ed α ottenuti sperimentalmente per fili di ferro e di acciaio dolce di diversi diametri sono riportati nel paragr. seguente.

Passando a considerare il *flusso trasversale* Φ' corrispondente alla componente H_2 della forza magnetica ed indicando con μ' la permeabilità media in tale direzione dello strato di armatura di spessore d, l'Ing. Emanueli ha dato, per il flusso concatenato per ogni km di conduttore, l'espressione:

$$\Phi' = H \cos^2 \delta \cdot \mu' d \, 10^5$$

che facilmente si ricava dagli elementi geometrici del sistema. Egli ha dimostrato che bastano i piccoli traferri dovuti alla zincatura ed alle irregolarità dei fili a ridurre il valore di μ' a poche unità (da 5 a 10 rispettivamente dai minori ai maggiori diametri dei fili) e che l'angolo di ritardo del flusso di induzione rispetto alla forza magnetizzante è tra-

scurabile. Da queste considerazioni, confermate da esperienze eseguite da Brockbank e Weeb e dall'autore su campioni di cavi armati con fili di ferro disposti parallelamente all'asse del conduttore ($\delta = 0$) si deduce che il flusso trasversale non ha che una influenza secondaria, spesso trascurabile, e che è quindi lecito nei calcoli assegnare a μ' un valore grossolanamente approssimato.

Osserviamo che, siccome nel calcolo dell'autoinduzione si tiene già conto del flusso trasversale nell'aria in tutto lo spazio che circonda il conduttore, si dovrà solo considerare l'aumento di flusso dovuto al ferro che è:

$$\Phi' = H \cos^2\delta \, (\mu' - 1) \, d \, 10^5$$

Essendo $H = \frac{0{,}4\, I}{D}$, il flusso longitudinale per unità di corrente e per km di conduttore risulta:

$$L_f = \frac{\Phi}{I} = 10^{-3} \cdot 0{,}314\, \mu \, \text{sen}\,\delta \cdot \frac{n\, d^2}{p\, D} \text{ henry} \quad (1)$$

ed il flusso trasversale per unità di corrente e per km di conduttore:

$$L_f' = \frac{\Phi'}{I} = 10^{-3} \cdot 0{,}4 \, (\mu' - 1) \cos^2\delta \frac{d}{D} \text{ henry} \quad (2)$$

La corrente nella linea di ritorno non produce nel circuito del ferro flusso concatenato colla linea di andata. Poichè il flusso longitudinale è sfasato di un angolo α in ritardo rispetto alla corrente, mentre il flusso trasversale può considerarsi in fase colla corrente stessa, l'espressione vettoriale del flusso totale concatenato per km di conduttore, dovuto alla presenza del ferro è:

$$\Phi_3 = \mathfrak{J}\,(L_f\, e^{-j\alpha} + L_f') = \mathfrak{J}\,(L_f \cos\alpha + L_f' - j\, L_f \,\text{sen}\,\alpha).$$

Il coefficiente di autoinduzione dovuto al flusso nell'aria è notoriamente per km di conduttore semplice (tenendo conto dell'effetto del conduttore di ritorno a distanza h):

$$L_r = 10^{-3}\left(0{,}46 \log_{10} \frac{2\,h}{d_r} + 0{,}05\right) \text{henry} \quad (3)$$

e quindi l'impedenza apparente Z' del conduttore si ricava dall'equazione:

$$\begin{aligned} Z'\mathfrak{J} &= (R' + j\,\lambda')\,\mathfrak{J} = R\,\mathfrak{J} + j\,\omega\, L_r \mathfrak{J} + j\,\omega\,\Phi_3 \\ &= R\,\mathfrak{J} + j\,\omega\, L_r\, \mathfrak{J} + j\,\omega\, (L_f \cos\alpha + L_f' - j\, L_f \,\text{sen}\,\alpha)\, \mathfrak{J} \end{aligned}$$

e le formole per il calcolo della resistenza e della reattanza apparente *per km. di conduttore*, risultano:

$$R' = R + \omega\, L_f \,\text{sen}\,\alpha \quad (4)$$

$$\lambda' = \omega\, L_r + \omega\, (L_f \cos\alpha + L_f') \quad (5)$$

Caso (B) — Circuito del piombo chiuso e circuito dell'armatura aperto.

Come già abbiamo osservato il sistema può considerarsi come un trasformatore di intensità in cui il conduttore del cavo rappresenta il primario ed il piombo rappresenta il secondario in corto circuito. La trattazione può farsi in modo analogo a quello dei cavi sotto piombo non armati (Bibl. n. 4) ma occorre tener conto che il circuito magnetico è in questo caso formato in parte di aria ed in parte di ferro e che il flusso longitudinale in quest'ultimo è sfasato di un angolo in ritardo non trascurabile rispetto alla forza magnetica risultante.

Il circuito del piombo ha un coefficiente di autoinduzione che vale per km di linea semplice (tenendo conto dell'effetto della linea vicina di ritorno):

$$L_p = 10^{-3} \cdot 0{,}46 \log_{10} \frac{2\,h}{d_p} \text{ henry} \quad (6)$$

Questa formola è ricavata nell'ipotesi che la distanza fra i cavi sia grande rispetto al diametro del tubo di piombo. Se questa condizione non è soddisfatta si dovrebbe tener calcolo del fatto che i flussi concatenati colle diverse generatrici del tubo non sono eguali; tuttavia è stato dimostrato (Bibl. n. 13) che, agli effetti della f.e.m. media indotta nel piombo, la formola (6) può essere impiegata con sufficiente approssimazione anche se i cavi sono posati molto vicini.

Il flusso $L_p \mathfrak{J}_p$ prodotto dalla corrente $\mathfrak{J}_p$ si concatena, oltre che col circuito del piombo, anche con quello del conduttore. Il flusso $L_r\, \mathfrak{J}$ dovuto alla corrente nel rame si concatena completamente col conduttore ed in parte anche col circuito del piombo; precisamente la parte concatenata col piombo è:

$$L_p\, \mathfrak{J} = 10^{-3}\left(0{,}46 \log_{10} \frac{2\,h}{d_p}\right) \mathfrak{J}$$

Il flusso nel ferro è prodotto dalla risultante delle correnti nel rame e nel piombo ed è concatenato con entrambi i circuiti. Esso vale quindi:

$$\Phi_3 = (\mathfrak{J} + \mathfrak{J}_p) \quad (L_f \cos\alpha + L_f' - j\, L_f \,\text{sen}\,\alpha)$$

ove L_f e L_f' sono rispettivamente il flusso logitudinale ed il flusso trasversale per unità di corrente sopra definiti.

In conclusione i diversi flussi da considerare (valutati per km di linea semplice) sono:

1) Flussi concatenati col circuito del conduttore:

a) Flusso nell'aria dovuto alla corrente nel rame:

$$\Phi_1 = L_r\, \mathfrak{J}$$

b) Flusso nell'aria dovuto alla corrente nel piombo:

$$\Phi_2 = L_p\, \mathfrak{J}_p$$

c) Flusso dovuto alla presenza del ferro:

$$\Phi_3 = (\mathfrak{J} + \mathfrak{J}_p) \quad (L_f \cos\alpha + L_f' - j\, L_f \,\text{sen}\,\alpha).$$

2) Flussi concatenati col circuito del piombo:

a) Flusso nell'aria dovuto alla corrente nel rame:

$$\Phi_4 = L_p\, \mathfrak{J}$$

b) Flusso nell'aria dovuto alla corrente nel piombo:

$$\Phi_2 = L_p\, \mathfrak{J}_p$$

c) Flusso dovuto alla presenza del ferro:

$$\Phi_3 = (\mathfrak{J} + \mathfrak{J}_p) \quad (L_f \cos\alpha + L_f' - j\, L_f \,\text{sen}\,\alpha).$$

Si possono allora scrivere le equazioni dei due circuiti del rame e del piombo, tenendo conto delle f.e.m. indotte da questi flussi e ricavare l'espressione della impedenza apparente $Z' = R' + j\,\lambda'$ e quindi della resistenza apparente R' e della reattanza magnetica apparente λ' del conduttore. Risulta (vedi appendice):

$$R' = R + R_p \frac{C^2 + B^2 + C\, R_p}{(R_p + C)^2 + B^2} \quad (7)$$

$$\lambda' = A - B \frac{C^2 + B^2 + 2\, C\, R_p}{(R_p + C)^2 + B^2} \quad (8)$$

ove i termini A, B, C (omogenei con reattanze) si ricavano, in funzione delle grandezze note, dalle espressioni:

$$A = \omega\, (L_r + L_f \cos\alpha + L_f')$$

$$B = \omega\, (L_p + L_f \cos\alpha + L_f')$$

$$C = \omega\, L_f \,\text{sen}\,\alpha.$$

E' facile verificare che nel caso che manchi l'armatura, e quindi sia:

$$L_f = L_f' = 0$$

queste formole coincidono con quelle riportate nello studio citato del Dott. Sacchetto (Bibl. n. 4) relative ai capi unipolari sotto piombo.

Caso (C) — Circuiti del piombo e dell'armatura chiusi.

Il collegamento elettrico alle estremità dell'armatura dei due cavi introduce l'effetto di un altro circuito secondario nel quale si hanno pure delle correnti di circolazione e quindi delle perdite per effetto joule. Il calcolo esatto delle correnti e dei flussi in tale caso sarebbe eccessivamente complesso dovendosi tener conto del fatto che i diversi strati del circuito di armatura risultano concatenati con porzioni diverse del flusso nel ferro. Potremo tuttavia semplificare il problema ammettendo, in via di approssimazione, che il flusso concatenato col circuito dell'armatura sia lo stesso di quello concatenato col piombo, salvo verificare con misure eseguite su diversi tipi di cavi se l'approssimazione ottenuta è sufficiente per gli scopi pratici. Questa ipotesi equivale a considerare l'effetto del circuito chiuso di armatura come una semplice diminuzione della resistenza ohmica del piombo, e sono quindi ancora applicabili le formule (7) e (8) ponendo al posto di R_p la resistenza complessiva dell'involucro, risultante da quelle del piombo e dell'armatura in parallelo, data dall'espressione:

$$R_i = \frac{R_p\, R_a}{R_p + R_a}$$

E' interessante a questo proposito di studiare come variano l'aumento apparente di resistenza:

$$\Delta R = R_i \frac{C^2 + B^2 + C R_i}{(R_i + C)^2 + B^2}$$

e la reattanza del conduttore:

$$\lambda' = A - B \frac{C^2 + B^2 + 2 C R_i}{(R_i + C)^2 + B^2}$$

col variare della resistenza dell'involucro. Si riconosce che per $R_i = \infty$ (condizione corrispondente al funzionamento coi circuiti del piombo e dell'armatura aperti) si ha $\Delta R = C$. Per valori decrescenti di R_i l'aumento apparente di resistenza cresce lentamente fino ad un massimo che corrisponde a:

$$R_i = \frac{B^2 + C^2}{B^2 - C^2}(C + B)$$

e decresce quindi fino ad annullarsi per $R_i = 0$. Nella (fig. 2) sono riportate a titolo di esempio le curve di variazione di ΔR in funzione di R_i calcolate per un cavo a bassa tensione (B) e per un cavo ad alta tensione (A) armati con fili di ferro del diametro di 3 mm e sono segnate le ordinate corrispondenti al valore effettivo della resistenza del piombo ($R_i = R_p$). Si vede che in entrambi i casi la resistenza del piombo è prossima al valore della resistenza di involucro che dà luogo al massimo ΔR, cioè alle massime perdite, e si può quindi dedurre che l'effetto della chiusura in corto circuito dell'armatura, essendo equivalente ad una diminuzione della resistenza del piombo, sarà in generale di ridurre le perdite complessive.

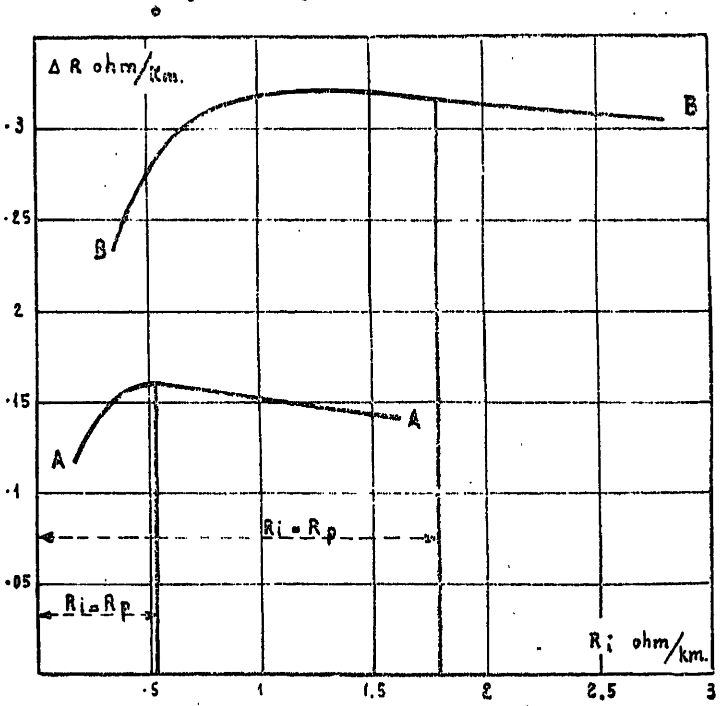


Fig. 2.

Dall'esame della formola (8) si riconosce che la reattanza apparente del conduttore λ' va continuamente decrescendo col diminuire della resistenza dell'involucro e perciò la chiusura del circuito di armatura determina sempre una riduzione della reattanza.

Riassumendo le formole che si propongono per il calcolo della resistenza e della reattanza apparente del conduttore nel caso, che comunemente interessa per la pratica, in cui entrambi i circuiti del piombo e dell'armatura vengono collegati alle estremità sono le seguenti:

Si calcolano prima le induttanze parziali:

$$L_r = 10^{-3}\left(0{,}46 \log_{10} \frac{2h}{d_r} + 0{,}05\right)$$

$$L_p = 10^{-3}\left(0{,}46 \log_{10} \frac{2h}{d_p}\right)$$

$$L_f = 10^{-3} \cdot 0{,}314\, \mu \frac{n\, d^2}{p\, D} \operatorname{sen} \delta$$

$$L_f' = 10^{-3} \cdot 0{,}4\,(\mu' - 1) \frac{d}{D} \cos^2 \delta$$

e quindi le reattanze parziali:

$$A = \omega\, (L_r + L_f \cos \alpha + L_f')$$

$$B = \omega\, (L_p + L_f \cos \alpha + L_f')$$

$$C = \omega\, L_f \operatorname{sen} \alpha$$

e la resistenza complessiva dell'involucro:

$$R_i = \frac{R_p R_a}{R_p + R_a}.$$

Risultano allora:

Resistenza apparente in ohm per km di semplice conduttore:

$$R' = R + R_i \frac{C^2 + B^2 + R_i C}{(R_i + C)^2 + B^2} \tag{9}$$

Reattanza apparente in ohm per km di semplice conduttore:

$$\lambda' = A - B \frac{C^2 + B^2 + 2 R_i C}{(R_i + C)^2 + B^2} \tag{10}$$

Nella determinazione della resistenza del piombo si fissa la resistività eguale a 20×10^{-6} ohm × cm e si può trascurare l'effetto pellicolare trattandosi di un conduttore a forma tubolare. La resistenza del circuito di armatura va calcolata in base alla sezione totale eguale alla somma delle sezioni dei singoli fili ed alla lunghezza sviluppata dell'elica di avvolgimento, ammettendo una resistività a corrente continua di $14 \div 16 \times 10^{-6}$ ohm × cm e tenendo conto dell'aumento per effetto pellicolare dovuto all'alternativa della corrente. Da esperienze eseguite sopra una serie di fili di ferro e di acciaio dolce è risultato che tale aumento si può mediamente valutare del 20 % al 40 % rispettivamente per fili di diametri variabili da 2 a 5 mm e per la frequenza di 50 periodi.

Le perdite complessive nel rame, nel piombo e nell'armatura sono:

$$W = R' I^2 \text{ watt}$$

sempre per km di semplice conduttore.

LINEA TRIFASE.

Se i tre cavi unipolari costituenti la linea trifase sono disposti simmetricamente, cogli assi secondo i vertici di un triangolo equilatero di lato h, è noto che la risultante delle f.e.m. indotte nel conduttore di una fase dalle correnti nelle altre due fasi è eguale alla f.e.m. indotta da una sola corrente di ritorno (eguale e contraria a quella nel conduttore) posta a distanza h. Questa osservazione vale tanto per il circuito del rame che per quello del piombo e quindi le espressioni dei flussi nell'aria concatenati coi singoli circuiti restano identiche a quelle del sistema monofase. Anche per i flussi nel ferro le espressioni non cambiano poichè i relativi circuiti magnetici si concatenano soltanto col corrispondente conduttore. Saranno dunque ancora applicabili tutte le formole date per il sistema monofase ed in particolare le formole (9) e (10) per il calcolo della resistenza e della reattanza apparente di ciascun conduttore nel caso di funzionamento col piombo e l'armatura chiusi in corto circuito alle estremità.

Se invece i cavi delle tre fasi sono disposti cogli assi in uno stesso piano orizzontale, la dissimmetria geometrica conduce evidentemente ad una disuguaglianza dei flussi e quindi delle resistenze e delle reattanze apparenti dei tre condutori. Lo studio di un sistema di cavi non armati porta tuttavia alla conclusione che le differenze non sono grandi (Bibl. n. 4, 14, 15) ed è chiaro che gli squilibri relativi saranno anche minori nei cavi armati, perchè i termini relativi ai flussi nel ferro non dipendono dalle correnti nei cavi vicini. Si potrà dunque, senza grave errore, agli effetti della valutazione delle perdite totali, servirsi anche in questo caso delle formole date per il sistema monofase e per il sistema trifase simmetrico attribuendo ad h il valore della distanza media fra i cavi.

3. - Valori delle costanti magnetiche.

Nella trattazione sopra esposta si è ammesso implicitamente che le grandezze μ, μ', α siano costanti, cioè indipendenti dal campo magnetico e quindi dalle correnti.

Ora per quanto si riferisce alla permeabilità trasversale μ' si è già detto che è sufficiente assegnare ad essa un valore grossolanamente approssimato ($5 \div 10$) poichè i termini che la contengono figurano soltanto come termini di correzione. Per quanto invece concerne la permeabilità μ e l'angolo di ritardo α relativi al flusso longitudinale nel ferro è necessaria qualche considerazione.

Dai diagrammi in seguito riportati si rileva che μ ed α variano

col crescere del campo induttore longitudinale H_1 ma che le differenze sono relativamente piccole, tanto da poter senza grave errore considerare un valore medio costante, per variazioni del campo comprese fra 4 e 15 unità. Ora si riconosce facilmente con qualche calcolo di verifica che per cavi a bassa e ad alta tensione, armati con passo normale di avvolgimento dei fili, tanto il campo longitudinale dovuto alla sola corrente nel conduttore come quello risultante dalle correnti nel rame e nell'involucro sono precisamente entro questi limiti purchè la corrente nel conduttore sia compresa fra 250 e 500 A circa.

cioè di diametri variabili da 2 a 5 mm. I risultati sono riportati nei diagrammi delle (figg. 3, 4, 5, 6).

La maggior parte delle misure è stata fatta su provini di forma rettilinea magnetizzati mediante un solenoide primario molto lungo. Il secondario, che serviva alla determinazione della f.e.m. indotta e quindi del flusso, era avvolto sopra una porzione centrale del solenoide primario abbastanza piccola rispetto alla lunghezza del provino perchè si potesse trascurare, nella valutazione del campo induttore, l'errore dovuto all'effetto smagnetizzante delle masse libere di estremità (con-

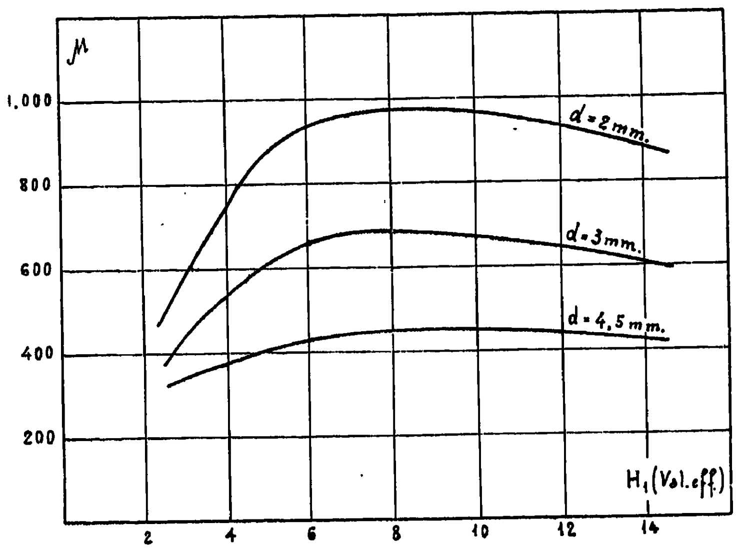


Fig. 3. — Permeabilità apparente longitudinale a 50 periodi dei fili di ferro ricotto, in funzione del campo assiale.

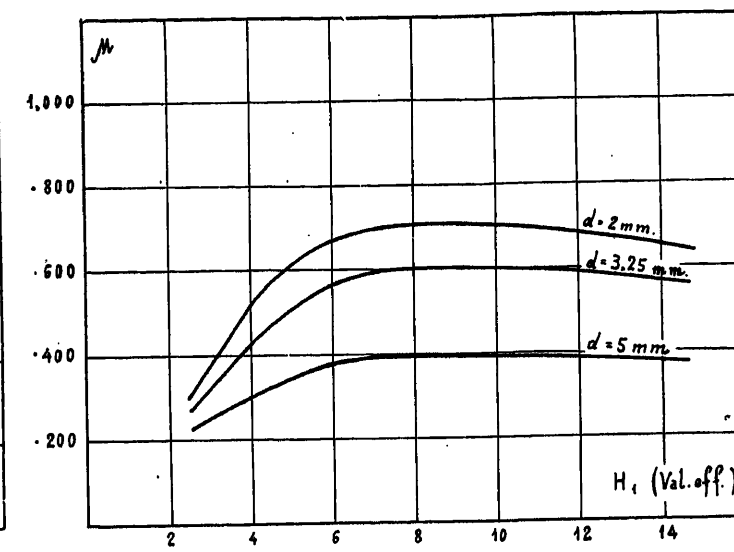


Fig. 5. — Permeabilità apparente longitudinale a 50 periodi dei fili di acciaio dolce, in funzione del campo assiale.

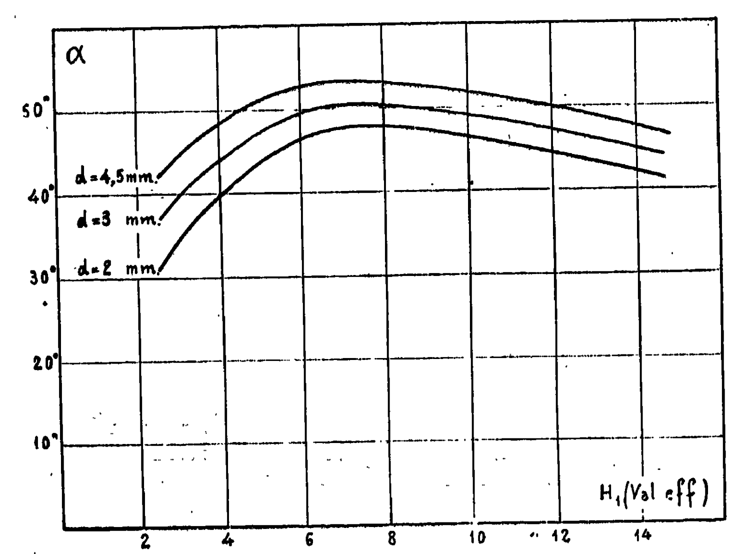


Fig. 4. — Angolo di ritardo del flusso longitudinale a 50 per. nei fili di ferro ricotto, in funzione del campo assiale.

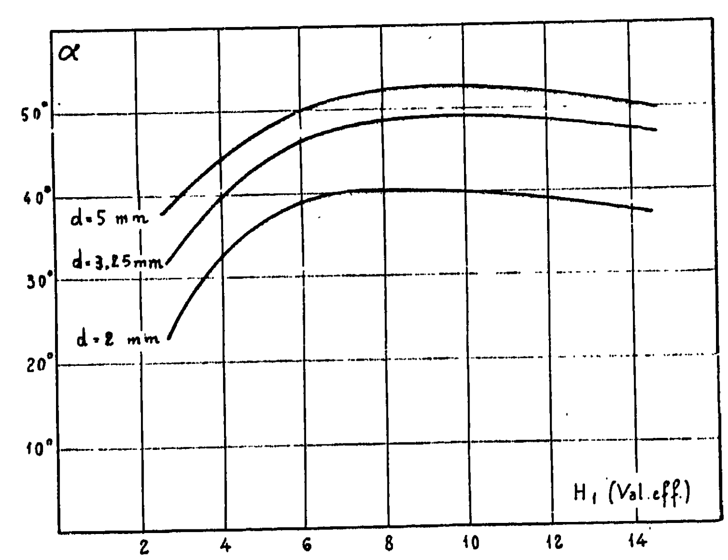


Fig. 6. — Angolo di ritardo del flusso longitudinale a 50 per. nei fili di acciaio dolce, in funzione del campo assiale.

Si potrà dunque nel calcolo assegnare a μ ed α i valori corrispondenti al campo longitudinale dovuto alla sola corrente nel conduttore, ricavandoli dai diagrammi seguenti o da esperienze eseguite su campioni dei fili, tenendo presente che per correnti inferiori a 250 A o superiori a 500 A circa il calcolo sarà suscettibile di minore approssimazione a cagione della variabilità delle costanti magnetiche. Si osservi però che questi limiti di corrente corrispondono alla maggior parte dei casi pratici in quanto che i cavi unipolari a bassa tensione sono normalmente impiegati per grandi intensità di corrente e quelli ad altissima tensione per trasporti di grandi potenze. Il campo magnetico longitudinale dovuto alla corrente nel conduttore si calcola coll'espressione :

$$H_1 = \frac{0{,}4\, I}{D} \operatorname{sen} \delta.$$

E' stata eseguita una serie di misure della permeabilità apparente μ e dell'angolo di ritardo α del flusso longitudinale, per diversi valori della forza magnetizzante e per la frequenza di 50 periodi, su provini costituiti con fasci di fili di ferro ricotto zincato (carico di rottura $40 \div 50$ kg/mm²) ed in acciaio dolce zincato (carico di rottura $60 \div 70$ kg/mm²) dei tipi più comunemente impiegati per armatura dei cavi.

dizione facilmente verificabile col calcolo). Alcune misure furono tuttavia ripetute per controllo su provini a circuito magnetico chiuso, costituiti da fasci di fili di ferro piegati ad anello e riuniti con saldatura autogena ai due capi, con risultati praticamente coincidenti con quelli ottenuti su provini rettilinei. Le grandezze e le fasi della corrente magnetizzante e della f.e.m. indotta nel secondario furono misurate mediante il potenziometro a corrente alternata di Drysdale e da esse furono rispettivamente dedotte le grandezze e le fasi della forza magnetica H_1 e del flusso. E' da osservare che, essendosi impiegato come indicatore di zero un galvanometro vibratorio in risonanza, le determinazioni si riferiscono alle sole onde fondamentali delle diverse grandezze misurate.

La teoria della disuniforme ripartizione del flusso longitudinale nei fili di ferro porta alla conclusione che, per alti valori della permeabilità e per diametri sufficientemente grandi, il flusso di induzione risultante si può ritenere sfasato di 45° in ritardo rispetto alla forza magnetizzante per effetto delle correnti parassite; a quest'angolo si deve aggiungere quello corrispondente all'isteresi del materiale. Si rileva dalle curve ottenute sperimentalmente che gli sfasamenti si avvicinano molto al valore teorico, specialmente per i fili di diametro superiore a 3 mm, quando il campo magnetizzante è superiore a circa

cinque unità. Per valori più bassi della forza magnetica gli sfasamenti sono inferiori perchè la permeabilità decresce rapidamente (1).

4. - Verifiche sperimentali.

E' stata fatta una serie di verifiche sperimentali dei valori delle perdite e dell'induttanza calcolati col metodo esposto sopra cinque spezzoni di cavo unipolare a bassa tensione armati con filo di diversi diametri e con diversi passi di avvolgimento. Sono stati inoltre confrontati i valori delle perdite ottenute sperimentalmente da Brockbank e Weeb nello studio citato sopra un cavo ad alta tensione (66 kV) con quelli calcolati.

Le misure furono eseguite in monofase a 50 periodi su lunghezze di circa cinque metri di doppino disponendo i due cavi alla distanza $h = 20$ cm fra gli assi. Si è misurato mediante un wattometro la potenza assorbita W corrispondente alle perdite totali, e con amperometro e voltometro la corrente I circolante nel conduttore e la caduta di tensione V agli estremi del tratto armato, e si sono dedotti i valori del fattore di potenza $\cos\varphi = \frac{W}{VI}$ e quindi della resistenza apparente $R' = \frac{V\cos\varphi}{I}$ e della reattanza apparente $\lambda' = \frac{V \operatorname{sen}\varphi}{I}$. Sopra ogni cavo si sono ripetute le misure per diversi valori della corrente nel conduttore e nei tre sistemi di posa corrispondenti ai casi (*A*), (*B*), (*C*) sopra esaminati: cioè dapprima si sono lasciati aperti i circuiti del piombo e dell'armatura e poi si è chiuso in corto circuito il solo piombo ed infine si sono collegati alle estremità tanto il piombo che l'armatura, curando di effettuare le connessioni in modo che la loro resistenza fosse piccola rispetto a quella degli involucri dei cavi.

TABELLA I. — *Valori del rapporto* $\frac{R'}{R}$

Cavo N°	*I* Amp.	*A* Mis.	*A* Calc.	*B* Mis.	*B* Calc.	*C* Mis.	*C* Calc.
1	200	3,15	2,85	3,30	3,25	3,15	3,10
»	300	2,60	2,50	3,15	3,05	3,05	3,05
2	200	3,70	3,95	3,85	4,10	3,40	3,45
»	300	3,30	3,60	3,75	4,00	3,35	3,35
3	200	2,75	2,80	3,10	3,15	2,80	2,95
»	300	2,60	2,80	3,05	3,15	2,80	2,95
4	200	2,00	1,95	2,30	2,35	2,35	2,50
»	300	1,95	2,10	2,40	2,45	2,35	2,55
5	200	3,60	3,80	3,90	3,95	3,20	3,25
»	300	3,40	3,70	3,70	3,80	3,15	3,20
6	280	2,30	2,10	2,65	2,70	2,25	2,40

A = circuiti del piombo e dell'armatura aperti.
B = circuito del piombo chiuso; circuito dell'armatura aperto.
C = circuiti del piombo e dell'armatura chiusi.

Per mettere in evidenza i valori relativi delle perdite e delle induttanze si sono quindi calcolati i seguenti rapporti:

$\frac{R'}{R}$ = rapporto fra le perdite complessive misurate e le perdite per effetto joule nel rame;

$\frac{\lambda'}{\lambda}$ = rapporto fra la reattanza misurata e quella del cavo non armato supposto il circuito del piombo aperto,

ed i valori ottenuti si sono messi in confronto con quelli calcolati nelle Tabelle I e II.

Le caratteristiche costruttive dei cavi corrispondenti alla numerazione indicata nella prima colonna sono:

Cavo n. 1 — Cavo per bassa tensione: sezione del rame = 125 mm², spessore isolante = 2 mm. Armato con 42 fili di acciaio dolce zincato del diametro di 2 mm con passo di avvolgimento eguale a 10 volte il diametro medio dell'armatura.

Cavo n. 2 — Cavo per bassa tensione: sezione del rame = 125 mm², spessore isolante = 2 mm. Armato con 30 fili di ferro zincato del diametro di 3 mm con passo di avvolgimento eguale a 10 volte il diametro medio dell'armatura.

Cavo n. 3 — Cavo per bassa tensione: sezione del rame = 125 mm², spessore isolante = 2 mm. Armato con 30 fili di ferro zincato, diametro 3 mm. Rapporto del passo al diametro di armatura = 13.

Cavo n. 4 — Cavo per bassa tensione: sezione del rame = 125 mm², spessore isolante = 2 mm. Armato con 31 fili di ferro ricotto zincato, diam. 3 mm. Rapporto del passo al diam. di armatura = 16.

Cavo n. 5 — Cavo per bassa tensione: sezione del rame = 125 mm², spessore isolante = 2 mm. Armato con 21 fili di ferro ricotto zincato, diametro 4,5 mm. Rapporto del passo al diametro dell'armatura = 10.

Cavo n. 6 — (Sperimentato da Brockbank e Weeb). Cavo per alta tensione (66 kV): sezione rame = 160 mm². Spessore isolante = 11,5 mm. Armato con 46 fili di acciaio dolce zincato del diametro di 3,25 mm con passo di avvolgimento eguale a 13 volte il diametro dell'armatura.

Si rileva dalle tabelle che i valori calcolati delle perdite e della reattanza sono in accordo coi dati ottenuti sperimentalmente entro un limite massimo di approssimazione del 10 % circa, approssimazione che si deve ritenere sufficiente per gli scopi pratici industriali se si tiene conto delle incertezze derivanti dalle variabilità delle costanti magnetiche. E' da notare che i risultati sperimentali e calcolati sono stati approssimati a cinque unità della seconda cifra decimale, essendo illusoria una maggiore approssimazione. Se si confrontano i valori del rapporto $\frac{R'}{R}$ ottenuti sui cavi n. 2, 3, 4 armati con fili dello stesso diametro ma con diverso passo di avvolgimento, appare evidente il vantaggio di aumentare il passo per ridurre le perdite complessive, ciò che si poteva prevedere considerando che il flusso longitudinale nei fili di ferro ha una influenza preponderante. In pratica il passo di avvolgimento non può farsi inferiore a certi limiti (da 13 a 16 volte il diametro) per mantenere la necessaria flessibilità al cavo ed evitare che l'armatura tenda ad aprirsi durante l'avvolgimento sulla bobina. Tuttavia questa tendenza può essere ridotta, e quindi il passo allungato con vantaggio nelle perdite, applicando subito dopo l'armatura una adatta fasciatura in tessili.

TABELLA II. — *Valori del rapporto* $\frac{\lambda'}{\lambda}$

Cavo N°	*I* Amp.	*A* Mis.	*A* Calc.	*B* Mis.	*B* Calc.	*C* Mis.	*C* Calc.
1	200	2,35	2,55	1,70	1,90	1,20	1,10
»	300	2,50	2,55	1,85	1,95	1,30	1,20
2	200	2,70	2,80	1,70	1,80	1,15	1,00
»	300	2,60	2,80	1,80	1,85	1,05	1,00
3	200	2,20	2,25	1,60	1,70	1,00	0,95
»	300	2,10	2,25	1,55	1,70	1,00	0,95
4	200	1,90	1,85	1,50	1,55	1,15	1,00
»	300	1,80	1,85	1,50	1,55	1,15	1,00
5	200	2,85	2,70	1,80	1,70	1,30	1,20
»	300	2,70	2,70	1,90	1,80	1,35	1,20

A = circuiti del piombo e dell'armatura aperti.
B = circuito del piombo chiuso; circuito dell'armatura aperto
C = circuiti del piombo e dell'armatura chiusi.

5. - Riscaldamento.

E' noto che in un cavo unipolare senza perdite negli involucri metallici la sopraelevazione di temperatura del conduttore rispetto all'ambiente è data dall'espressione:

$$\Theta = \Sigma W$$

ove Σ rappresenta la resistenza termica del cavo e $W = R I^2$ la potenza corrispondente alle perdite per effetto joule nel conduttore (Bibliografia n. 18). La Σ si compone delle due parti: Σ_i = resistenza termica interna (inerente allo strato isolante) e Σ_e = resistenza termica esterna del cavo.

Se ora consideriamo il fenomeno della propagazione del calore in un cavo che presenti perdite nel rame e perdite negli involucri, dobbiamo osservare che a regime, essendo la temperatura decrescente dall'interno verso l'esterno, la resistenza termica interna è attraversata dal solo calore $R I^2$ prodotto nel rame, mentre la resistenza termica esterna è attraversata dal calore totale $R' I^2$ generato nel rame, nel piombo e nel ferro. L'equazione del circuito termico è quindi:

$$\Theta = \Sigma_i R I^2 + \Sigma_e R' I^2$$

(1) Nello studio di Brockbank e Weeb (Bibl. n. 14) è riportata una serie di valori sperimentali della permeabilità a 50 periodi ottenuti su fili acciaio dolce di diametri variabili da 1,6 a 3,3 mm. E' da notare che tali valori furono dedotti da misure di induttanze, eseguite con un metodo a ponte, e quindi si riferiscono al solo flusso in fase colla corrente, mentre le permeabilità apparenti considerate nel presente studio si riferiscono al flusso totale. Perciò le permeabilità ottenute da Brockbank e Weeb corrispondono, colle notazioni da noi adottate, al prodotto $\mu \cos\alpha$.

Se si indica con I_1 la portata del cavo senza perdite nell'involucro corrispondente alla stessa sopra elevazione di temperatura, sarà:

$$\Theta = (\Sigma_i + \Sigma_e) R I_1^2$$

e quindi, a pari riscaldamento, la portata I del cavo armato risulterà ridotta, per effetto delle perdite nel piombo e nel ferro, nel rapporto:

$$\frac{I}{I_1} = \sqrt{\frac{\Sigma_i + \Sigma_e}{\Sigma_i + \frac{R'}{R}\Sigma_e}}$$

La riduzione di portata dipende dunque dal valore della resistenza termica esterna in rapporto alla resistenza termica totale e quindi dal sistema di posa del cavo. Ad esempio per il cavo ad alta tensione n. 6 della tabella Iª in posa aerea si ha approssimativamente:

$$\Sigma_i = 100 \qquad \Sigma_e = 60 \text{ ohm-termici per cm}$$

e quindi, essendo $\frac{R'}{R} = 2{,}25$ risulta: $I = 0{,}83\, I_1$ cioè la portata per effetto delle perdite nel piombo e nell'armatura è ridotta del 17 %.

E' importante osservare che per posa subacquea la resistenza termica esterna è da considerarsi assai piccola, essendo l'armatura mantenuta a temperatura molto prossima a quella dell'ambiente per effetto della circolazione dell'acqua, e perciò in questo caso la riduzione di portata è trascurabile anche per valori notevoli delle perdite negli involucri.

6. - Conclusioni.

1. — Per correnti sufficientemente intense, quali effettivamente si hanno nella maggior parte dei casi pratici di applicazione dei cavi unipolari, le perdite complessive nel ferro e nel piombo e l'induttanza possono calcolarsi con buona approssimazione, nell'ipotesi di una permeabilità costante, colle formole sopra stabilite. I valori delle costanti magnetiche che entrano in queste formole possono essere ricavati dai diagrammi sopra riportati per i tipi di fili di ferro o di acciaio comunemente impiegati e per la frequenza di 50 per.; altrimenti potranno essere determinati sperimentalmente su campioni dei fili.

2. — Il collegamento alle estremità dei circuiti del piombo e dell'armatura, necessario per evitare eccessive tensioni indotte, non porta una grande variazione nelle perdite complessive, essendo l'aumento dovuto alle perdite per effetto joule in questi circuiti in gran parte compensato dalla diminuzione delle perdite nel ferro. L'induttanza invece diminuisce grandemente e si riduce ad un valore prossimo a quello del cavo senza armatura funzionante col circuito del piombo aperto.

3. — Come già è stato osservato dall'Emanueli e successivamente da altri autori, l'aumentare il traferro fra i fili di armatura non costituisce un rimedio efficace per diminuire le perdite, risultando queste ridotte all'incirca soltanto in proporzione del volume del ferro impiegato. Un reale vantaggio si ottiene invece allungando il passo di avvolgimento dell'armatura perchè in tal modo si diminuisce il flusso longitudinale nei fili.

4. — Dall'esame dei dati ottenuti col calcolo e colle esperienze si rileva che, nelle condizioni normali di posa, le perdite complessive nel piombo e nel ferro possono ridursi, fissando il passo di avvolgimento dei fili di ferro al massimo compatibile colla flessibilità del cavo, a valori tali da rendere possibile l'impiego di questo sistema di armatura, specialmente per cavi ad alta tensione e per tratti di non grande lunghezza. In particolare l'armatura con fili di acciaio può avere applicazione negli attraversamenti subacquei ove si richiede una grande resistenza meccanica alla trazione e dove le perdite negli involucri metallici esterni non influiscono che in minima parte sul riscaldamento del cavo. La convenienza o meno di impiegare un'armatura in fili di acciaio in luogo di un'armatura più costosa di materiale non magnetico (bronzo o leghe speciali) dipende soprattutto dal grado di utilizzazione del cavo in esercizio, e cioè dal fattore di carico dell'impianto, e dovrà essere studiata caso per caso.

Il presente studio è stato compiuto nel Laboratorio Sperimentale della Società Ing. V. Tedeschi.

Devo un ringraziamento all'Ing. Del Sante per l'aiuto prestatomi nell'esecuzione delle esperienze.

APPENDICE.

Nel caso di funzionamento a piombo chiuso ed armatura aperta (Caso B) le equazioni dei circuiti del rame e del piombo sono rispettivamente:

$$Z' \mathfrak{J} = R \mathfrak{J} + j\omega (\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3)$$
$$0 = R_p \mathfrak{J}_p + j\omega (\Phi_2 + \Phi_3 + \Phi_4)$$

e sostituendo ai flussi le espressioni riportate nel testo:

$$Z' \mathfrak{J} = R \mathfrak{J} + j\omega L_r \mathfrak{J} + j\omega L_p \mathfrak{J}_p + $$
$$+ j\omega (L_f \cos\alpha + L_f') (\mathfrak{J} + \mathfrak{J}_p) + \omega L_f \operatorname{sen}\alpha\, (\mathfrak{J} + \mathfrak{J}_p)$$
$$0 = R_p \mathfrak{J}_p + j\omega L_p \mathfrak{J}_p + j\omega L_p \mathfrak{J} +$$
$$+ j\omega (L_f \cos\alpha + L_f') (\mathfrak{J} + \mathfrak{J}_p) + \omega L_f \operatorname{sen}\alpha\, (\mathfrak{J} + \mathfrak{J}_p).$$

Se si pone:

$$A = \omega\, (L_r + L_f \cos\alpha + L_f')$$
$$B = \omega\, (L_p + L_f \cos\alpha + L_f')$$
$$C = \omega\, L_f \operatorname{sen}\alpha$$

risulta:

$$Z' \mathfrak{J} = (R + C + jA)\, \mathfrak{J} + (C + jB)\, \mathfrak{J}_p$$
$$0 = (C + jB)\, \mathfrak{J} + (R_p + C + jB)\, \mathfrak{J}_p.$$

Ricavata l'espressione di $\mathfrak{J}_p$ dalla seconda di queste equazioni e sostituita nella prima, si ottiene, separando la parte reale dall'immaginaria:

$$Z' = R' + j\lambda' = R + R_p \frac{C^2 + B^2 + C R_p}{(R_p + C)^2 + B^2} +$$
$$+ j\left(A - B \frac{C^2 + B^2 + 2 C R_p}{(R_p + C)^2 + B^2} \right)$$

e quindi le espressioni di R' e λ' riportate nelle formole (7) e (8) del testo.

BIBLIOGRAFIA.

(1) EMANUELI: Considerazioni sui cavi armati ad un conduttore percorsi da corrente alternata. - *L'Elettrotecnica,* 1915, pag. 3.

(2) SOLERI: Armature per cavi unipolari a corrente alternata. - *L'Elettrotecnica,* 1915, pag. 74.

(3) LOMBARDI: Sulla disuniforme distribuzione delle correnti alternate e dei flussi periodici di induzione nelle aste cilindriche di ferro. - *L'Elettrotecnica,* 1915, pag. 387.

(4) SACCHETTO: Considerazioni sull'impiego dei cavi monofasi per trasmissioni di energia a corrente alternata ad altissima tensione. - *L'Elettrotecnica,* 1922, pag. 667.

(5) CLARK E SHANKLIN: Cavi unipolari ad alta tensione per sistemi polifasi. - *Journal of American Inst. of Electrical Engineers* - (A. I.E.E.), 1919, pag. 663.

(6) CAPDEVILLE: Cavi unipolari sotto piombo. - *Rêvue Gén. d'Electricité,* 1920, pag.177.

(7) HARVEY E BUSBY: Sull'impiego dei cavi unipolari armati per corrente alternata. - *Journal of the Inst. of El. Engineers* - Londra - (I.E.E.), 1925, pag. 368.

(8) CRAMP: L'impiego dei cavi unipolari sotto piombo ed armati per corrente alternata - (I.E.E.), 1925, pag. 379.

(9) HARVEY: Cavi unipolari a corrente alternata. - *Electrician,* 1927, pag. 88.

(10) BROCKBAND: La misura delle perdite nel piombo dei cavi. - *El. Review,* 1927, pag. 751.

(11) RILEY: Perdite nell'involucro dei cavi unipolari per trasmissioni trifasi - (I.E.E.), 1927, pag. 1006.

(12) ARNOLD: La teoria delle perdite nel piombo dei cavi unipolari - (I.E.E.), 1929, pag. 69.

(13) ARNOLD: Impedenza di una linea trifase con cavi unipolari disposti in uno stesso piano. - (I.E.E.), 1929, pag. 90.

(14) CRAMP E HARVEY: Sulle perdite nel piombo dei cavi unipolari in linea monofase. - (I.E.E.), 1929, pag. 335.

(15) BROCKBANK E WEEB: Perdite nel piombo e nell'armatura dei cavi unipolari in linea monofase e trifase. - (I.E.E.), 1929, pag. 337.

(16) WEDMORE, MORGAN E WHITEHEAD: Studio critico di un sistema trifase di cavi unipolari non armati. - (I.E.E.), 1929, pag. 359.

(17) SCHURING, KUEHNI E BULLER: Perdite nell'armatura dei cavi unipolari. - (A.I.E.E.), 1929, pag. 206.

(18) BOSONE: Il riscaldamento dei cavi in carta impregnata a carico continuo ed intermittente - *L'Elettrotecnica,* 1927, pag. 73.

STAZIONE RADIOFONICA AD ONDE CORTE DI RUGBY

H. G. WHITING

Descrizione della Stazione Radiotelefonica Transatlantica ad onde corte di Rugby, installata dalla International Standard Electric Corporation per il B. P. O., come stazione sperimentale da prima e poi usata per il servizio radiofonico regolare.

Descrizione della stazione di energia, del circuito del trasmettitore, del sistema d'aereo, ed esposizione delle principali caratteristiche e delle più interessanti modalità costruttive dell'impianto.

La telefonia commerciale transatlantica incominciò nel 1926, quando entrò in servizio la Stazione Radiotelefonica Governativa di Rugby.

Questa consisteva da prima in un trasmettitore, che impiegava 30 valvole da 10 kW nello stadio d'amplificazione finale e funzionava alla lunghezza d'onda di 5000 m col sistema dell'onda portante soppressa. La installazione venne eseguita a cura della Western Electric Company Ltd, (ora Standard Telephones and Cables Ltd) colla cooperazione degli Ingegneri della American Telephone and Telegraph Corporation. Il servizio ebbe successo, tantochè fu subito esteso per le comunicazioni fra tutti i più importanti centri Europei ed ogni città degli Stati Uniti e del Canadà.

L'aumento delle facilitazioni ebbe per conseguenza l'aumento del traffico, cosicchè si rese subito evidente la necessità di accrescere i mezzi di comunicazione. Sorse allora il problema del sistema più conveniente per raggiungere tale scopo.

La stazione ad onde lunghe s'era dimostrata di funzionamento sicuro, essendo stati limitati i periodi d'interruzione per guasti, disturbi atmosferici, od altre cause, ad una ben piccola frazione del tempo totale di funzionamento. Tuttavia, a causa dell'estesa gamma di frequenze occupata dalle bande laterali, il numero dei trasmettitori di questo tipo deve essere molto limitato.

Un trasmettitore commerciale che funzioni su una lunghezza d'onda di 5000 m ha una frequenza di circa 60 kC/s, e se l'estensione delle bande laterali è di 3000 cicli, la gamma di frequenze occupata va da 57 a 63 kC/s, corrispondenti ad una gamma di lunghezze d'onda da 4760 m a 5260 m.

Nel caso della stazione ad onde lunghe di Rugby, questa gamma fu molto ridotta per la soppressione dell'onda portante e di una banda laterale, ma ciò nonostante l'estensione della gamma di frequenze restava di valore tanto notevole che si trovò necessario far funzionare tutte e due le stazioni del sistema alla stessa lunghezza d'onda, usando dispositivi opportuni per impedire nella ricezione l'interferenza dovuta al trasmettitore locale.

Le torri per le antenne delle stazioni funzionanti su tali lunghezze d'onda sono estremamente costose; la potenza richiesta, nonostante il notevole risparmio nel caso della trasmissione con onda portante soppressa, è considerevole e, dato l'elevato numero di valvole usato, le spese d'esercizio risultano sensibilissime.

In conseguenza di ciò l'attenzione dei tecnici del British Post Office, e della A.T.T. non poteva non essere rivolta alla possibilità d'impiegare le onde corte (da 14 a 60 m) specialmente in considerazione degli ottimi risultati ottenuti dalle stazioni radiotelegrafiche ad onde corte.

Il vantaggio dell'impiego delle onde corte rispetto alle onde lunghe sta nel fatto che un maggior numero di stazioni può essere usato senza l'inconveniente di mutue interferenze e che maggiori distanze possono essere superate con potenze di molto minori.

Le ragioni di quest'ultima proprietà, stanno in primo luogo nella possibilità d'usufruire nella ricezione dei fasci d'onde riflessi dallo strato di *Heaviside*, anzichè delle onde superficiali; in secondo luogo nell'uso di piccole antenne, le quali possono venire disposte in modo da permettere una trasmissione direzionale, concentrando l'energia irradiata nella direzione voluta (radiotrasmissione a fascio); ed infine nella relativamente piccola intensità colla quale, nel caso delle onde corte, si manifestano i disturbi atmosferici, ciò che permette ad apparecchi riceventi sensibilissimi muniti di antenne direttive, di funzionare con campi, sulla cui intensità non sarebbe possibile fare assegnamento nel caso di onde lunghe.

Per le prove sulla possibilità di un servizio radiotelefonico ad onde corte fra l'Inghilterra e gli Stati Uniti, due stazioni sperimentali furono montate a Rugby in Inghilterra e a Deal Beach in America. S'iniziò così una lunga serie di misure e di osservazioni che furono in principio di solo carattere sperimentale, finchè, date le accresciute esigenze del traffico, si finì coll'approfittare delle stazioni per comunicazioni commerciali.

Il risultato di questi esperimenti dimostrò come le radiocomunicazioni telefoniche ad onde corte possano essere praticamente realizzate sebbene, dato le maggiori variazioni dell'attenuazione che si riscontrano nel campo delle onde corte, si debba fare su tale genere di trasmissione un affidamento un po' minore che nel caso delle onde lunghe. La lunghezza d'onda può essere tuttavia facilmente cambiata con notevole rapidità, sicchè è raro che la trasmissione non possa soddisfare ai requisiti delle comunicazioni commerciali su una parte almeno della gamma di lunghezza d'onda per cui gli apparecchi vengono costruiti.

In considerazione dei buoni risultati dati dalla stazione sperimentale, il «British Post Office» decise di dar corso ad un progetto per un servizio di comunicazioni radiotelefoniche da effettuarsi con trasmettitori ad onda corta, progetto che comprendeva l'installazione di due trasmettitori telefonici e telegrafici Standard ad onde corte, tipo IV, per i quali furono stabiliti i nominativi GBU e GBW.

Descrizione degli Apparecchi.

In questi trasmettitori l'energia ad alta frequenza è generata a piccola potenza e viene poi amplificata per mezzo di amplificatori lineari fino al valore richiesto. Ciò permette l'uso di sistemi di precisione per il controllo della frequenza, poichè il generatore può essere costruito ed inserito nel circuito in modo da non venire minimamente influenzato dalla manipolazione telegrafica, dalla modulazione telefonica, o da qualsiasi cambiamento dell'antenna. L'apparecchio è quindi munito di controllo a cristallo, con cristalli di quarzo accuratamente tarati per le lunghezze d'onda da usarsi. Questi cristalli

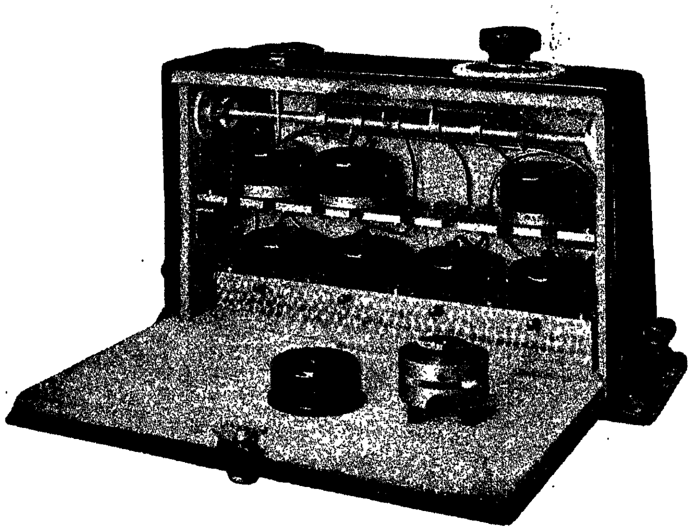
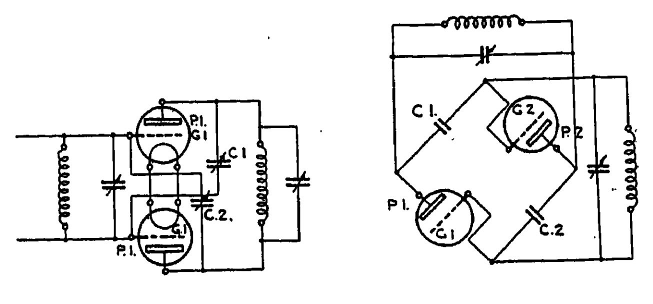


Fig. 1. — Termostato per i cristalli.

sono montati su supporti speciali, contenuti in un termostato (fig. 1), fornito di commutatore che permette un rapido cambiamento della frequenza inserendo il cristallo richiesto per una data lunghezza di onda. Nella figura si vede anche un porta-cristallo tolto dalla sua sede. La fila inferiore di porta-cristalli contiene i cristalli in uso, la fila superiore è costituita dai cristalli di riserva. Il cristallo inserito in circuito controlla una valvola speciale della potenza di 50 watt, separata dal resto del sistema da uno stadio bilanciato d'amplificazione a circuito simmetrico (push-pull), nel quale vengono impiegate 2 valvole da 50 watt.



A B

Fig. 2.

A - Circuito semplificato di amplificatore bilanciato a radio frequenza.
B - Schema del ponte costituito dal circuito dell'amplificatore bilanciato, dimostrante come ogni effetto di reazione sia eliminato.

Il circuito semplificato di questo stadio d'amplificazione è mostrato in fig. 2 e forma la base del disegno di tutti gli amplificatori Standard

usati a queste alte frequenze. Con questo circuito a ponte la capacità fra gli elettrodi delle valvole può essere accuratamente neutralizzata, ciò che è indispensabile per il funzionamento nel caso delle onde corte.

Il termostato contenente i cristalli, la valvola controllata dal cristallo, e lo stadio separatore costituiscono l'oscillatore pilota. E' pure possibile ottenere una lunghezza d'onda non corrispondente alla frequenza dei cristalli facendo funzionare la prima valvola come autooscillatrice. Col crescere della frequenza si rende necessario l'impiego di cristalli più sottili e più fragili; il limite massimo raggiungibile per i cristalli del commercio è di circa 5000 kC/s. (60 m di lunghezza di onda).

Quando la frequenza richiesta fosse maggiore di questa, si può ricorrere al « Moltiplicatore di frequenza » o « Generatore di armoniche » mediante il quale si può ottenere una frequenza pari ad un multiplo esatto della frequenza generata dall'oscillatore pilota. Il multiplo scelto è 4, la frequenza quadrupla essendo ottenuta da due duplicatori di frequenza in serie, i quali sono costituiti da due valvole di 250 watt, funzionanti in condizioni tali da generare un'alta percentuale di armoniche. I circuiti d'uscita dei generatori di armoniche sono accordati alla frequenza desiderata e questa viene amplificata fino alla potenza richiesta, da un primo amplificatore neutralizzato della potenza di 500 watt nominali, funzionante con 2 valvole da 250 watt in circuito simmetrico (push-pull), poi da due valvole da 2 kW, quindi da 2 valvole doppie da 10 kW ed infine da 4 valvole doppie da 15 kW, pure disposte in un circuito neutralizzato simmetrico. Lo schema semplificato dei circuiti a radio frequenza è indicato in fig. 3. Le valvole da 2 kW e quelle di potenza maggiore sono raffreddate ad acqua.

Modulazione e manipolazione telefonica.

La modulazione telefonica viene effettuata nel primo stadio di amplificazione per mezzo di 2 valvole da 250 watt in parallelo usate come modulatrici. La potenza sufficiente per una modulazione completa è facilmente ottenibile da queste valvole, poichè la potenza oscillante all'uscita dell'amplificatore a radio frequenza da 500 watt nominali è mantenuta ad un livello piuttosto basso — ciò che si ottiene regolando opportunamente la tensione di placca delle valvole amplificatrici — allo scopo di fornire all'amplificatore successivo da 4 kW l'esatto valore del potenziale oscillante di griglia per erogare dalle valvole la potenza massima senza distorsione.

Dato l'impiego di potenziali diversi per le placche delle valvole modulatrici e dello stadio d'amplificazione, viene usata una modificazione del sistema di « Modulazione di placca » : in ciascuno dei due circuiti anodici è inserita una impedenza di modulazione, mentre gli anodi vengono essi stessi direttamente accoppiati per mezzo di un condensatore.

L'amplificatore di parola che alimenta il modulatore consiste d'una valvola 4205 D (10 watt) seguita da una valvola 4211 D (50 watt). Naturalmente è impossibile modulare prima dello stadio da 500 watt, essendo questo preceduto dal generatore di armoniche.

La manipolazione telegrafica viene effettuata applicando durante il tempo in cui il tasto resta sollevato (oppure abbassato) un'alta tensione negativa alle griglie delle valvole dell'amplificatore da 500 watt.

A tale scopo alla tensione normale delle griglie viene aggiunta una tensione supplementare ricavata da un piccolo raddrizzatore che funziona con una valvola 4211 D, la cui griglia è direttamente collegata alla placca.

Lunghezza d'onda e potenza.

La stazione G B U può trasmettere su tre lunghezze d'onda diverse corrispondenti alle frequenze di : 18.600 kilocicli (16,10 m), 12.920 kilocicli (24,30 m) e 9.950 kilocicli (30,13 m). Secondo le condizioni atmosferiche la trasmissione viene effettuata sull'una o sull'altra di queste 3 lunghezze d'onda. La potenza all'antenna in assenza di modulazione è di 12 kW a 30 m e scende a 9 kW a 16 m.

Sotto modulazione la potenza a 12 m può raggiungere il valore massimo di 45 kW.

Unità dei circuiti a radio frequenza.

Le unità contenenti i circuiti a radio frequenza della Stazione G B U sono mostrate in fig. 4. La prima unità a sinistra (Oscillatore-Modulatore) contiene l'oscillatore pilota, il generatore di armoniche, l'amplificatore da 500 watt, l'amplificatore di parola, il modulatore, il rettificatore, il relais usato per la manipolazione telegrafica, ed i necessari dispositivi di spianamento per le tensioni impiegate in questa unità. La seconda unità a partire dalla sinistra contiene l'amplificatore intermedio (2 valvole da 2 kW) ed i dispositivi di spianamento per le tensioni di placca e di griglia. La terza unità contiene il primo amplificatore di potenza (2 valvole da 10 kW) e la quarta il secondo amplificatore di potenza (quattro valvole da 15 kW a due a due in parallelo, in « push-pull »).

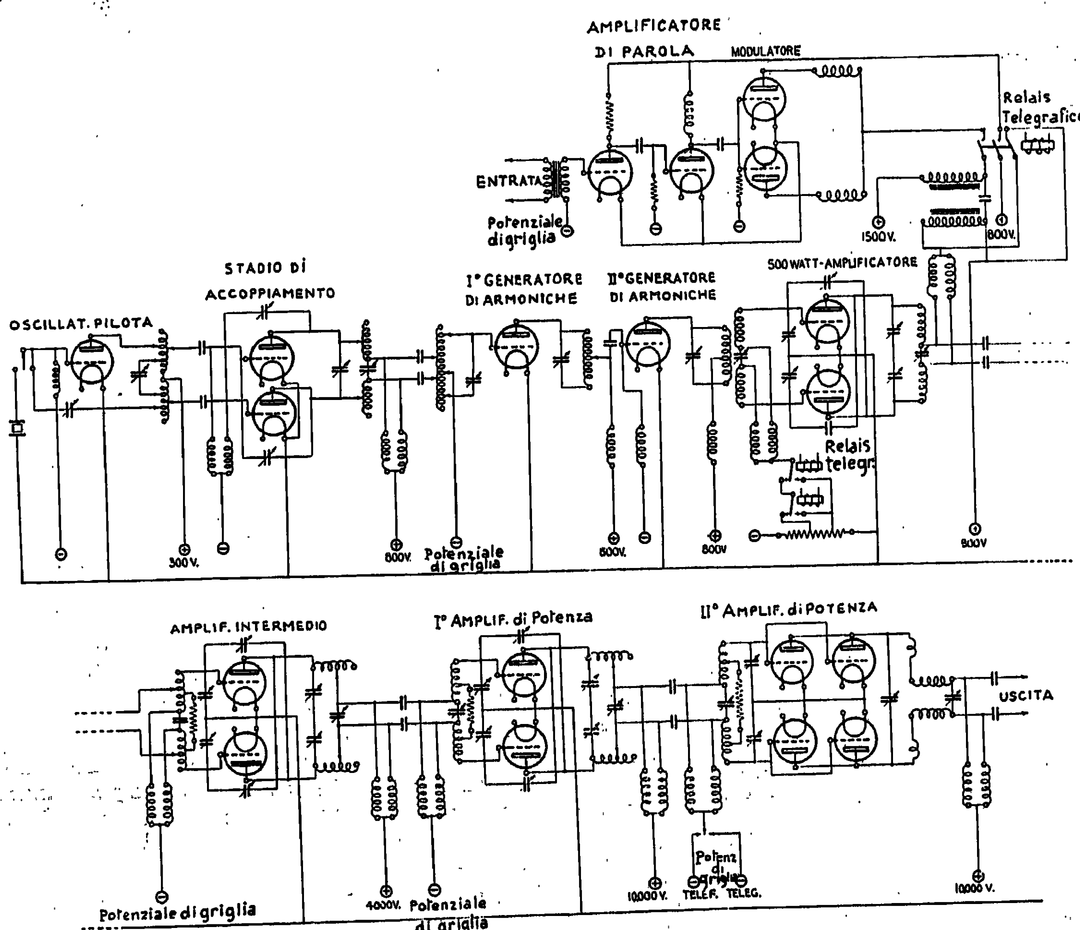


Fig. 3. — Schema semplificato dei circuiti a radiofrequenza.

Alimentazione.

Tutte le tensioni (ad eccezione di quella a 10.000 volt per le placche delle valvole delle due ultime unità), la tensione addizionale di griglia usata per la manipolazione telegrafica e la corrente di riscaldamento per il termostato contenente i cristalli, sono ottenute a mezzo di gruppi motogeneratori, il cui funzionamento viene controllato dai quadri di manovra della fig. 6. Si tratta di tre pannelli che portano rispettivamente gli organi di controllo e gli strumenti di misura per le correnti che alimentano l'Oscillatore-Modulatore, l'amplificatore intermedio ed i 2 amplificatori di potenza.

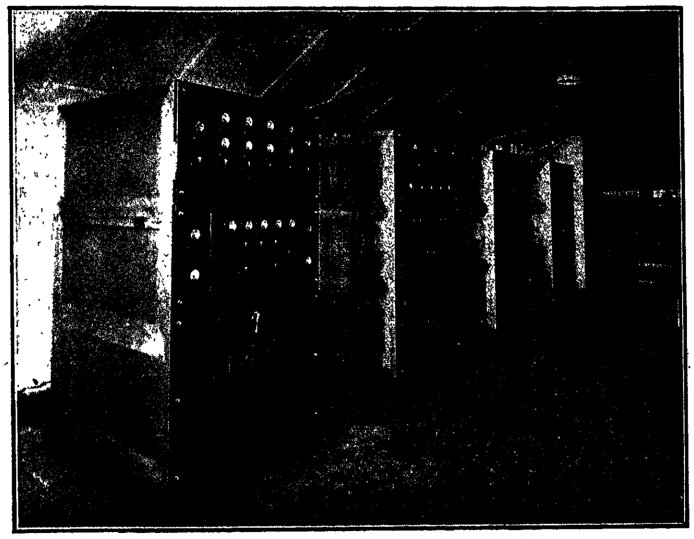


Fig. 4. — Unità contenenti i circuiti a radiofrequenza.

Alla destra di questi pannelli è il dispositivo rettificatore che fornisce la tensione di 10.000 volt a c. c. per i circuiti di placca degli ultimi due stadî d'amplificazione. La tensione della rete d'alimentazione viene elevata al valore richiesto per mezzo di due trasformatori trifasi da 125 kVA, cogli avvolgimenti primari collegati in modo che le due tensioni secondarie risultino sfasate di 60°. Tutti gli avvolgimenti secondari sono collegati per una estremità ai punti di mezzo dei secondari di trasformatori monofasi che alimentano valvole rettificatrici raffreddate ad acqua. Gli avvolgimenti di questi trasformatori sono isolati a 10.000 volt dai rispettivi avvolgimenti primari, i quali sono direttamente collegati alla rete principale d'alimentazione.

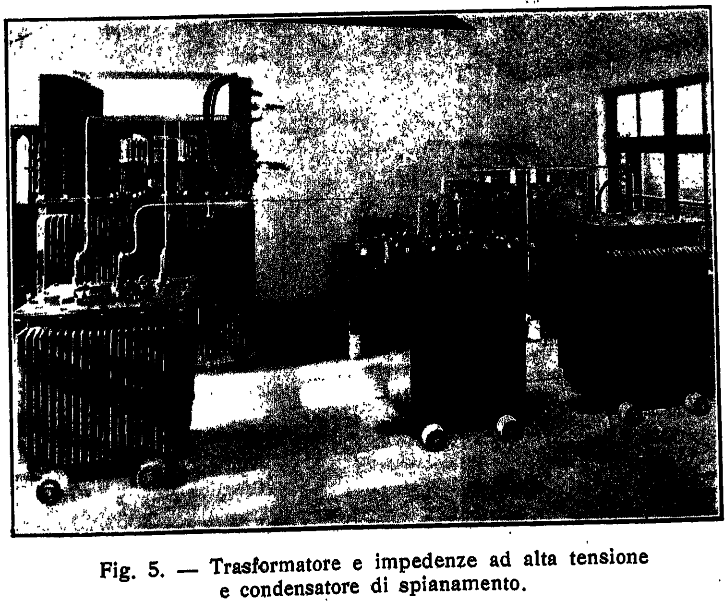


Fig. 5. — Trasformatore e impedenze ad alta tensione e condensatore di spianamento.

Gli anodi delle valvole rettificatrici sono fra loro collegati e messi a terra: su ogni conduttore può essere inserito un amperometro in modo da poter conoscere il valore della corrente fornita da ciascuna valvola. Inoltre un altro amperometro misura la corrente totale rettificata. I punti neutri dei secondari dei due trasformatori sono connessi per mezzo d'una bobina d'impedenza il cui punto di mezzo è collegato a 2 circuiti di spianamento per la tensione del primo e del secondo amplificatore di potenza. La tensione può essere variata fra 6000 e 12.000 volt per mezzo di contatti e connessioni variabili sui primari dei trasformatori.

Nella fig. 5 si vede l'insieme dei trasformatori ad alta tensione e delle impedenze che sono installate in un apposito locale dietro i quadri di manovra ed il rettificatore. Alla sinistra si possono vedere i due trasformatori coll'impedenza a presa intermedia situata di fronte; a destra di chi guarda stanno le due impedenze ad alta tensione, ciascuna davanti al relativo banco di condensatori. L'accesso al locale dei trasfor-

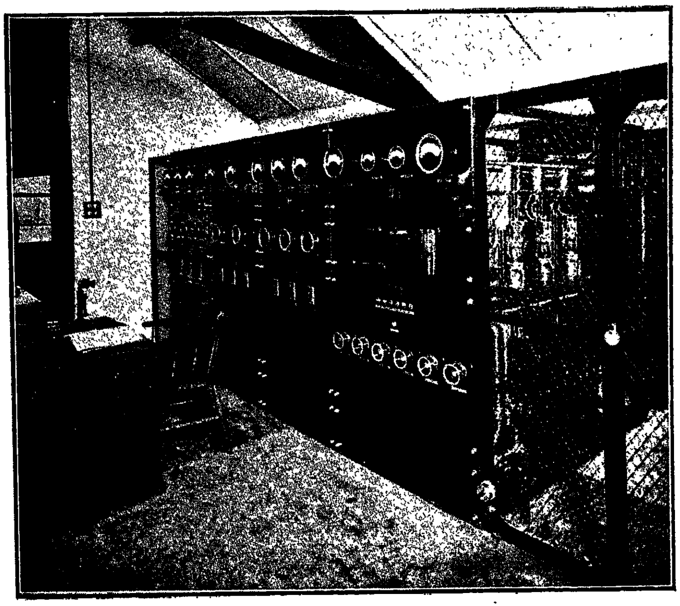


Fig. 6. — Quadri di manovra.

matori è possibile solo attraverso ad un cancello (fig. 6) munito di interruttori di sicurezza per impedire che qualcuno possa entrare senza che l'alta tensione venga tolta.

Gruppi motogeneratori.

Tutti i gruppi motogeneratori sono situati nella sala macchine della stazione principale di Rugby, la quale è completamente separata dal locale del trasmettitore. In tal modo il trasmettitore non può essere influenzato dalle vibrazioni meccaniche dovute alle macchine, mentre queste restano sotto la diretta sorveglianza del personale della sala macchine che può controllarne il funzionamento insieme con quello



Fig. 7. — Sala macchine.

delle macchine appartenenti agli altri trasmettitori. In fig. 7 si vede una parte della sala macchine; la fila di gruppi motogeneratori più vicina all'obbiettivo è quello relativa alla stazione ad onde corte.

Vi sono quattro gruppi motogeneratori, due dei quali sono direttamente collegati alla rete d'alimentazione attraverso ad interruttori automatici elettromagnetici montati sul primo pannello dell'Oscillatore-Modulatore. Gli altri due sono muniti di avviatori automatici collocati alle estremità dei rispettivi basamenti e funzionano a mezzo di interruttori montati sul secondo e terzo quadro di manovra. Inoltre, mediante opportuni dispositivi, è possibile avviare direttamente questi gruppi dalla stessa sala delle macchine per le necessità della manu-

tenzione. In questo caso però i generatori ad alta tensione non possono venire eccitati.

Il primo gruppo motogeneratore è costituito da un motore con indotto a gabbia di scoiattolo, accoppiato ad un generatore a 275 volt, per le tensioni di griglia di tutti gli stadi.

Il secondo gruppo motogeneratore consiste d'un motore con indotto a gabbia di scoiattolo, di un generatore a 18 volt, che fornisce la corrente d'accensione dei filamenti dell'Oscillatore-Modulatore, e di un generatore con armatura a doppio avvolgimento che fornisce la tensione di 1000 volt per tutte le placche delle valvole dell'Oscillatore-Modulatore ad eccezione delle valvole modulatrici, e la tensione di 1500 volt per queste ultime. Il terzo gruppo motogeneratore fornisce la corrente d'accensione a 18 volt per i filamenti delle valvole dell'amplificatore intermedio e la corrente anodica a 5000 volt per le stesse valvole ottenuta a mezzo di due generatori da 2.500 volt in serie. Il quarto gruppo fornisce la corrente a 26 volt per i filamenti dei due amplificatori di potenza, ed inoltre, la tensione suppletiva di griglia di 275 volt necessaria per il secondo amplificatore di potenza. Tutte le tensioni sono regolate da reostati di campo montati sui quadri di manovra. Su questi sono pure montati fusibili per tutti i motori e per tutti i generatori.

Dispositivi di controllo e di sicurezza.

Tutte le porte delle gabbie di protezione che racchiudono le varie unità ad alta tensione, sono munite di interruttori automatici, che interrompono i circuiti di controllo, in modo che ogni tensione pericolosa viene tolta quando le porte vengono aperte.

Per far sì che la successiva applicazione delle varie tensioni alle unità non avvenga in modo errato, sui campi di alcuni generatori sono inseriti interruttori funzionanti colle tensioni che devono essere applicate in precedenza. Il controllo principale viene effettuato dal generatore per le tensioni di griglia, il quale deve raggiungere la sua tensione massima prima che gli altri generatori, ad eccezione di quello per i filamenti delle valvole dell'Oscillatore-Modulatore, possano venire eccitati e prima che possa entrare in funzione l'interruttore automatico del rettificatore ad alta tensione. Inoltre per mezzo di speciali relais a pressione idraulica, non è possibile che sia applicata alle valvole raffreddate ad acqua la tensione d'accensione e la tensione di placca se prima l'acqua non circola in misura sufficiente.

Valvole.

Tutte le valvole fino alla potenza nominale di 250 watt, ad eccezione della valvola con controllo a cristallo dell'Oscillatore Pilota, sono valvole di tipo Standard, senza alcuna alterazione del disegno normale. L'unica modificazione consiste nello zoccolo delle valvole 4212 D, il quale, per l'uso di tali valvole con correnti a radio frequenza, è stato sostituito da uno speciale montaggio con terminali a mollette.

Non c'è nessuna ragione perchè dette valvole debbano avere, se usate alle altissime frequenze del caso della trasmissione ad onde corte, una durata più breve che nell'impiego nei normali trasmettitori per radio diffusione. Anzi, nel primo caso sono fatte funzionare con tensione di placca molto più bassa, data la loro tendenza ad entrare in oscillazione per onde cortissime. La valvola usata nell'Oscillatore pilota è una 4211 D modificata, allo scopo di ottenere un più alto fattore d'amplificazione quale è richiesto per il controllo a cristallo, ed è conosciuta come la « S.S. 2029-I ».

Le valvole da 2 kW (SS 1966 vedi fig. 8) sono di tipo speciale per l'impiego nel caso di onde corte. Sono munite di schermo fra la griglia e la giunzione fra il vetro e l'anodo di rame. La costruzione è tale da render minime le perdite nel dielettrico e la capacità griglia-filamento. Queste valvole vanno montate negli appositi zoccoli di ottone tipo « Standard » per il raffreddamento ad acqua.

In fig. 9 si vede una valvola SS 1968 da 10 kW; le valvole SS 1971 da 15 kW sono dello stesso tipo. Allo scopo di ridurre al minimo la capacità griglia-filamento, il terminale per la griglia si trova dalla parte opposta della valvola rispetto ai terminali per il filamento. Essendo evidentemente impossibile montare tale tipo di valvola in uno zoccolo Standard comune, una camicia di rame per il raffreddamento è fissata all'anodo di ciascuna valvola.

Sistema di raffreddamento.

L'acqua di raffreddamento per gli anodi delle valvole raffreddate ad acqua è fornita da un grande serbatoio, riempito con acqua piovana filtrata, che alimenta tutti i trasmettitori della stazione di Rugby. L'acqua è fatta circolare nelle tubazioni ad una pressione corrispondente alla prevalenza di 33 m, data da una pompa il cui funzionamento è controllato dall'interruttore automatico d'avviamento delle macchine per l'amplificatore intermedio. Questa prevalenza è necessaria date le forti perdite di carico del sistema, poichè l'acqua non solo circola nelle spirali di tubo di gomma isolante, ma anche attraverso alle bobine d'accordo dell'amplificatore intermedio e degli amplificatori di potenza. L'acqua viene raffreddata dal sistema principale di raffreddamento che consiste di refrigeranti alimentati coll'acqua di un ruscello.

Particolarità interessanti dell'impianto.

L'intero equipaggiamento trasmittente è suddiviso in unità. Ciascuna unità Radio compie le sue funzioni indipendentemente dalle altre, cosicchè può essere sostituita da ogni altra unità corrispondente d'un altro equipaggiamento installato nello stesso edificio, oppure può sostituire tale unità corrispondente, unicamente coll'impiego d'una linea di trasmissione. Ciò è possibile perchè ogni stadio di amplificazione è provvisto di circuiti di griglia e di placca entrambi accordati e l'alimentazione delle griglie non avviene direttamente o con potenziometri come negli ordinari trasmettitori. La tensione oscillante di griglia di ciascun stadio può tuttavia essere misurata a mezzo di voltmetri opportuni.

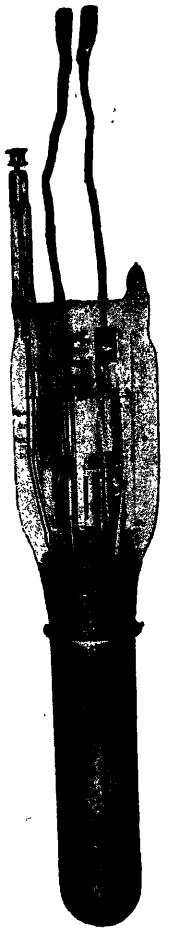


Fig. 8.
Valvola S. S. 1966 da 2 kW.

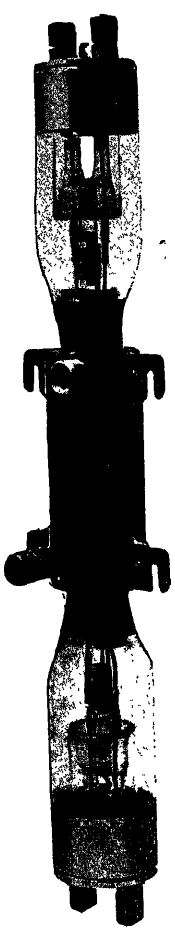


Fig. 9.
Valvola S. S. 1968 da 10 kW.

La presenza di circuiti di griglia accordabili accresce il numero delle regolazioni necessarie per il cambiamento di lunghezza d'onda, ma questo svantaggio è largamente compensato dalle maggiori possibilità di adattamento, intercambiabilità, ecc., che tale sistema presenta. In ogni caso, ammesso che la lunghezza d'onda d'un trasmettitore possa essere cambiata in un tempo conveniente, per esempio in 10 minuti, il tempo necessario per il cambiamento dipende poi dal tempo richiesto perchè, dopo il « fading » nella trasmissione alla lunghezza di onda precedentemente usata, la trasmissione alla nuova lunghezza di onda possa soddisfare ai requisiti della trasmissione commerciale. Tale intervallo di tempo si aggira in pratica intorno a mezz'ora o più.

Il cambiamento della lunghezza d'onda si effettua colla sostituzione di piccole bobine nell'Oscillatore-Modulatore e nei circuiti di griglia degli amplificatori, e cambiando la posizione dei contatti variabili delle bobine dei circuiti di placca degli amplificatori. I condensatori vengono regolati secondo i valori dati da appcsite tabelle, ed infine la linea di trasmissione proveniente dall'ultima unità viene commutata sulla linea di trasmissione collegata all'antenna per la lunghezza d'onda richiesta.

A facilitare i cambiamenti tutte le unità funzionano coll'impedenza terminale dello stesso valore; il valore che è stato arbitrariamente scelto è di 600 ohm. Così, nel caso di necessità, l'ultima unità può essere eliminata, ed il precedente amplificatore direttamente accoppiato all'antenna con una linea di trasmissione a 600 ohm. La stessa cosa si può fare per l'Oscillatore-Modulatore, il quale, unitamente al suo quadro di manovra e alle relative macchine, costituisce da solo un trasmettitore completo con una potenza nominale di 500 watt.

Inoltre il primo amplificatore di potenza può essere tolto dal circuito, ed il secondo amplificatore di potenza direttamente alimentato dall'amplificatore di 4 kW, sebbene questa disposizione dia luogo ad una certa perdita. Analogamente l'amplificatore intermedio può essere disinserito ed il primo amplificatore di potenza direttamente alimentato dall'Oscillatore-Modulatore.

L'impedenza d'uscita di ciascuna unità può essere regolata al giusto valore per mezzo di condensatori di accoppiamento, con sistema di accoppiamento tale che permette di mantenere a tutte le lunghezze d'onda gli stessi valori dell'impedenza.

Ogni unità è completamente schermata e sottratta così all'influenza delle altre, essendo interamente contenuta in una intelaiatura provvista di lamiere perforate di duralluminio ai lati e di pannelli frontali di ardesia foderati dalla parte interna con lamiera di alluminio.

La lamiera perforata costituisce uno schermo migliore della rete, poichè attorno a ciascun foro viene a trovarsi nel caso della lamiera un completo circuito metallico di bassa resistenza, mentre nella rete si hanno resistenze di contatto dove i fili s'incrociano, col risultato di uno schermaggio meno perfetto. Allo scopo di eliminare l'effetto di shuntaggio, capacitivo ed ohmico, del sistema di raffreddamento sulle valvole raffreddate ad acqua, l'acqua arriva alle valvole attraverso alle induttanze d'accordo del circuito di placca, che sono costituite di 2 tubi di rame saldati insieme. Opportuni contatti variabili permettono d'inserire il numero desiderato di spire secondo la lunghezza d'onda e di cortocircuitare le spire escluse.

Data la necessità di tenere le parti componenti e le connessioni dei circuiti a radio frequenza delle minime dimensioni possibili ed il notevole quantitativo d'energia che si deve dissipare nelle resistenze usate per caricare le induttanze di griglia degli amplificatori di potenza, allo scopo di mantenere costante l'impedenza d'entrata, tali resistenze sono del tipo non induttivo a bastoni di carborundum con raffreddamento ad acqua. Resistenze raffreddate ad acqua sono pure usate come antenna artificiale per la misura della potenza all'uscita, che può essere calcolata con grande approssimazione tenendo conto dell'aumento di temperatura e della portata dell'acqua che passa attraverso i tubi contenenti le resistenze.

I condensatori di neutralizzazione per gli amplificatori sono di tipo tubolare; l'armatura interna può essere fatta scorrere a mezzo di vite entro l'armatura esterna fissata ad un cilindro di vetro.

I condensatori per l'amplificazione intermedia hanno per dielettrico l'aria, ma quelli per gli amplificatori di potenza vengono riempiti d'olio per ottenere la capacità richiesta pure mantenendo le armature ad una conveniente distanza.

La capacità additiva necessaria nell'ultimo stadio, dato il maggiore numero di valvole in parallelo, si ottiene aggiungendo in parallelo ai condensatori variabili dei condensatori fissi, del tipo a vuoto. I condensatori variabili sono costruiti in modo da poter essere direttamente montati fra l'anodo d'una valvola e la connessione di griglia della valvola opposta d'una coppia in push-pull, riducendo in tal modo ad un minimo l'induttanza del circuito di neutralizzazione, cosicchè, una volta regolati, la loro posizione può essere mantenuta costante per tutta la gamma di lunghezza d'onda del trasmettitore.

Sistema di terra.

Sebbene ogni singola unità sia messa a terra ed i collegamenti fra le varie unità siano eseguiti con cavi schermati, è possibile che alle alte frequenze del caso siano indotte elevate tensioni a radiofrequenza nei conduttori del sistema di terra. Perciò tutti i circuiti a radiofrequenza sono separati dal sistema di terra delle gabbie e delle macchine per mezzo di impedenze ad alta frequenza, che sono inserite in tutti i circuiti di alimentazione per le placche, le griglie ed i filamenti delle valvole, mentre, allo scopo di completare i circuiti a radiofrequenza, ogni unità è provvista di un proprio sistema di terra (presa di terra artificiale) raggruppato in modo da occupare il minimo spazio.

Gli schermi dei cavi ed i tubi per il sistema di raffreddamento sono connessi al sistema di terra delle macchine in maniera da non costituire circuiti chiusi di dimensioni tali da poter captare e dissipare energia a radiofrequenza.

Equipaggiamenti ad audio-frequenza e sistema di controllo.

Il sistema d'entrata comprende un pannello con prese per la connessione delle varie linee telefoniche in arrivo e delle linee telefoniche di servizio, gli amplificatori di linea, un indicatore di volume, un oscillatore ad audio-frequenza per la trasmissione con onde continue modulate, e per le prove di modulazione.

Su un apposito tavolo sono montate le prese di controllo le quali sono collegate in parallelo colla linea telefonica in arrivo e colle prese corrispondenti delle varie unità del trasmettitore. I piccoli rettificatori per il controllo servono anche per far funzionare gli strumenti per la misura del valore massimo delle tensioni a radiofrequenza. Quando vengono inserite le spine del sistema di controllo gli strumenti restano esclusi dal circuito.

Il rettificatore di controllo dell'ultimo stadio è costituito da una valvola da 50 watt accoppiata capacitivamente alla linea di trasmissione d'uscita. Anche per questo rattificatore è montata sul tavolo di controllo la corrispondente presa, nella quale può essere inserita la spina d'un altoparlante.

Il tavolo di controllo contiene inoltre un indicatore di volume ed un attenuatore variabile per gradi fino a 20 T. U. Questo serve all'operatore per la regolazione continua, ma è solo impiegato quando il volume della corrente in arrivo è costantemente troppo alto o troppo basso e non può essere regolato dall'ufficio centrale.

Sistema d'aereo.

Il sistema d'aereo per la stazione G.B.U. fu eretto dal General Post Office, ma è la esatta riproduzione del tipo « Standard » di antenna direzionale per onde corte. Esso è costituito da 4 torri d'acciaio a traliccio senza ventature, dell'altezza di circa 60 m e distanti metri 140 l'una dall'altra. Le torri, che sono messe a terra alla base, servono di supporto a 3 sistemi ciascuno per una diversa lunghezza di onda. Nella figura 10 si vedono in prima fila le torri per il sistema d'aereo della stazione G.B.U.

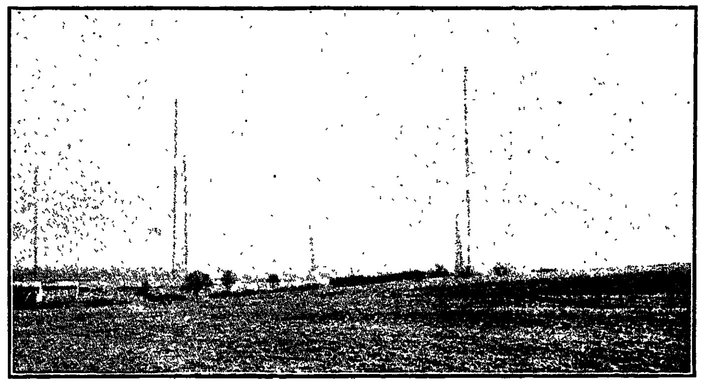


Fig. 10. — Vista generale della Stazione Radiotrasmittente di Rugby.

Il sistema generalmente usato per la radiotrasmissione a fascio consiste nella combinazione di risuonatori, della lunghezza corrispondente a mezza lunghezza d'onda, così disposti ed alimentati secondo tali relazioni di fase, che la radiazione viene praticamente eliminata in tutte le direzioni all'infuori di quella desiderata.

L'irradiazione può inoltre essere delimitata anche in senso verticale, per mezzo di altri risuonatori appositamente disposti al di sopra della fila dei risuonatori che servono per la concentrazione in senso orizzontale. Infine si può ottenere un ulteriore guadagno di circa 3 T. U. per mezzo di un analogo sistema di elementi riflettenti, non direttamente eccitato dal trasmettitore, ma disposto a tale distanza dietro il sistema dei risuonatori direttamente eccitati, che le oscillazioni in questo indotte creino a loro volta un campo atto a favorire la irradiazione nel senso desiderato e ad ostacolare la irradiazione nel senso opposto. Si è trovato sperimentalmente che i migliori effetti si ottengono quando gli elementi del sistema riflettente sono di circa il 4 % più lunghi degli elementi risuonatori.

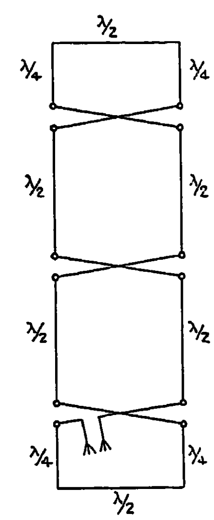


Fig. 11.
Schema di collegamento degli elementi verticali adiacenti del sistema d'aereo.

In generale l'effetto direzionale è tanto maggiore quanto maggiore è il numero degli elementi. Si capisce perciò facilmente come, essendo il numero di risuonatori che si possono disporre in un dato spazio tanto maggiore quanto più corta è la lunghezza d'onda, l'aereo per la lunghezza d'onda di 30 m abbia una minore efficienza di quello per la lunghezza d'onda di 16 m. Tuttavia, questo svantaggio è compensato in certa misura dalle minori perdite che alle lunghezze d'onda maggiori si hanno nel trasmettitore, nella linea di trasmissione e nella stessa antenna e dalla maggior potenza che il generatore può produrre.

Nel sistema di antenna direzionale tipo Standard gli elementi risuonatori verticali adiacenti sono collegati secondo lo schema di figura 11 in modo da ottenere le volute relazioni di fase. Un vantaggio di tale disposizione sta nel fatto che si può approfittare dei circuiti così formati per far circolare in essi la corrente della rete principale d'alimentazione allo scopo di fondere la neve ed il ghiaccio che possono depositarsi sui conduttori d'aereo con dannosi effetti per la sintonia.

Ciascuno dei tre sistemi d'aereo è alimentato da una propria linea aerea di trasmissione che fa capo ad un pannello di vetro nel locale dei trasmettitori: un commutatore rotativo serve per collegare al trasmettitore, a seconda della lunghezza d'onda di trasmissione,

l'una o l'altra di tali linee, che sono costituite da 2 grossi conduttori di rame distanti 25 cm circa.

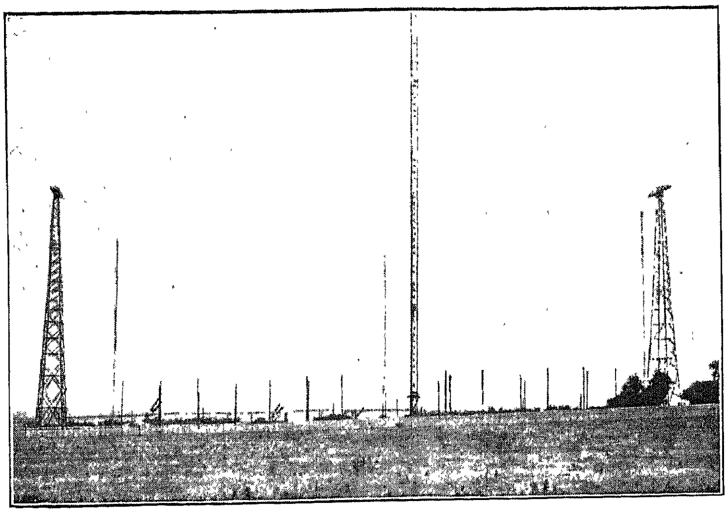


Fig. 12. — Vista di uno dei sistemi d'aereo compreso fra due torri adiacenti.

L'impedenza caratteristica, data dalla formula

$$Z_o = 276 \log_{10} \frac{2\,D}{d}$$

dove D = distanza fra gli assi dei 2 conduttori
d = diametro dei conduttori
Z_o = impedenza in ohm,
risulta di circa 600 ohm.

Le linee di trasmissione sono portate da pali di legno alti 5 m circa, sui quali sono fissate a mezzo di isolatori di porcellana. Il collegamento ai rispettivi sistemi di antenna è fatto con «linee di raccordo» costituito da conduttori tubolari di rame, lunghi un quarto di lunghezza d'onda, la cui distanza può essere variata in modo che risulti

$$Z_o = Z_e\, Z_u$$

dove Z_o è l'impedenza caratteristica della linea di raccordo;
Z_e l'impedenza all'entrata;
Z_u l'impedenza all'uscita.

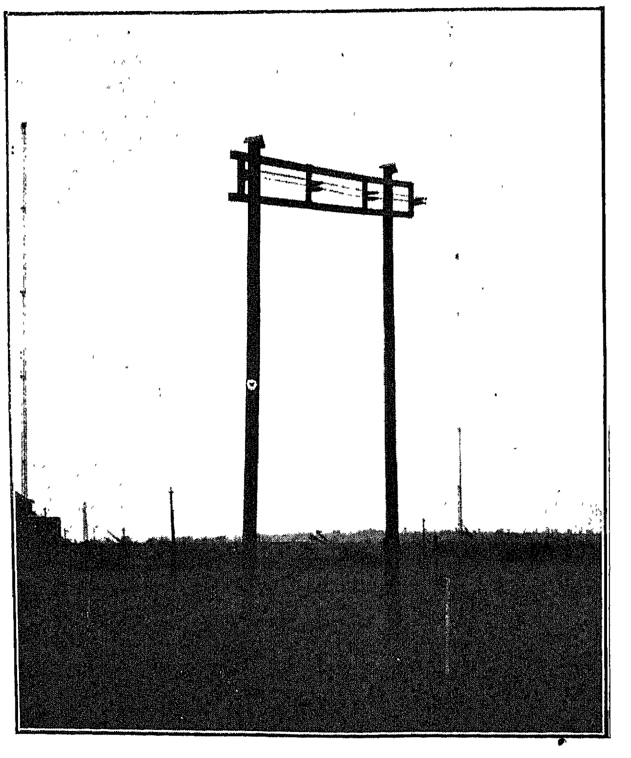


Fig. 13. — Vista d'una «Linea di raccordo».

In figura 12 si può vedere uno dei sistemi d'aereo compreso fra due torri a traliccio, mentre la figura 13 mostra una delle linee di raccordo.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sulla misura della viscosità degli olii.

Riceviamo:

Nel numero 33 del giornale L'Elettrotecnica *nei Rapporti dell'On. Comitato Elettrotecnico Italiano nella Riunione di Stoccolma, lessi con molto interesse che il Sottocomitato Olii ha deciso che per le trattazioni internazionali le misure della viscosità debbano essere espresse in unità fisiche, cioè in Centipoise cinematiche.*

Ad onor del vero, in Italia, fin dal 1887 si fece rilevare la opportunità della misura della viscosità degli olii minerali in dine per cm^2 *oppure praticamente in gr per* cm^2, *e proposi un apparecchio per tale misura ai Tecnici dell'Amministrazione della Rete Mediterranea, i quali, quando si introdusse l'uso degli olii minerali come lubrificanti nelle ferrovie, mi richiesero di un metodo di misura della viscosità rigoroso, non empirico, e non soggetto a dare risultati diversi coi diversi apparecchi* (L'Ingegneria civile e le Arti industriali - Torino, 1887 - Bolley's Technol., LII, pag. 301).

Il metodo di misura e l'apparecchio, da me proposti, vennero adottati dalle principali Società ferroviarie e di navigazione del tempo, da Direzioni di costruzioni navali, da Associazioni utenti caldaie, e da altri Enti, anche all'estero. Mi consta poi che la Spett. Società «Navigazione Generale Italiana» ancora di recente nei suoi capitolati d'onere per la fornitura degli olii minerali mantenne la prescrizione di dati valori della viscosità, espressi nelle unità suddette; e nel 1925 l'On. Ministero della R. Marina espose nella sua importante Mostra alla Esposizione Nazionale di Chimica applicata all'industria, a Torino, un esemplare dell'apparecchio suddetto, ciò che dimostra che esso doveva essere ancora in applicazione presso i suoi stabilimenti.

Con queste constatazioni di fatto intesi semplicemente di dare ai Tecnici italiani il dovuto merito di avere per i primi, da una quarantina d'anni, introdotto nei metodi di controllo degli olii minerali la misura della viscosità in unità fisiche, misura che venne però esclusa dalle Norme della Commissione Governativa degli Oli minerali (1923).

STEFANO PAGLIANI.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

J. P. GARVIN — **Il comando a distanza in miniatura degli impianti elettrici.** (The El. J., giugno 1930, pag. 327).

Il comando a distanza del macchinario elettrico può essere fatto a mezzo di linee telefoniche in cavo che al massimo portano una corrente di 100 mA. Il sistema è stato adottato in un caso nel quale la distanza fra il quadro di comando e la sala delle macchine era di 660 metri ma attualmente è applicato anche su distanze maggiori. L'impianto è stato studiato per le seguenti operazioni: sincronizzazione, misure di tensione e corrente in modo continuo, controllo del funzionamento dei relais, comando delle segnalazioni d'allarme e degli interruttori in olio. Tutta l'apparecchiatura per 12 linee a 114 kV e 12 a 33 kV trova posto su due pannelli di ferro aventi le dimensioni di 61 per 228 cm.

Le misure di tensione si eseguiscono a mezzo di trasformatori di tensione di 25 watt che riducono la tensione da 110 a 55 volt. La messa in parallelo degli alternatori si compie attraverso un triplice circuito telefonico; due circuiti portano la tensione di macchina alle sbarre di sincronizzazione ed il terzo comanda la chiusura dell'interruttore. Il voltmetro durante questa operazione viene staccato per evitare un carico eccessivo ai riduttori di tensione ausiliari. La corrente di linea ridotta a 5 amp. dai trasformatori normali è ulteriormente ridotta a 0,1 amp. con dei riduttori ausiliari prima di essere portata agli strumenti di misura. Questi riduttori sono studiati per funzionare con una resistenza sul secondario di 120 ohm corrispondente a quella di una linea di 3600 m di lunghezza più gli strumenti di misura sul quadro; l'errore massimo non supera l'1 % da metà a pieno carico. Inoltre in caso di corto circuito sul secondario non deve prodursi una tensione maggiore di 45 volt perchè essa potrebbe perforare l'isolante della linea. Il comando degli interruttori si compie a mezzo di relais mentre le lampade di spia sono accese direttamente dall'interruttore nelle sue posizioni estreme di chiusura e di apertura. *I. L.*

APPLICAZIONI VARIE.

PHELAN MCSHANE — **Le macchine utensili funzionano meglio quando gli organi sono comandati da motori elettrici.** (The El. J., giugno 1930, pag. 345).

L'A. riferisce di un tipo di rettifica adatto per la pulitura dei cilindri dei laminatoi, nel quale il motore che comanda l'utensile è montato direttamente sul carrello; un altro motore a velocità regola-

bile comanda il mandrino della rettifica che insieme alla contropunta sostiene il pezzo. Un terzo motore comanda il carrello in senso longitudinale ed un quarto sposta la mola col rispettivo motore in direzione trasversale ed eventualmente può anche imprimere alla mola una rotazione attorno ad un asse verticale. Infine un quinto motore è collegato alla pompa dell'olio; soltanto quest'ultimo ed il motore del mandrino son fissi mentre gli altri tre sono montati sul carrello. L'operaio si trova sul carrello e comanda tutti i motori, compresi quell fissi, mediante tre rotaie che portano la corrente elettrica ai morsetti dei motori mediante dei pattini. I reostati per la regolazione della velocità dei tre motori del carrello sono montati su questo, mentre il reostato del motore del mandrino è fisso ma viene comandato dal carrello: questa disposizione evita la possibilità di un'interruzione sul circuito di campo del motore per difetti di contatto.

Il comando dei motori è fatto a mezzo di pulsanti montati su un quadretto di piccole dimensioni; l'inserzione del motore della mola è fatta con un certo ritardo tanto da dar tempo all'olio di giungere abbondantemente sulla mola. Uno speciale freno è montato sull'albero del motore che comanda l'avanzamento longitudinale del carrello per arrestarlo rapidamente prima che la mola possa oltrepassare per inerzia il limite voluto e recar danno ad altre lavorazioni già fatte precedentemente. *I. L.*

ELETTROFISICA.

E. H. VEDDER — **Le applicazioni delle celle fotoelettriche.** (The El. J., giugno 1930, pag. 335).

Le celle fotoelettriche possono venire impiegate secondo tre schemi: per riflessione, si esamina il colore dei corpi opachi; per trasparenza, si determina la densità dei gas (tipico il caso dell'analisi del fumo); per rifrazione si valutano le proprietà ottiche dei liquidi. Altri fenomeni ottici come la polarizzazione della luce e la diffrazione trovano delle applicazioni in questo campo. In ogni caso l'apparecchio consta delle seguenti parti: una lampada ad incandescenza di intensità costante che illumina la sostanza in esame, una cella fotoelettrica che riceve la luce in uno dei tre modi detti, un amplificatore a valvole ed uno strumento indicatore o registratore per la lettura finale della corrente prodotta dalla cella. L'A. esamina dettagliatamente l'analizzatore del fumo a chiarimento dei concetti suesposti.

Altre applicazioni si hanno nella scelta e nella classificazione dei prodotti di una fabbrica; tale operazione è di solito affidata a personale apposito mentre può essere resa automatica sostituendo all'occhio umano una cella fotoelettrica accoppiata ad un dispositivo meccanico che permetta di eseguire la scelta di mano in mano che gli oggetti si presentano sotto la lampada. Si possono rilevare i difetti di trafilatura di un filo metallico facendolo scorrere davanti ad una fessura fortemente illuminata in modo che una parte della luce risulti parzialmente intercettata dal filo; ogni variazione del diametro del filo fà variare la quantità di luce che giunge sulla cella e può perciò essere facilmente rivelata.

Più facile riesce l'impiego della cella fotoelettrica quando la classificazione debba essere fatta secondo due classi in base al colore; l'operazione si svolge con maggiore regolarità poichè l'occhio a lungo andare può stancarsi e ricevere delle impressioni diverse al principio ed alla fine di un certo periodo di tempo. *I. L.*

FISICA E CHIMICA.

J. RYBNER — **Nomogrammi.** (Gen. Elec. Rev., marzo 1930, pag. 164).

Gli ordinari grafici in coordinate cartesiane servono ottimamente per la rappresentazione delle funzioni a due variabili e la loro facilità di tracciamento e di lettura li rende di uso diffusissimo. Per funzioni più complesse, dove sia richiesta maggiore esattezza, è molto utile ricorrere ai grafici d'allineamento che furono studiati e sviluppati dal Prof. d'Ocagne e da lui chiamati nomogrammi. Questi servono, nella loro più semplice espressione, per le funzioni a tre variabili:

$$F(x, y, z) = 0$$

e sono costituiti da tre linee aventi graduazioni tali che una retta comunque disposta taglia le linee del diagramma in valori x, y, e z, la cui terna soddisfa l'equazione rappresentata.

L'A. considera i diversi casi particolari nei quali il nomogramma assume una forma semplice e facilmente applicabile e cioè: 1) tre rette parallele: questo diagramma serve per la rappresentazione di equazioni del tipo $y = ax + bz$; $y^2 = ax^2 + bz^2$; $\log y = a \log x + b \log z$ ed è applicato nei grafici di moltiplicazione, nei nomogrammi di rendimento dei trasformatori, ecc.; 2) due parallele intersecate da una retta: diagrammi a z che rappresentano funzioni della forma $\frac{f(x)}{h(z)} = g(y)$, adoperati ad esempio nelle misure col ponte di Wheatstone; 3) due parallele e una curva; 4) tre scale curve. A questo proposito l'A. fa una breve esposizione delle proprietà dei sistemi a «coordinate parallele». Gli altri casi considerati sono quelli con quattro o più variabili e quello della rappresentazione delle funzioni iperboliche di argomenti complessi, ma evidentemente questi non sono altrettanto comuni quanto i precedenti.

L'A. conclude esponendo i vantaggi della nomografia e cioè la grande approssimazione, l'esattezza di interpolazione e la possibiltà di considerare, secondo il bisogno, come incognita una qualsiasi delle variabili. Il vantaggio è però sentito specialmente quando il problema si presenta sovente, e torna quindi conveniente il tracciamento del nomogramma. *C. G. E.* (*)

IMPIANTI.

W. HAHN — **La distribuzione dell'energia elettrica dalla centrale del Shannon in Irlanda.** (E. u. M., N. 13, 30 marzo 1930).

La produzione e la distribuzione dell'energia elettrica in Irlanda è riservata, dal 1927, ad un'unica Impresa: la «Electricity Supply Board»». La realizzazione della prima parte del piano di elettrificazione ha avuto luogo con la messa in servizio della centrale del Shannon (Ardnacrusha), avvenuta nell'autunno del 1929.

L'impianto sfrutta una caduta media d'acqua di 28,5 m che alimenta cinque turbine Francis ad asse verticale, accoppiate a cinque alternatori da 30.000 kVA a $\cos\varphi = 0,7$, 10.000 V, 150 giri/min. L'energia a 10 kV viene trasformata a 110 kV e viene trasportata, con una linea doppia, di 180 km, alla sottostazione di Inchicore presso Dublino, e, con una linea semplice, di 100 km, a Cork. A Ardnacrusha ed in queste due località, l'energia viene trasformata a 38 kV e, come tale, distribuita alle varie cabine del Paese che la trasformano ancora a 10 kV.

Per l'esercizio di tutta la rete, l'Irlanda venne divisa in due parti: est ed ovest. A capo di ciascuna di queste è posto un direttore d'esercizio che risiede rispettivamente a Dublino e ad Ardnacrusha.

I risultati di esercizio lasciano prevedere che la produzione d'energia alla centrale durante il corrente anno sarà di circa 110 milioni di kWh. *V. D. Ma.*

L. A. TERVEN — **I risultati degli studi sulla stabilità degli impianti elettrici.** (The El. J., giugno 1930, pag. 351).

Un alternatore può perdere il passo sia per un aumento che per una diminuzione repentina del carico. Nel primo caso occorre una notevole prontezza nel regolatore di tensione per compensare subito la caduta di tensione della macchina; nel secondo caso bisogna chiudere rapidamente il regolatore della turbina a vapore od idraulica. Di solito la regolazione della turbina idraulica è meno pronta di quella a vapore e ciò produce degli inconvenienti quando si deve mantenere in parallelo una centrale idraulica con una termica.

Il fattore di potenza quando è minore di 0,9 aumenta la stabilità del parallelo poichè a parità di carico il flusso magnetico principale è maggiore e sono perciò più sensibili le reazioni elettromagnetiche fra il medesimo campo e le correnti nello stator. Se invece il fattore di potenza è uguale ad uno o in anticipo, il campo magnetico, pur mantenendo costante la tensione della macchina, diventa minore, anche la coppia sull'albero dell'alternatore diventa minore e la turbina tende a trascinare questo fuori di sincronismo quando il distributore si trova completamente aperto. Gli alternatori costruiti con un notevole intraferro hanno un funzionamento più stabile poichè la reazione d'armatura è piccola e il campo magnetico varia di poco al variare del carico; essi hanno però una corrente di corto circuito molto forte. I tuboalternatori che hanno una reattanza sincrona molto elevata ed una corrente di corto circuito relativamente bassa possono avere un funzionamento stabile solo a condizione che il regolatore di tensione sia ad azione molto rapida.

Un corto circuito che interessa solo uno dei fili della linea ad alta tensione non può mettere fuori di sincronismo gli alternatori. In caso di corto circuito su due o tre fasi l'apertura dell'interruttore si compie dopo circa 1/4 di secondo (15 cicli alla frequenza di 60 periodi al secondo); il primo tratto del periodo transitorio che contiene il valore massimo della corrente è limitato ad 1/10 di sec. (6 cicli) e si compie completamente prima che l'interruttore si apra.

L'A. trae le sue conclusioni dall'esame della stabilità della rete del West Penn che ha una potenza installata di 420.000 kVA distribuita fra tre centrali: due a vapore ed una idraulica. *I. L.*

MATERIALI.

F. P. WILSON Jr. — **L'applicazione dell'ossigeno a processi industriali. Il problema economico della produzione dell'idrogeno.** (Gen Elec. Rev, marzo 1930, pag. 199).

I problemi della produzione, della distribuzione e dell'uso dell'idrogeno sono legati strettamente all'industria elettrica: naturalmente la scelta di uno tra i numerosi metodi di produzione dell'idrogeno dipende dal fattore economico, in relazione al grado di purezza del gas ottenibile, poichè la purezza deficiente può limitare e talvolta rendere impossibile l'applicazione del gas ad un certo procedimento. In generale la purezza al 99 per cento è sufficiente per le applicazioni nell'industria meccanica. E' pure necessario che l'ossigeno sia completamente

---

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

escluso dalle impurità. I gas che possono inquinare l'idrogeno, (azoto, ossido di carbonato, metano) non ostacolano, anzi possono vantaggiosamente essere presenti in talune operazioni.

Nel procedimento di *saldatura a rame in idrogeno* già altra volta descritto, l'ambiente del forno deve essere tale da ridurre gli ossidi dei metalli, sui quali si esegue l'operazione. In taluni casi l'atmosfera deve essere carburante, in altri esente da carbonio; cosicchè si dovrà variare la miscela dei gas, che entrano a far parte con l'idrogeno, nell'ambiente del forno, a seconda delle necessità del lavoro da eseguire. In taluni casi l'idrogeno è unico elemento ammissibile, in altri esso entra nella proporzione del 15 per cento, con 85 per cento di azoto. Anche per la ricottura « in bianco », cioè quando si deve evitare l'ossidazione del metallo ricotto, l'ambiente potrà contenere azoto e metano come impurità, od in miscela. Nel *taglio dei metalli* l'idrogeno potrà sostituire vantaggiosamente l'acetilene, quando il suo costo di produzione sarà meno elevato. Bisogna notare che in questo processo l'economia del combustibile deve essere legata a quella del volume di ossigeno che si deve adoperare per eseguire un certo taglio, volume che varia col tipo di *fiamma*, cioè di gas combustibile.

Nella scelta del sistema di produzione dell'idrogeno, ha grande importanza la possibilità di utilizzare con successo gli eventuali sottoprodotti.

Un sistema per ottenere idrogeno è costituito dal processo elettrolitico: consiste, come è noto, nella decomposizione elettrolitica dell'acqua, attraverso però ad una soluzione diluita di idrato sodico o potassico. Il gas risulta molto puro, è però necessario che vi sia contemporaneamente consumo dell'ossigeno, prodotto parallelo della decomposizione. In altri casi, per esempio nelle raffinerie di olio, l'idrogeno viene prodotto per decomposizione violenta del vapore d'acqua a 700° a 800°, a contatto di ferro rovente. Si ha produzione di sesquiossido di ferro e di idrogeno. Questo sistema, usato nel passato per la produzione di idrogeno per areostati, è economico solo per grandi produzioni e in caso di continuità di servizio. Nel processo per liquefazione si ottiene l'idrogeno facendo espandere violentemente il gas d'acqua compresso ed opportunamente raffreddato. Nell'espansione, per il raffreddamento brusco si ha la liquefazione del gas d'acqua, dal quale per distillazione frazionata si ottiene l'idrogeno, con circa tre per cento di ossido di carbonio. Dal gas d'acqua, dal metano e da altri idrocarburi si estrae talvolta l'idrogeno facendo avvenire la decomposizione ad alta temperatura alla presenza di catalizzatori. Quando l'idrogeno, per il particolare impiego che se ne deve fare, può contenere il 25 per cento di azoto, può essere ottenuto economicamente facendo dissociare l'ammoniaca in particolari storte alla temperatura di 900°. Il costo di prodzione medio, per un impianto di elettrolisi di circa 1700 metri cubi al giorno, si aggira sulle lire 1,20 al metro cubo. *C. G. E.*

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

W. W. BROWN — **Proprietà del Mycalex e sue applicazioni ai radioapparati.** (Proc. I. R. E., Vol. 18, N. 8, agosto 1930, pag. 1307).

Il Mycalex è un materiale isolante composto di mica e borato di piombo. La miscela di questi due componenti è portata alla temperatura di fusione del borato di piombo (circa 675° C), quindi colata in stampi e sottoposta ad una pressione di circa 700 kg/cm². Questo materiale isolante è particolarmente vantaggioso per le sue elevate qualità elettriche e meccaniche. Le perdite dielettriche, misurate fino a frequenze di 6000 kc/s in base alla sopraelevazione di temperatura, sono risultate inferiori a quelle della porcellana e del vetro da isolatori. La resistenza all'arco elettrico è notevole, poichè l'arco lascia sulla superficie solo una traccia di borato fuso, che può facilmente essere raschiata. Numerose fotografie mostrano diversi esempi di applicazione del Mycalex in apparati radiotrasmittenti. *M. B.*

Nuovo metodo di rivelazione mediante tubi a C. A. (Wireless World, N. 541, 8 gennaio 1930, pag. 45).

W. T. COCKING — **Rivelatore " di potenza „ per caratteristica di griglia** (Wireless World, N. 558, 7 maggio 1930, pag. 479).

Si tratta della rivelazione per caratteristica di griglia. La novità del metodo consisterebbe nell'applicare al triodo la massima tensione anodica che esso può sopportare, e una tensione alternata di griglia di qualche volt. Si ottiene così una rivelazione « lineare », esente da distorsione, ma non è questa una prerogativa dei soli tubi a c. a. (1)

W. T. Cocking tratta la medesima questione. Descrive prima come avviene la rivelazione per caratteristica di griglia.

E ciò in modo non del tutto corretto, poichè dicendo che « durante la semionda negativa la carica del condensatore sfugge attraverso la resistenza di griglia » dimentica l'azione integrativa (rettificazione cumulativa) dovuta all'essere la costante di tempo del complesso condensatore-resistenza assai maggiore del periodo della tensione alternata a R. F. che si rettifica (N. d. R.).

Passa quindi a considerare le distorsioni a cui tale metodo di rettificazione dà luogo. Le distorsioni in ampiezza possono essere eliminate, anche con forti profondità di modulazione, usando una tensione anodica elevata, e applicando alla griglia una tensione di sufficiente ampiezza. Il pericolo di saturazione del trasformatore per frequenza acustica è evitato col moderno sistema dell'alimentazione in parallelo. Le distorsioni in ampiezza possono essere ridotte entro limiti tollerabili anche per ricezioni di qualità, proporzionando opportunamente resistenza e condensatore di griglia. *M. B.*

(1) BOELLA: Rivelazione per caratteristica di griglia - *L'Elettrotecnica*, vol. XVI, 5 agosto 1929, n. 22, pag. 510.

A. L. M. SOWERBY — **Filtri ad accoppiamento capacitivo.** (Wireless World N. 553, 2 aprile 1930, pag. 350, e N. 554, pag. 386).

Un filtro per alta frequenza ad accoppiamento induttivo permette di realizzare un intervallo costante tra i due massimi della curva di risonanza, e quindi una fedeltà di riproduzione delle bande laterali costante, su tutta la gamma di frequenze ottenibile col condensatore variabile. Mediante un filtro ad accoppiamento capacitivo (fig. 1) si può invece ottenere una curva di risonanza a selettività costante. Ciò, secondo l'A., può essere vantaggioso nei ricevitori che devono funzionare in prossimità di potenti stazioni di radiodiffusione.

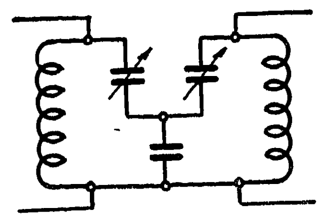


Fig. 1.

L'articolo è corredato di numerose curve di risonanza fatte per diverse frequenze e diversi coefficienti di accoppiamento. Le curve sono state determinate per via analitica, ma in base a valori delle costanti dei circuiti oscillanti, ricavati da misure. [Tuttavia un controllo sperimentale delle curve di risonanza non sarebbe stato privo di interesse]. *M. B.*

L. C. VERMAN e H. J. REICH — **Regolatore di tensione a tubi elettronici per unità di grande potenza.** (Proc. I. R. E., Vol. 17, N. 11, novembre 1929, pag. 2075).

La regolazione accurata della tensione fornita dai generatori elettrici è, nei laboratori di ricerca, una questione di primaria importanza. Sono generalmente usati, a questo scopo, i regolatori a induzione, adatti solo per c. a., e quelli a contatto vibrante, con o senza survoltore. Quest'ultimo sistema presenta vari inconvenienti.

Gli AA. hanno studiato un tipo di regolatore a tubi elettronici, applicabilie, con piccole modificazioni, a qualunque generatore a c. c. oppure a corrente alternata.

Nella sistemazione per corrente continua le variazioni della tensione del generatore (parzialmente compensate mediante batteria di pile) agiscono sulla griglia di un primo tubo amplificatore, (*U* × 240) il quale controlla, mediante accoppiamento a resistenza, un secondo tubo di potenza (*U* × 210); la corrente anodica di questo ultimo alimenta il campo induttore della eccitatrice del generatore. L'accensione dei due tubi è in corrente alternata e la tensione anodica è ottenuta dalla linea a corrente alternata mediante un raddrizzatore e un filtro di livello.

Questo regolatore mantiene la tensione del generatore costante entro il 0,1 % per variazioni del carico tra zero e il massimo (230 A con 110 V).

Causa l'alimentazione mediante la rete a corrente alternata il regolatore risente delle variazioni di tensione di questa. Tuttavia variazioni del 30 % producono solamente variazioni del 1 % nella tensione a corrente continua. E' stato inoltre studiato, per l'alimentazione, uno speciale trasformatore (non descritto) che mantiene costante la tensione secondaria per ampie variazioni della tensione primaria.

A causa dell'induttanza del circuito di eccitazione del generatore, l'azione del regolatore non è immediata. Per brusche variazioni del carico la tensione varia, ma riprende il valore primitivo in una frazione di secondo. *M. B.*

BALTH VAN DER POL — **Un nuovo tipo di trasformazione nella teoria delle correnti alternate, e una sua applicazione alla teoria della ricezione dei suoni.** (Proc. I. R. E., Vol. 18, N. 2, febbraio 1930, pag. 221).

Moltiplicando tutte le impedenze complesse di un circuito per una potenza di *j*, si ottiene un nuovo circuito il cui comportamento può essere immediatamente dedotto da quello del primo. Quantunque dal lato matematico questa trasformazione rappresenti solo una rotazione dei vettori impedenza, di un angolo multiplo di $\pi/2$, tuttavia dal punto di vista fisico essa è importante poichè, prendendo come punto di partenza circuiti di ben note proprietà, indica la via per realizzarne dei nuovi aventi caratteristiche spesso assai interessanti. Di particolare interesse è la trasformazione « × *j* ». Dopo alcuni esempi su circuiti semplici comprendenti induttanze, capacità e resistenze variamente disposte, l'A. espone come tale metodo l'abbia condotto alla realizzazione di un circuito, mediante il quale è possibile variare la fase delle diverse armoniche componenti la tensione alternata ad esso applicata, pur mantenendo invariata l'ampiezza relativa delle armoniche stesse. Tale circuito, (il quale comprende una resistenza negativa, praticamente realizzata mediante un dynatron) gli ha permesso di verificare sperimentalmente la così detta « legge di Ohm acustica », secondo la quale l'orecchio si accorge solo delle ampiezze relative delle varie vibrazioni semplici componenti un suono, e non della loro fase. *M. B.*

STATISTICA.

K. Michailoff — **La produzione e la distribuzione di energia elettrica in Bulgaria alla fine del 1928.** (E. u. M., N. 20, 18 maggio 1930).

L'A. esamina lo sviluppo dell'elettrificazione in Bulgaria desumendo i dati più importanti da una statistica pubblicata dal Ministero dell Agricoltura Bulgaro. Il primo impianto di produzione d'energia data dal 1900: alla fine del 1918 erano impiantate 20 centrali con 14.000 kVA installati; al 1928 le centrali salivano a 147 con 47.558 kVA installati. Di queste, 31 sono idrauliche, 13 termiche con turbine a vapore e 103 termiche con motori a combustione interna. La potenza installata è rispettivamente ripartita nella misura del 38,5 - 45, 16,5 % fra i tre tipi di impianti. La produzione di energia nel 1928 è stata di circa 650 milioni di kWh, ripartita nella misura del 53,7, 35,1 - 11,2 fra i suddetti tre tipi di impianti.

La distribuzione dell'energia è fatta con linee ad alta tensione a 60 kV (100 km), 35 kV (26 km), 15 kV (250 km); 3 ÷ 6 kV (12 km). Nelle reti a bassa tensione è normalizzata la corrente trifase a 380/220 V, 50 per/sec, fatta eccezione per pochi impianti a corrente alternata con tensioni diverse oppure a corrente continua.

Le particolarità dei principali impianti, che offrono qualche interesse, sono richiamate brevemente dall'A. *V. D. Ma.*

M. Blank - D. Pavel — **L'elettrificazione in Rumenia.** (E. u. M., N. 20 18 maggio 1930).

Allo scoppio della guerra, nel 1914, era installata nelle centrali elettriche Rumene una potenza di 85.000 kW che forniva in media 180 milioni di kWh all'anno. I lavori di elettrificazione furono ripresi nel 1921 e condotti con ritmo molto accelerato. Alla fine del 1928, la potenza installata saliva a 230.000 kW e la produzione di energia a 460 milioni di kWh/anno. Il macchinario delle centrali è installato per circa il 90 % in impianti di potenza superiori ai 500 kW che forniscono il 98 % dell'energia richiesta. Queste centrali, alla fine del 1928, erano in numero di 49, delle quali, 3 esclusivamente idrauliche, 11 miste e 35 termiche. L'energia prodotta termicamente eguaglia il 90 % della produzione totale. Gli impianti idroelettrici sono, in generale, a media e ad alta pressione; quelli termici sono equipaggiati con turbine a vapore.

Le linee di trasporto dell'energia sono di limitata importanza perchè gli impianti sono stati costruiti nelle adiacenze dei centri di consumo: vi sono in totale circa 700 km di linee trifasi ad una tensione variabile da 5 a 60 kV. Per l'alimentazione della città di Bucarest, è in costruzione una linea a 110 kV. *V. D. Ma.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

E. J. Wade — **Generatori trasportabili di onde di impulso.** (Gen. Elec. Rev., marzo 1930, pag. 180).

I generatori di onde d'impulso, già usati in laboratorio per riconoscere il comportamento dei vari tipi di macchine elettriche, sotto l'azione di improvvise sovratensioni, sono stati applicati anche nel campo pratico nelle linee di trasmissione per studiare i fenomeni di sovratensione di carattere transitorio, che si verificano sulle linee stesse. Per tale scopo sono stati costruiti dei generatori trasportabili di onde d'impulso, che usano come sorgente di energia un circuito ordinario a 110 volt e che permettono di eseguire in modo facile le prove volute sulle linee di trasmissione. I generatori costruiti dalla G. E. Co. sono uno da 400 kV usato a Pittsfield per prove della messa in tensione di linee, e uno da un milione di volt usato nel Michigan nell'estate 1929 su di una linea a 66 kV per prove sugli scaricatori. L'articolo descrive le caratteristiche costruttive più interessanti di questi generatori e i metodi di funzionamento.

Il primo problema che si è presentato nella costruzione di questi generatori è stato il tipo di capacità da usare, e fra le lastre di vetro e la carta oleata, è stata scelta quest'ultima perchè, a parità di altre condizioni, occupa minor spazio ed è meno soggetta a rompersi. Tenendo conto delle limitazioni imposte dalle strade e dai ponti alle dimensioni dei generatori, le singole unità capacitive, che li costituiscono, furono montate in linea retta sopra un'armatura impregnata d'olio. Così per il generatore da un milione di volt furono usate 80 capacità disposte in strati o elementi di 2 ognuno, e uniformemente distanziati e isolati. La tensione per ogni unità risultò dunque di 25 kV. Come schema elettrico venne scelto il circuito di Marx, data la tensione relativamente bassa richiesta per la carica.

Secondo questo schema le singole capacità formanti i generatori per la carica vengono connesse in parallelo, e con le casse quasi a potenziale zero in modo da avere minime perdite per effetto corona e per dispersione. Le resistenze di carico sono del tipo commerciale a filo smaltato, ognuna di 10.000 ohm. Il passaggio dal circuito in parallelo al circuito in serie avviene rapidamente per effetto delle scariche attraverso i traferri o distanze esplosive lasciate fra i singoli elementi capacitivi, scariche che provocano un graduale e continuo aumento di tensione negli elementi stessi. L'ultima capacità viene poi connessa in serie, attraverso l'opportuno spinterometro, col circuito di carico. Un piccolo trasformatore alimentato a 110 volt e un semplice raddrizzatore sono previsti per fornire la corrente continua di carica.

Data la capacità molto diversa nei due generatori pulsanti, sono state applicate disposizioni costruttive diverse. Quello minore di 400 kV è stato montato su di un carro e racchiuso in una cabina di legno. Poichè questo sistema richiedeva distanze d'isolamento eccessive, il generatore di un milione di volt, fu costruito più semplicemente con un'armatura o trave centrale, contenente i vari elementi capacitivi, imperniata a un estremo sulla piattaforma di un carro, e che può essere alzato all'altro estremo mediante opportuno congegno comandato da motorino, per aumentare la distanza d'isolamento dal sostegno. In ambedue i generatori, sostenuto da apposito telaio, vi è il relativo spinterometro, attraverso il quale avviene il collegamento con la linea.

Come schema generale, un generatore pulsante può considerarsi una capacità C in serie con una resistenza variabile Rs rappresentante i traferri di scarica e in parallelo con un'altra resistenza Rp rappresentante le resistenze di carico. Tutto questo circuito è in serie con l'impedenza di carico, formata da resistenza, induttanza, o capacità variabili. La forma d'onda ottenuta dal generatore è controllata variando la costante del circuito di scarica, che può essere rappresentata dall'impedenza sopraindicata o dalle resistenze di carico stesse, quando la prima è aperta. In quest'ultimo caso, l'onda risultante è di forma esponenziale con una costante di tempo $T = C\ (Rp + Rs)$ che è il tempo necessario per ridurre la tensione al 37 % del valore iniziale. In ogni modo il calcolo dell'onda prodotta dal generatore può essere ridotto al problema della scarica di una capacità in una impedenza formata da resistenze, induttanze, capacità in una combinazione qualsiasi, e le verifiche eseguite mediante l'oscillografo dimostrano la corrispondenza fra il calcolo e la prova.

La scarica può essere iniziata sia regolando uno dei traferri o distanze esplosive in modo da provocare l'arco, quando le capacità vengono completamente caricate, sia cortocircuitando meccanicamente uno di detti traferri, sia infine iniziandola elettricamente. Fra i vari metodi si è applicato quello dell'inizio della scarica mediante commutatore sincrono. Questo metodo è utile per certe prove, nelle quali occorre avere l'impulso di tensione in un determinato istante rispetto all'onda normale di linea a frequenza industriale. Il commutatore costruito non soltanto fa questo, ma controlla anche l'applicazione del potenziale a tutti i circuiti dell'oscillografo, che misura l'effetto dell'impulso. Il commutatore è azionato da un motorino sincrono autoeccitato, che, mediante un complesso di contatti a disco, di bracci a leva, di alberi a gomito, ecc., agisce sui circuiti del generatore e dell'oscillografo in modo da provocare l'impulso nell'istante in cui il raggio o l'onda elettrica attraversano la pellicola. Vi sono ancora altri metodi, a cui corrispondono schemi diversi, per fornire l'impulso di tensione, sempre in modo da coordinare il funzionamento del generatore pulsante con quello dell'oscillografo a raggi catodici. Tali sono quelli coi quasi si inizia l'impulso di tensione mediante l'oscillografo, oppure mediante il generatore pulsante, o infine usando la linea di trasmissione come capacità iniziale. *C. G. E.*

E. Bohn — **Sistemazioni moderne di centrali elettriche a bordo delle navi.** (E. T. Z., N. 22 del 29 maggio 1930, pag. 761).

L'impiego sempre crescente dell'energia elettrica a bordo delle navi per i diversi servizi ha portato come conseguenza la necessità di installare a bordo delle navi stesse delle vere e proprie centrali termiche imponenti. Nei primi piroscafi, per l'impianto elettrico si adottò lo schema di collegamento a gruppi: gli apparecchi di utilizzazione erano riuniti a gruppi su dati circuiti che, a mezzo di appositi commutatori, potevano essere alimentati da un generatore piuttosto che dall'altro o potevano anche essere uniti, a seconda del carico, a uno o più generatori. Questo sistema aveva l'inconveniente che, quando si voleva fare la commutazione, vi era qualche secondo di interruzione in quei servizi, il cui circuito veniva commutato. Col crescere dell'importanza degli impianti elettrici di bordo, per evitare questo inconveniente, si volle far ricorso al collegamento in parallelo degli apparecchi utilizzatori; l'unico inconveniente con questo sistema è che in caso di uscita di servizio di un generatore, gli altri debbono poter assumere il carico del generatore momentaneamente fermo, a meno che non si possa avere una immediata diminuzione di carico. Per ottenere appunto questo è stato studiato uno schema di sicurezza automatico per il quale, quando un generatore esce di servizio, si ha immediatamente una diminuzione del carico nella rete, colla messa fuori servizio di apparecchi utilizzatori. Questo genere di impianti è ormai largamente diffuso sulle navi tedesche e se ne hanno già 28 così equipaggiate. In questo schema vengono adottati interruttori automatici di sovracorrente e di corrente inversa, quali si usano già nelle centrali fisse.

L'A. porta il caso della motonave «Magdeburg» della «Hapag» per mostrare come è stato realizzato lo schema di diminuzione automatica del carico, in caso di uscita di servizio di un generatore: la nave è provvista di un motore MAN a due tempi da 3000 kW; il principale consumo di energia elettrica durante la marcia è dato dal motore elettrico del ventilatore di lavaggio dei cilindri del motore. Questo motore elettrico assorbe 700 A. Normalmente funzionano due generatori che possono sopportare un carico massimo di 650 A cadauno; però, poichè il carico normale è di soli 900 A, ogni generatore è caricato per 450 A. Se un generatore va fuori servizio, è prevista una riduzione di carico del motore del ventilatore da 700 a 450 A, il che consente ancora al motore principale di lavorare con una riduzione del solo 10 % del numero di giri. Gli altri carichi restano immutati e il generatore rimasto in servizio resta caricato al suo massimo.

T. S.

CRONACA

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

La *protezione delle reti* mediante relais selettivi ha trovato in poco tempo una vasta applicazione, grazie ai numerosi vantaggi che tale tipo di protezione presenta. Fra questi, la *Révue Brown Boveri* del giugno 1930, dando una introduzione allo studio dei progetti di protezione selettiva delle reti, ricorda in particolare: determinazione automatica del tempo di funzionamento, soluzione semplice dei problemi di protezione di reti complesse, tempo di disinserzione indipendente dalle grandezze elettriche della rete ed infine, completa libertà in ciò che concerne i sovraccarichi normali. *V. D. Ma.*

CONDUTTURE.

Il fenomeno dell'effetto pellicolare è dovuto, com'è noto, al campo magnetico interno ed esterno al conduttore, che produce una forza motrice d'induzione maggiore al centro che non alla superficie del conduttore. La resistenza del conduttore, è maggiore al passaggio di correnti alternate che non a quello di correnti continue. Nella *Gen. Elec. Rev.* dell'aprile 1930, Ewan riporta delle curve cosidette «dell'effetto pellicolare» per conduttori tubolari isolati in funzione del foro interno del conduttore.

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Un *confronto fra gli impianti di illuminazione in serie* con linea aerea, rispettivamente con corrente di linea a 20 ampere e lampade direttamente inserite, e con corrente di linea di 6,6 ampere e lampade inserite a mezzo di trasformatore di corrente, è svolto da H. E. Butler nella *Gen. Elec. Rev.* del maggio 1930. Il primo sistema presenta il vantaggio che uno stesso trasformatore regolatore alimenta un maggior numero di lampade; inoltre il fattore di potenza è migliore e lo schema è più semplice per l'assenza dei trasformatori singoli con conseguente minore spesa. Il secondo sistema ha invece il vantaggio di una minore tensione ai morsetti della lampada, di perdite in linea notevolmente minori, di una maggior durata delle lampade che sono difese dalle scariche sulla linea; si ha inoltre l'indipendenza di una lampada dall'altra, senza bisogno di ricorrere a speciali valvole di tensione.

IMPIANTI.

La centrale di pompe per accumulazione di Herdecke. — Nel numero di maggio 1930 dell'*E.T.Z.* viene riferito circa un nuovo impianto di accumulazione d'energia per mezzo di pompe, che è stato di recente costruito in Germania nella regione della Ruhr. L'impianto di Herdecke è equipaggiato con tre pompe da 25.000 kW cad. per una potenza complessiva di circa 80.000 kW e con turbine per una potenza complessiva di 150.000 kW. L'acqua viene presa da un laghetto di decantazione costruito alla confluenza della Lenne nella Ruhr e viene pompata in un serbatoio sopraelevato di 160 m. Ogni gruppo è costituito di una turbina che viene collegata stabilmente coll'alternatore, e di una pompa che viene collegata a mezzo d'innesto idraulico-meccanico col generatore funzionante da motore sincrono. Ogni gruppo ha comando automatico, di guisa che le turbine possono essere messe in funzionamento in circa 120 secondi: il passaggio dall'uno all'altro sistema di funzionamento può avvenire in 150 secondi nel passaggio da turbina a pompa e in 50 secondi in senso inverso. La centrale è entrata in servizio per metà alla fine di marzo e può produrre 160 milioni di kWh all'anno. In questa centrale viene utilizzata tutte l'energia notturna di supero delle centrali termiche della Ruhr e anche quella delle centrali idroeletriche della Baviera: essa serve a fornire energia nei periodi di punta nel bacino della Ruhr. *T. S.*

*

Un equipaggiamento termoelettrico per un turbo-generatore funzionante normalmente come condensatore sincrono, ma tale che, alla occorrenza sia in grado di assumere un carico di 35.000 kW istantaneamente, è illustrato in *E. W.* (19 aprile 1930, pag. 783). Il funzionamento dell'impianto è reso possibile da una caduta di pressione in caldaia da 30 a circa 16,5 kg/cm². Frattanto si attivano le caldaie e i bruciatori ausiliari finchè la domanda addizionale di vapore necessario ad alimentare un secondo gruppo di riserva può essere fornita senza ulteriori cadute. Automaticamente, con la richiesta del carico vengono aperte le valvole d'ammissione della nafta e i ventilatori per il tiraggio forzato, mentre gli apparecchi per il tiraggio indotto e la circolazione d'acqua vengono portati al numero di giri corrispondente al carico normale. *G. Cc.*

*

Di un impianto elettrico razionale per illuminazione e forza motrice installato con particolare riguardo alla possibilità di futuri ampliamenti dà notizia *E. W.* del 14 giugno 1930 a pag. 1200. L'alimentazione è fatta con circuiti a 4 fili e un neutro facenti capo a un sistema di sbarre a fasi; è previsto un circuito di riserva. Le diramazioni portano a «scatole» convenientemente montate e da questi attacchi partono i fili che portano ai motori, racchiusi entro condotti metallici flessibili. Per equilibrare il servizio luce nell'apposito pannello si fa uso di due sbarre di divisione con diramazioni bifilari da queste sbarre e dal neutro solidamente messo a terra. Due dei quattro circuiti componenti lo schema a 5 fili terminano ad una estremità delle sbarre di divisione e gli altri due completano il circuito all'altra estremità. *C. Cc.*

MOTORI ELETTRICI.

Nei grandi laminatoi moderni la potenza assorbita può raggiungere i 50.000 kW ed è distribuita fra un numero relativamente piccolo di motori; si è pensato perciò di adottare dei motori ad alta tensione collegati direttamente alla rete di distribuzione a 13.200 volt. Un impianto di questo tipo è descritto in *The El. J.* del giugno 1930 a pag. 343; il quadro di comando dei motori in particolare è di tipo completamente chiuso compresi gli interruttori e con le sbarre immerse in una miscela isolante. In un altro impianto recentemente ampliato è stato cambiato tutto il macchinario elettrico che prima funzionava a 2.200 volt e sostituito con macchinario ad 11.000 volt. La maggiore spesa incontrata in questo impianto è stata largamente compensata da una minore spesa negli interruttori e nelle linee di distribuzione che vennero proporzionate per una corrente minore. *I. L.*

SOCIETA' SCIENTIFICHE, CONCORSI, ECC.

Un *Concorso Internazionale per lo sviluppo delle applicazioni dell'alluminio* è stato indetto dal Bureau International de l'Alluminium, che ha sede a Parigi, Rue de Balzac, 23 bis. Al concorso possono partecipare gli ingegneri e i tecnici di tutti i Paesi. Lo scopo di esso è di premiare le nuove idee o invenzioni suscettibili di sviluppare l'impiego dell'alluminio e delle sue leghe: possono essere presentate memerie riguardanti l'invenzione o la costruzione di oggetti o apparecchi o macchine, oppure nuovi procedimenti di lavorazione. Le memorie devono pervenire al Bureau entro il periodo dal 1 gennaio al 1 aprile 1931 e devono riguardare invenzioni per le quali non sia stata avanzata domanda di brevetto prima del 1 gennaio 1931. Il concorso contempla la assegnazione dei premi per complessivi 100.000 franchi francesi.

Ogni maggiore informazione si può avere rivolgendosi al Bureau a Parigi oppure alla «Alluminio S. A.» di Milano (112) - Via Principe Umberto 18.

STATISTICA.

Le risorse idroelettriche del Brasile secondo le più recenti statistiche permetterebbero uno sfrutamento di circa 11 milioni di kW di potenza continuativa, anche in periodo di magra; la cifra è ritenuta ancora molto al di sotto del vero. Attualmente la potenza utilizzata negli impianti esistenti si aggira intorno al mezzo milione di kW. Al 31 dicembre 1928 esistevano 291 centrali idrauliche per una potenza complessiva di 410.000 kW e 191 centrali termiche per una potenza di 75.000 kW; per la maggior parte si tratta di installazioni antiquate, che risalgono al periodo anteriore alla guerra mondiale. Dopo il 1928 si è però manifestato un vivo interessamento del capitale straniero, specialmente canadese e degli Stati Uniti. Il gruppo canadese fa capo alla Brazilian Traction Light and Power C. che si occupa di impianti di produzione di energia e di elettrificazione ferroviaria. Il gruppo degli Stati Uniti è costituito da due Società, che mettono capo alla «Emprezas Electricas Brazileiras». Questi due gruppi tendono ad assorbire tutte le imprese minori esistenti e a costituire un vero e proprio monopolio di fatto.

*

Gli impianti elettrici dell'Albania si riducono a poche installazioni che sfruttano energia termica, concentrati nelle città più importanti. La centrale di Tirana fu costruita nel 1928 e venne equipaggiata con 4 generatori accoppiati rispettivamente a 3 motori Diesel da 90 kW ed uno da 265 kW. Gli alternatori forniscono energia trifase a 5250 V., 50 periodi che, mediante un cavo da 3×6 mm², lungo 3300 m., viene distribuita a 5 cabine di trasformazione sparse per la città. La rete a bassa tensione, lunga 30 km, è portata da pali in cemento armato e da pali in legno impregnati con catrame. La potenza installata nelgli altri più importanti impianti, che utilizzano, in generale, motori ad olio pesante, è la seguente: Valona, 90 kW; Korca, 290 kW; Durazzo, 130 kW; Berat, 130 kW; Fjeri, 45 kW; St. Quaranta, 60 kW; Scutari, 265 kW. *V. D. Ma.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

La distribuzione delle correnti in una linea trifase avente capacità trascurabile e alimentata da una sola centrale, in caso di corto circuito a terra di due fasi, è ricavata col sistema delle coordinate simmetriche in uno studio del Prof. B. Focaccia riportato dall'«Energia Elettrica» del giugno 1930. Sono dati esempi numerici. Il calcolo piuttosto laborioso come in tutti i problemi del genere, è giustificato da altra parte dall'importanza che hanno i risultati, sia dal punto di vista tecnico che economico. *I. P.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

La Ferrovia del Norte in Spagna che faceva capo in Barcellona alla stazione Nord, venne collegata alla fine del 1928 al punto centrale della città — Plaza de Cataluna — mediante un tronco di Metropolitana, della lunghezza di 1540 m. (*El. Bahnen*, giugno 1930). *V. D. Ma.*

LIBRI E PUBBLICAZIONI

L. B. W. JOLLEY - J. M. WALDRAM - G. H. WILSON. — *The Theory and Design of Illuminating Engineering Equipment.* — Londra - Chapman and Hall, 1930. — Un volume di 16×25 cm, di 709 pagine con 555 figure. — Prezzo, rilegato, 45 scellini.

Fra i numerosi libri pubblicati negli ultimi anni, in tutte le lingue, sulla tecnica della illuminazione, questo occupa veramente un posto a sè, per l'argomento speciale trattato. Gli AA. infatti si sono proposti di scrivere un libro sulla tecnica della costruzione degli apparecchi di illuminazione e lo hanno fatto con larghezza di notizie e singolare efficacia di esposizione che rivela una competenza affatto particolare. Ne è venuta un'opera del massimo interesse per i tecnici del ramo e che sarà certamente accolta con grande attenzione.

Dopo una breve parte introduttiva sui fondamenti fisiologici e le leggi principali della tecnica dell'illuminazione, gli AA. considerano anzitutto i diversi tipi di lampade: a incandescenza, ad arco, e a gas ionizzati. Di ciascuno di essi descrivono i particolari costruttivi, le caratteristiche di funzionamento: il capitolo dedicato alle lampade a incandescenza è, sotto questo aspetto, singolarmente interessante e ricco di notizie.

La terza parte del libro è dedicata ai riflettori e ai rifrattori e allo studio in generale dei dispositivi e dei fenomeni che entrano a determinare la distribuzione della luce generata dalla lampada. Questa parte costituisce una vera guida pratica e razionale pel costruttore di apparecchi e contiene anche una quantità di notizie preziose per lo studio di un impianto di illuminazione. Speciali capitoli sono dedicati ai grandi proiettori, alla pubblicità luminosa, alle lampade a luce solare e a molte altre questioni particolari.

L'ultima parte si occupa dell'apparecchiatura per impianti speciali: segnalazioni, comandi per il traffico urbano, studi per cinematografie, fari per automobili, impianti automatici, ecc. Il libro si chiude con una lunga appendice di tavole, diagrammi, Norme, ecc.

Si tratta quindi di un'opera veramente notevole e molto raccomandabile, di grande utilità pei tecnici dell'illuminazione.

*

F. MÖRTZSCH. — *Elektrizität in Wohnhausbauten.* — Berlino - Edito a cura della «Vereinigung der Elecktrizitätswerke E. V.», 1930. Un volume di 108 pagine con 43 tavole. — Prezzo, rilegato, 2,50 marchi.

Si tratta di un volumetto descrittivo dedicato specialmente ai costruttori di edifici civili e inteso a rendere più facile un opportuno coordinamento fra il costruttore e l'installatore degli impianti elettrici domestici. Questi è bene che siano tenuti presenti, studiati e progettati durante la costruzione in modo che la loro messa in opera possa riuscire più facile, più razionale e più comoda.

Il volumetto descrive sommariamente i diversi impianti di applicazioni elettriche domestiche e con grande abbondanza di illustrazioni si studia di renderne evidenti le caratteristiche. Qualche tabella numerica e qualche schemino di impianto corredano il volume.

*

R. RÜDENBERG. — *Die Relaissteuerungen der modernen Strarkstromtechnik.* — Berlino - J. Springer, 1930. — Un volume di 16×24 cm, di 79 pagine con 153 figure. — Prezzo, marchi 7,50.

Il relais è diventato nei moderni impianti un elemento essenziale e multiforme le cui applicazioni divengono ogni giorno più varie e più numerose. Esso ha permesso, anche, come è ben noto, di realizzare sistemi di regolazioni e di comandi automatici o a distanza che vanno diffondendosi continuamente in campi diversissimi.

Uno sguardo generale su questa applicazione dei relais negli organi di comando e di regolazione è data dall'A. in questa rapida ma ricca monografia di carattere descrittivo e applicativo.

Il pregio maggiore di essa consiste nel grande numero di schemi e di diagrammi di inserzione e di connessione dei relais nei diversi casi della pratica. Sotto questo aspetto il volumetto si presenta di grande interesse e merita di essere ben conosciuto dai tecnici.

*

OTTO SIEBERT. — *Die Wärmeaufnahme der bestrahlten Kesselheizfläche.* — Berlino - Edito a cura del V. D. I., 1930. — Un opuscolo di cm 21×30, di 17 pagine, con 12 figure. — Prezzo 4 m.

Questa monografia è una riprova della grande complessità dei problemi che intervengono nel calcolo esatto dei fenomeni di trasmissione di calore nei focolari delle caldaie. Come è noto, nelle caldaie moderne si tende a dare sempre maggiore importanza alla trasmissione del calore per irraggiamento; ma qui appunto sorgono le questioni più difficili che, per essere trattate con metodo esatto, involgono calcolazioni molto complesse e farraginose.

L'A. ha sviluppato questa calcolazione per un tipo di caldaia a tubi subverticali con grande apparato di trattazioni analitiche, e tenendo conto dei più moderni risultati teorici. Per quanto ciò lo porti a parecchie conclusioni interessanti il metodo si presenta assolutamente inadatto per la pratica professionale data la grande sua complessità.

*

GERBEL - REUTLINGER. — *Kraft-und Wärmewirtschaft in der Industrie* - Vol. II. — Berlino - J. Springer, 1930, terza edizione. — Un volume di cm 16×23, di 338 pagine con 102 figure. — Prezzo rilegato, 20 marchi.

Questo secondo volume dell'opera, ormai classica nel suo genere, si presenta completo in sè stesso e può stare completamente separato dal primo volume dal quale esce a distanza di qualche anno.

Il problema della razionale organizzazione degli impianti termici nell'industria col coordinamento della produzione di forza motrice e del riscaldamento industriale, ha una grande importanza economica, non sempre sufficientemente intesa. Esso è dettagliatamente illustrato in questo volume con riferimento alle necessità e alle risorse delle singole industrie.

La possibilità della produzione economica di energia elettrica in posto, nelle industrie che consumano quantità di vapore rilevanti per le lavorazioni è prospettata e studiata sotto i vari aspetti che la questione può assumere secondo le caratteristiche dei diagrammi di carico e di consumo di vapore, le esigenze particolari delle industrie, ecc.

Una ricca documentazione di esempi e la chiara trattazione teorica ne fanno un'opera utile e persuasiva che avrà molte cose ancora da dire a una quantità di industriali e di tecnici non specializzati.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

AZIENDA ELETTRICA COMUNALE DI VERONA. — *Sostituzione della tensione 5600 V alla tensione 3200 V sulla rete di distribuzione primraia della A.E.C.V.* — Un vol. cm 23×30, di 26 pagine con 13 figure.

V. MITKEVIC. — *On the transformations of magnetic flux.* — Un volume cm 19×20,5, di 6 pagine.

— *On the anomalous magnetic flux.* — Un vol. 19×20,5 cm di 2 pag.

— *Anomalous magnetic flux of a toroidal coil.* — Volume 1° e 2°, cm 19×20,5, di 12 pagine.

— *Total electromotive force of mutual induction.* — Un volume di cm 19×20,5, di 2 pagine.

ANGELO DRIGO. — *Correnti alternate lungo cilindri magnetostrittivi torti in campo alternato longitudinale.* — Un vol. di 15,9×23,7 cm, di 9 pagine.

TH. VAUTHIER. — *Recherches expérimentales sur la propagation du son dans un long tuyau cylindrique.* — Annales de physique - Extrait - Masson e C. Editeurs 120 Boul. St. Germain, Paris VI - 1 volume 14.5×22.8 cm. di 19 pag. con alcune figure.

Dott. E. VARETON. — *L'Istituto sperimentale di batteriologia industriale Mezzadroli* di Bologna. — R. Tipografia F.lli Merlani, 1930 - 1 vol. 19×28 cm. di 19 pag. con 10 figure.

Prof. G. MEZZADROLI - Dr. E. VARETON. — *Azione delle onde elettromagnetiche ultracorte sulla germinazione dei semi, sull'accrescimento delle piante e sullo sviluppo dei microrganismi.* — Tranato, Tip. Il Popolo Ionico, 1930 - 1 vol. 21.7×31 di 5 pag. con 2 fig.

Journal de Radiologie et d'électrologie - Tome XIV, n. 4 Avril 1930 - Masson e C. Editeurs Librairie de l'Académie de Medicine, 120 Boul. St. Germina, paris - 1 vol. 21×29.3 cm. di 62 pag. con parecchie figure.

Radio equipment - Parte I, *Radio transmission* - Standard Telephone e cables Ltd. 1 vol. 19.5×26.5 cm. di 51 pag. con parecchie figure.

Radio Equipment - Parte II, *Equipment for short wave radio links and commercial services* - 1 vol. 19.5×26.5 cm. di 56 pag. con parecchie figure.

Radio Equipment - Parte III, *Broodcasting equipment* - Un volume di cm 19,5×26,5, di 73 pagine con parecchie figure.

Radio Equipment - Parte IV, *General purpose commercial transmitters* - 1 vol. 19.5×26.5 cm. di 32 pag. con parecchie figure.

THE NATONIAL PHYSICAL LABORATORY - *Report for the year 1920.* — London. His Majesty's Stationery Office 1930 - Un vol. 26,5×26,7 cm. di 298 pag. con 58 figure - Prezzo 11 scell.

SOC. GENERALE PUGLIESE DI ELETTRICITÀ - *L'energia Idroelettrica in Puglia,* Fiera del Levante, Bari Settembre 1930 - 1 vol. 17.5×25 cm. di 15 pag. con alcune figure.

R. SCUOLA DI INGEGNERIA DI PALERMO - *Annuario dell'Anno Accademico* 1929-30. — Cartoleria Coniglio - Un vol. 16,5×24 cm, di 257 pagine.

Guida di Bergamo e Provincia - Anno 1930 VIII. — Edizione e pubblicità di G. Santifaller - 1 vol. 15.7×21.5 di 348 pag. - Prezzo L. 20.

Standards Yearbook 1930. — U. S. Department of Commerce - National Bureau of Standards - 1 vol. 15×23.5 cm. di 299 pagine.

More power to the home - Miscellaneous Electrical Hausehold Divices. — 1 vol. 15.4×20.2 cm. di 32 pagine con alcune figure.

KURT GOEHT. — *Eisen und Rüchstromverluste im wechselstromgespeisten Einfasenkabeln* - Universitätsverlag von Robert Noske in Borna - Leipzig, 1930 - Un vol. 14,8×21 cm, di 49 pagine con parecchie figure.

Ing. RICHARD HOFBAUER. — *Osterreich Zuchünftige Energie wirtschaft* - Wien Julius Siringer, 1930 - 1 vol. 15×21 cm. di 87 pagine.

G. CERCHIA. — *La costruzione degli apparecchi elettrici alla portata di tutti* - Vol. II, Chierchia e Maggiorotti, Via delle Alpi 27, Roma, 127 - 1 Vol. 12.5×16.8 con 63 fig. di pag. 91.

Ing. RAFFAELE MERLINI. — *Elettrificazione ferroviaria.* - Estratto della Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, anno XIX - Un volume di cm 21,5×30, di 38 pagine.

Ing. KARL NAEHR. — *Die Osterreichischen Wasserkraftwerke im Katastrophenwinter* 1928-29. - Wien 1930 Sonderdurck - 1 volume 14.5×22.7 di 38 pagine.

AEI Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

La sera del 14 novembre, nel salone di Via San Paolo, 10, davanti ad un numeroso uditorio, il socio Ing. Cav. Uff. **Natale Ratti** tenne l'annunciata comunicazione sul tema: **«Attualità e tendenze sulla tecnica delle turbine idrauliche»**.

Il Presidente, Ing. *Manfredi*, rivolge anzitutto un particolare saluto ai colleghi del Sindacato Ingegneri intervenuti anch'essi, per invito della Sezione dell'A.E.I., ad udire la chiara parola dell'Ing. Ratti, ed esprime poi i ringraziamenti più vivi all'Oratore per avere aderito all'invito rivoltogli di parlare, colla sua alta competenza, della moderna tecnica delle turbine idrauliche.

L'Ing. Ratti esordisce mettendo in rilievo come la tecnica delle turbine idrauliche, pur mantenendosi legata ai tre tipi fondamentali già noti, è in continuo progresso verso forme di macchinario e di impianti sempre più perfetti per quanto riguarda il rendimento e la sicurezza del funzionamento.

Nel campo delle basse cadute, fa rilevare la larga diffusione della turbina Kaplan, con ruota a pale registrabili, della quale si ha attualmente un esempio di applicazione grandiosa nell'Impianto di Ryburg Schwörstadt.

Nel campo delle cadute medie, segnala un deciso orientamento verso gli impianti di turbine Francis ad asse verticale che consentono i massimi rendimenti, come dimostrato nell'Impianto di Cardano sull'Isarco, nel quale venne accertato, con prove rigorose, per le turbine da 45.000 HP, un rendimento massimo del 92%.

In merito alle turbine Pelton per alta caduta, l'Oratore espone i risultati più recenti ottenuti nella sala prove della «Riva», ed illustra, con alcune fotografie, le ultimissime costruzioni di questo genere.

Discussa e messa a punto la questione dei rendimenti attualmente possibili colle turbine idrauliche, fa presente la convenienza economica di rimodernare il macchinario degli impianti troppo antiquati.

Dopo un breve cenno sul problema delle corrosioni e dei mezzi per attenuarne le conseguenze, fa una rapida rivista dei più recenti tipi di valvole di chiusura, attualmente usati negli impianti di turbine.

Ed infine, dopo aver accennato come, specialmente in Germania, siano tornati in onore gli impianti di accumulazione idroelettrica con impianti grandiosi, aventi anche solamente lo scopo di accumulare energia prodotta termicamente, l'Oratore chiude la sua comunicazione con brevi parole sulle centrali automatiche e sui dispositivi speciali occorrenti per le turbine ed i regolatori di questi impianti.

La bellissima esposizione fatta dall'Ing. Ratti fu seguita colla più viva attenzione e fu salutata alla fine da molti applausi. Essa costituisce una rassegna perfetta della tecnica moderna delle turbine e degli impianti idroelettrici in generale, ma, poichè sarà pubblicata integralmente sul nostro giornale, il nostro resoconto si è limitato ad un rapido cenno degli argomenti in essa trattati, mentre i colleghi tutti potranno sul testo apprezzarne l'alto interesse.

Il Presidente, Ing. *Manfredi*, dopo essersi unito agli applausi dei presenti e dopo i rinnovati ringraziamenti all'Ing. Ratti, si complimentò vivamente con lui per la comunicazione fatta, quale soltanto una specifica competenza di studioso, di sperimentatore, di industriale aveva potuto dare. Egli rilevò fra l'altro come l'Oratore avesse accennato al fatto che non sempre il Costruttore ha mano libera nel proporre i tipi migliori di macchinario idraulico, dovendo assecondare i desideri del Committente od assoggettarsi a condizioni dal medesimo imposte non sempre consigliabili al raggiungimento dei rendimenti massimi. Gli elevati rendimenti raggiunti e segnalati dall'Ing. Ratti, rappresentano un risultato notevolissimo, frutto di studi, di ricerche sperimentali e di una tecnica costruttiva perfetta, ma essi naturalmente non sono raggiungibili se non con opportuna scelta di tipi e con semplicità di ideazione del macchinario.

L'interessante riunione si chiuse tra il rinnovato plauso di tutti i presenti all'Oratore.

* *

SEZIONE DI TRIESTE

Sabato, 6 dicembre, si tenne la consueta riunione mensile, nella sala riservata del Ristorante Cimetta.

Il Presidente della Sezione, Cav. Ing. Italo Bonazzi, ricordando ai numerosi soci intervenuti, che quella era l'ultima riunione del 1930, si dichiarò realmente contento della riuscita di questo esperimento delle convocazioni mensili.

Lodò l'affluenza di soci, questa volta intervenuti solo con lo avvertimento a mezzo cartolina, senza ulteriore telefonatina di sprone (tralasciata questa volta per esperimento).

Passò poi ad una rapida rassegna dell'attività svolta dalla Sezione anche a mezzo di queste riunioni mensili esprimendo la gratitudine agli intervenuti per le discussioni tecniche tenute in ogni riunione; discussioni di vivo interesse, perchè suggerite dalla pratica continua nella vita professionale d'ogni socio.

Dette riunioni mensili incontrarono diffatti la indiscussa simpatia dei soci tutti in un continuo crescendo di cordialità viva e sincera, poichè una volta ogni mese ognuno dei soci può parlare col collega dei più svariati argomenti tecnici.

In tutte queste riunioni i massimi relatori furono come di consueto, gli ingegneri Pedretti, Pippa, Manni, Salerni, Kodermatz, Lohr, De Antonellis, Carnera, Bearzi, Benussi, ecc., ecc.

Anche in quest'ultima riunione di sabato scorso furono trattati argomenti molto interessanti quali ad esempio: relazione sul varo della nuova Motonave «Victoria», sul costo della vita, sui contatori elettrici, sui reostati di avviamento, trapani elettrici a disinnesto automatico, misura della distanza tra terra e sole, ecc., ecc.

Il Presidente della Sezione avvertì inoltre che il giorno 15 m. c., nella sala del Circolo Artistico, l'Ing. Prof. Giuseppe Pippa, Direttore della «TELVE» terrà una conferenza su argomento interessantissimo, quello delle origini e l'essenza della vitalità dal punto di vista strettamente elettrico.

Simile titolo trovò il plauso generale dei numerosi soci intervenuti.

La riunione si protrasse sino alle ore 21 ed allo spumante il Presidente, bene augurando anche per il 1931 una attività consimile o maggiore a quella esercitata nell'anno in corso, brindò alla salute di tutti i soci e delle loro famiglie.

Necrologio

Il giorno 4 dicembre 1930, vittima di un crudele e inesorabile morbo che da tempo lo travagliava, è morto il

Cav. Uff. Dott. Ing. RENATO CAPRARO

Direttore Generale della Società Industriale Trentina.

Nato a Borgo Valsugana il 13 aprile 1880, dopo aver frequentato la Scuola Reale di Rovereto, ottenne, presso il Politecnico di Monaco di Baviera, nel 1904, il diploma di ingegnere e nello stesso Politecnico, dove fu discepolo prediletto del Prof. Ossana, conseguì nel 1914 la laurea di Dottore in scienze tecniche svolgendo una profonda tesi «Sul controllo dell'isolamento delle reti ad alta tensione in esercizio».

La città di Trento deve alla sua tenace volontà ed operosità il compimento dei grandiosi impianti idroelettrici sul Sarca, che egli seppe creare e far prosperare con rara ed illuminata intelligenza.

Patriota fervidissimo, lavoratore intelligente, assiduo ed instancabile, l'Ing. Capraro era dovunque stimato per la nobiltà del suo sentire ed assai apprezzato nel campo elettrotecnico, in cui eccelse per gli studi profondi compiuti e per il particolare corredo di cognizioni scientifiche.

Quando nel 1919 dopo la redenzione venne creata la Sezione di Trento della nostra Associazione, ne fu il primo Presidente.

Con la scomparsa dell'Ing. Capraro la terra trentina perde uno di quei figli che per ingegno e rettitudine di vita l'hanno sempre onorata.

Alla Famiglia dell'Estinto esprimiamo le nostre più sincere condoglianze.

.. .. ATTIVITÀ DELLE SEZIONI .. ..

SEZIONE DI BOLOGNA (Piazza dei Celestini, 3).

11 Gennaio - ore 10,30. — NOVELLI Ing. Cav. Tranquillo: «I colpi di ariete negli impianti di pompe».

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.* (I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 15 Gennaio 1931 - ANNO IX N. 2

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Problemi di costruzioni elettromeccaniche.

Quasi a smentire quanto abbiamo scritto nello scorso numero, lamentando la scarsa frequenza di articoli e di pubblicazioni nel campo delle costruzioni elettromeccaniche — scarsa frequenza che non è affatto in relazione collo sviluppo e con l'importanza che tale ramo di industria ha ormai assunto anche nel nostro Paese — possiamo offrire oggi ai lettori due notevoli lavori del genere. Dobbiamo però aggiungere che più di una smentita, temiamo si tratti della « eccezione che conferma la regola ». Augurandoci ad ogni modo di doverci realmente smentire nell'avvenire, siamo lieti intanto dell'occasione che ci si presenta.

Nel primo articolo l'Ing. POSSA abbòrda proprio il problema fondamentale del dimensionamento di massima delle macchine elettriche. Dopo una svalutazione forse un po' eccessiva delle classiche « costanti di macchina » introdotte dall'Arnold, e che possono, secondo noi, rendere ancora utili servizi, quando non si voglia considerarle come qualche cosa di fossilizzato, ma si modifichino invece le curve che ne danno i valori, in modo da seguire l'evoluzione della tecnica — il Possa studia ed illustra le curve che legano — nelle macchine ad induzione — i flussi alla coppia massima: curve che appunto potrebbero sostituire quelle dell'Arnold presentando effettivamente qualche vantaggio in più.

Nell'altro articolo l'Ing. Maria DE MARCO rende conto di una serie di interessanti esperienze eseguite su quei trasformatori auto-regolatori ad intensità costante, che la grande diffusione del sistema in serie nella pubblica illuminazione con lampade ad incandescenza, ha riportato in auge, — traendone formule empiriche che possono riuscire realmente utili ai progettisti ed ai calcolatori di siffatto tipo di trasformatori.

La trasmissione delle misure.

Da tempo il problema della trasmissione e della totalizzazione delle misure in genere ed in particolare delle misure elettriche, aveva trovato più di una interessante soluzione utilizzando procedimenti ed artifici che rientrano tutti nel campo delle comuni misure elettriche o più generalmente nel campo delle correnti industriali. Ma, per quanto si fossero avuti esempi di trasmissione e di totalizzazione anche a notevoli distanze, detti sistemi non avrebbero potuto economicamente adottarsi per la trasmissione contemporanea di molte diverse misure. La cosa è invece stata resa possibile coi nuovi procedimenti che utilizzano le correnti ad impulsi, oppure le frequenze non industriali con i relativi sistemi di amplificazione, filtratura, ecc.

Alle notizie già più volte pubblicate su questo giornale siamo lieti di poter far seguire oggi uno scritto dell'Ing. COLONNA il quale, pure occupandosi in modo particolare dei sistemi sviluppati da una Ditta, dà una chiara idea generale dei procedimenti che consentono per es. oggi ad un dirigente centrale di « andare a leggere » per così dire, senza muoversi dal suo studio, uno qualunque degli strumenti di misura di una centrale lontana.

LA REDAZIONE.

UN NUOVO METODO PER LA DETERMINAZIONE RAPIDA DELLE DIMENSIONI PRINCIPALI DEI MOTORI ASINCRONI TRIFASI

E. POSSA

Per la determinazione delle dimensioni fondamentali dei motori asincroni trifasi si propone di sostituire alle curve della costante di macchina le curve dei flussi corrispondenti ad una determinata coppia massima. In confronto delle prime esse hanno appunto il vantaggio di determinare con sufficiente approssimazione la coppia massima del motore e quello di variare pochissimo al variare del rapporto fra diametro e lunghezza sul traferro.

Per l'ingegnere calcolatore di motori asincroni trifasi che non abbia a sua disposizione i dati di una serie completa ed omogenea di macchine, quale può essere quella di una grande fabbrica moderna, si presenta all'inizio della carriera come una notevole difficoltà quella della determinazione delle dimensioni fondamentali della macchina: diametro e lunghezza sul traferro. Le curve della costante di macchine introdotte per primo dal Prof. Arnold e riportate dalla maggior parte dei trattati non possono soddisfare ormai più al loro scopo; il calcolatore che le adoperasse si accorgerebbe ben presto che le macchine che ne risultano hanno dimensioni di gran lunga maggiori di quelle dei moderni motori di pari potenza. La costante di macchina ha inoltre il difetto di variare notevolmente per macchine che sono economicamente equivalenti ma aventi diverso rapporto tra diametro e lunghezza; *alla costante di macchina si può muovere infine l'appunto di non indicare in alcun modo quale sarà la coppia massima del motore.* E' ben noto ad ognuno che abbia un po' di pratica nel calcolo dei motori asincroni trifasi quale sia l'importanza della coppia massima per questo genere di motori: si può affermare che essa *è la caratteristica più importante della macchina,* perchè essa ancor prima del riscaldamento definisce quale sarà la potenza normale del motore: le norme di quasi tutti i paesi stabiliscono infatti che la coppia massima debba essere uguale ad almeno 2 volte quella normale.

Negli ultimi dieci anni tutte le fabbriche sono state costrette a sostituire le loro vecchie serie di motori trifasi riducendo nei limiti del possibile il peso e quindi il costo delle macchine. A questo scopo si è dovuto avvicinarsi ai limiti stabiliti dalle norme sia per quanto riguarda il riscaldamento che per quanto riguarda la coppia massima. Un motore ben calcolato deve avere pertanto una sopraelevazione massima di temperatura non molto inferiore ai 55° e una coppia massima non molto superiore a due volte la coppia normale. Un motore che avesse ad esempio una coppia massima tre volte la normale (si parla qui sempre di motori aperti ventilati e per servizio continuo e non già di motori chiusi nei quali per altri motivi si arriva a valori molto più alti della coppia massima) sarebbe male calcolato perchè avrebbe un valore troppo alto del flusso.

Per i motori asincroni trifasi si può infatti affermare che il motore più leggero e anche più economico è quello che ha il flusso prossimo al minimo necessario. In questo riguardo bisogna notare che la maggior parte degli autori che si sono occupati del problema del minimo costo dei motori asincroni trifasi si sono sempre riferiti al solo materiale attivo trascurando completamente il costo del materiale inattivo; ora il materiale inattivo in un motore trifase normale ha un costo che non è affatto trascurabile: esso importa infatti in media circa il 20 al 25% del costo complessivo di produzione del

motore. Le dimensioni e il peso della parte inattiva dipendono direttamente da quella del ferro attivo e quindi dal flusso: al flusso minimo, o meglio prossimo al minimo, (perchè piccoli spostamenti rispetto al valor minimo sono privi di importanza per il ferro e possono condurre invece ad un minor costo del rame) corrisponderà dunque il minimo peso e costo del ferro attivo e del materiale inattivo. Il maggior peso e costo del rame, nei confronti di un motore a flusso più alto, sarà largamente compensato e ciò tanto più oggi dato il minor costo del rame nei confronti di quello del ferro.

Spiegata così l'importanza di una curva dei flussi minimi corrispondenti ad una determinata coppia massima vediamo se è effettivamente lecito affermare che ad un determinato flusso corrisponde in generale una ben determinata coppia massima; sembrerebbe a tutta prima di no, perchè molte sono le cause che a flusso costante fanno variare la coppia massima; così, per esempio la coppia massima cresce a parità di flusso col crescere del numero di fori per polo e fase, cresce al crescere del traferro, varia al variare del tipo di avvolgimento, decresce nei motori ad alta tensione rispetto a quelli a bassa tensione, varia leggermente al variare del rapporto tra diametro e lunghezza sul traferro, decresce infine col diminuire delle sollecitazioni magnetiche. Considerando ad una ad una queste cause di variazione della coppia massima arriveremo però alla conclusione che *si possono benissimo tracciare le curve dei flussi minimi necessari per avere una determinata coppia massima e che queste curve hanno un valore generale per il caso della bassa tensione e degli avvolgimenti normali;* per quanto riguarda i casi degli avvolgimenti speciali o dell'alta tensione si vedrà che è facile determinare la percentuale di diminuzione o di aumento del flusso minimo rispetto al valore dato dalle curve.

1. — *Influenza del numero dei fori per polo e fase sulla coppia massima.*

A parità di flusso la coppia massima aumenta in modo notevole aumentando il numero dei fori per polo e fase: questo fatto è dovuto alla diminuzione della dispersione nei fori e specialmente alla diminuzione della dispersione doppiamente concatenata. L'aumento è particolarmente rilevante quando si passa dai due e tre fori per polo e fase ai tre e quattro fori per polo e fase; quando invece il numero di fori per polo e fase è già notevole, come per macchine di grande potenza oppure anche di piccola e media potenza ma a pochi poli, un ulteriore aumento del numero di fori per polo e fase ha poca influenza sulla coppia massima. Per questo motivo nelle figure 1, 2, 3, 4, 5, 6, che danno le curve dei flussi minimi per motori a 2, 4, 6 e 8 poli con rotore avvolto, per tensione normale fino a 500 volt e frequenze 50 periodi, ad avvolgimento normale, per potenze da 1 a 1000 HP, si sono tracciate delle curve distinte fino a che si hanno pochi fori per polo e fase; dopo un certo numero minimo di fori per polo e fase si è invece tracciata una curva unica. E' noto a tutti i calcolatori di motori trifasi che il rapporto fra i flussi ϕ_1 e ϕ_2 di macchine di potenza diversa W_1 e W_2, ma dello stesso numero di poli, è dato approssimativamente dalla relazione:

$$\frac{\phi_1}{\phi_2} = \sqrt{\frac{W_1}{W_2}} \quad \text{da cui} \quad \phi_1 = \phi_2 \sqrt{\frac{W_1}{W_2}} \qquad (1)$$

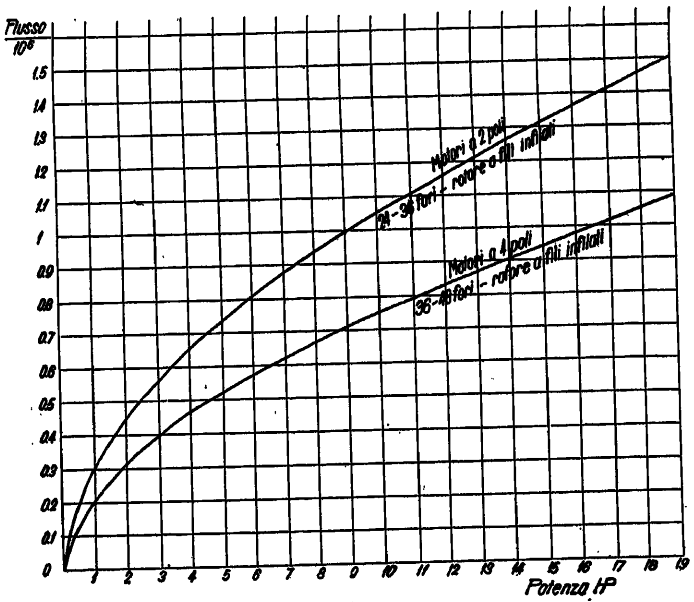


Fig. 1.

Questa relazione si ricava immediatamente se si pensa che la reattanza risultante di un motore trifase è direttamente proporzionale al quadrato delle spire in serie per fase e quindi, per data tensione, indirettamente proporzionale al quadrato del flusso. La corrente di corto circuito ideale che è data dal rapporto tra la tensione per fase e la reattanza, è quindi proporzionale al quadrato del flusso. Poichè la corrente di corto circuito ideale individua, sempre per data tensione, la potenza normale della macchina (essa ha infatti in media il valore di 4,5 volte la corrente normale per motori a coppia massima due volte la normale) si potrà affermare che la potenza è proporzionale approssimativamente al quadrato del flusso per cui resta dimostrata la relazione (1).

Da questa relazione risulterebbe che le curve del flusso in funzione della potenza devono avere andamento parabolico. Considerando la figura 2 si vede però che a numero di fori per polo e fase costante il flusso cresce con legge più rapida della parabolica: per renderlo più evidente si è tracciata nella figura 2 a tratto e punto, per i motori a

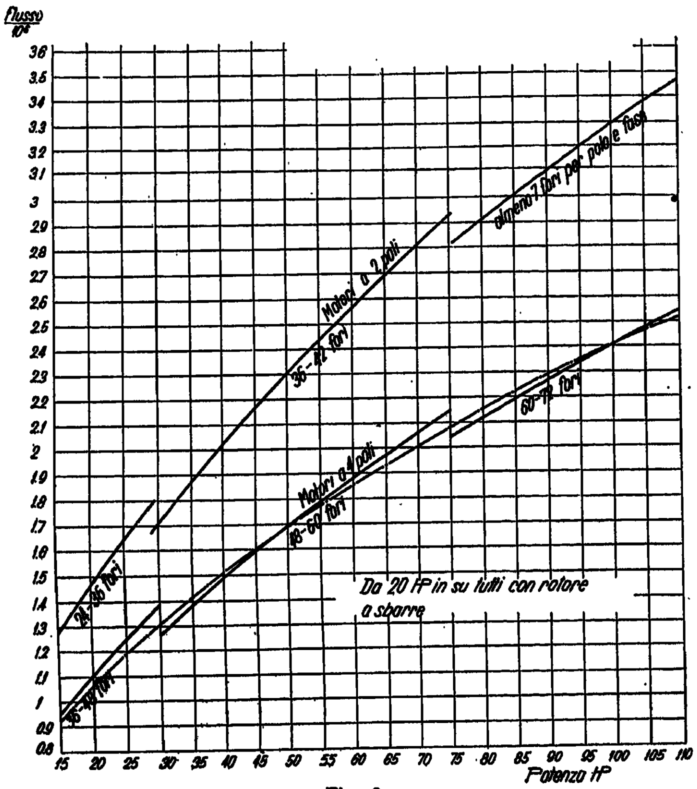


Fig. 2.

4 poli la parabola che corrisponde al valore medio del flusso; si vede che per tenersi vicini a questa parabola bisogna di tanto in tanto al crescere della potenza aumentare il numero di fori per polo e fase. Se non fosse così, se cioè le curve avessero, a numero di fori per polo e fase costante, un andamento esattamente parabolico *converrebbe attenersi sempre al numero di fori per polo e fase più basso*: infatti con un minor numero di fori per polo e fase si hanno notevoli vantaggi: minori dimensioni esterne del ferro attivo a parità di flusso perchè minore è lo spazio perduto per gli isolanti, minor costo della mano d'opera per l'avvolgimento e per gli isolanti stessi. Benchè come si è detto il flusso cresce, a parità di fori per polo e fase, con legge più rapida della parabolica, sarà *tuttavia conveniente attenersi fino a un certo limite al numero di fori per polo e fase più basso*: si passerà al numero di fori per polo e fase più alto appena quando i vantaggi più sopra indicati saranno annullati dal troppo maggiore flusso necessario per avere la stessa coppia massima. La potenza in corrispondenza della quale converrà cambiare il numero di fori per polo e fase non è naturalmente definibile in modo esatto; il cambiamento dovrebbe avvenire però approssimativamente nei punti indicati dalle curve. Per piccoli spostamenti si possono prolungare le curve nei due sensi e ricavare così i flussi minimi sia per il numero più basso che per quello più alto di fori per polo e fase.

2. — *Influenza del tipo di avvolgimento sul valore della coppia massima.*

Le curve dei flussi minimi, allegati si riferiscono a motori per tensione fino a 500 volt con avvolgimenti di tipo normale. Precisamente per i motori a 4 poli fino a circa 130 HP e per potenze corrispondenti in quelli a 6 e 8 poli, l'avvolgimento di statore è quello del tipo così detto a corona con bobine uguali eseguite a mezza sagoma; dal punto

di vista delle dispersioni e quindi della coppia massima, sono ad esso praticamente equivalenti l'avvolgimento con le teste in due piani frontali (tre piani frontali per i motori a due poli) e l'avvolgimento pure con bobine eguali costruite su sagoma recentemente introdotto e brevettato dalla Brown Boveri. Per potenze superiori le curve si riferiscono ad avvolgimenti a sbarre del tipo ondulato in due strati a passo normale, e fori semichiusi. Per i rotori dei motori di piccola potenza fino a circa 20 HP le curve si riferiscono all'avvolgimento a fili infilati che è certamente il più economico; per potenze maggiori invece, all'avvolgimento a 4 o 2 sbarre per foro, avvolgimento del tipo a corrente continua in due strati, ondulato a passo normale. Questi avvolgimenti sono quelli usati dalla grande maggioranza delle Case europee. Tutte le Case americane e alcune Ditte europee adoperano anche l'avvolgimento del tipo a corrente continua in due strati, embricato con passo raccorciato: questo avvolgimento ha dispersioni notevolmente minori e permette quindi di adottare valori del flusso minimo minori di quelli dati dalle curve (vedi R. Baffrey: Ueber den Einfluss der Schrittverkuerzung auf die Ueberlasstungsfaehigkeit von Drehstrommotoren - Archiv fuer Elektrotechnik, 1926).

Benchè esso conduca effettivamente a motori aventi le migliori caratteristiche e minor peso è discutibile se convenga adottare questo tipo di avvolgimento, per il costo notevolmente maggiore della mano d'opera per l'avvolgimento stesso e per il fatto che la differenza in peso è effettivamente poco rilevante perchè data la difficoltà di avvolgimento e la difficoltà di isolazione fra strato e strato (nello stesso foro si hanno bobine di fase diversa) è necessario adottare coefficienti di riempimento dei fori notevolmente più bassi. Per i motori a sbarre questo tipo di avvolgimento conduce in confronto all'ondulato normale, a un numero di collegamenti molto superiore quando si tratta di motori a molti poli; infatti il numero di ponti per fase è dato dalla relazione:

$$n = 2\,p - 1 \qquad (2)$$

mentre per l'ondulato normale e per qualsiasi numero di poli si ha un solo ponte per fase. Per questo motivo è senz'altro conveniente di adottare il passo raccorciato nei motori a due poli con avvolgimento a sbarre per il fatto che il numero di collegamenti è lo stesso come per l'ondulato normale, e si ha un risparmio nel peso di rame e anche nel peso del ferro perchè si può attenersi a valori più bassi del flusso; invece per motori a 4 e più poli si ha poca o nessuna convenienza nell'adottare questo tipo di avvolgimento, specialmente nel rotore, appunto perchè come si disse è molto grande il numero di collegamenti.

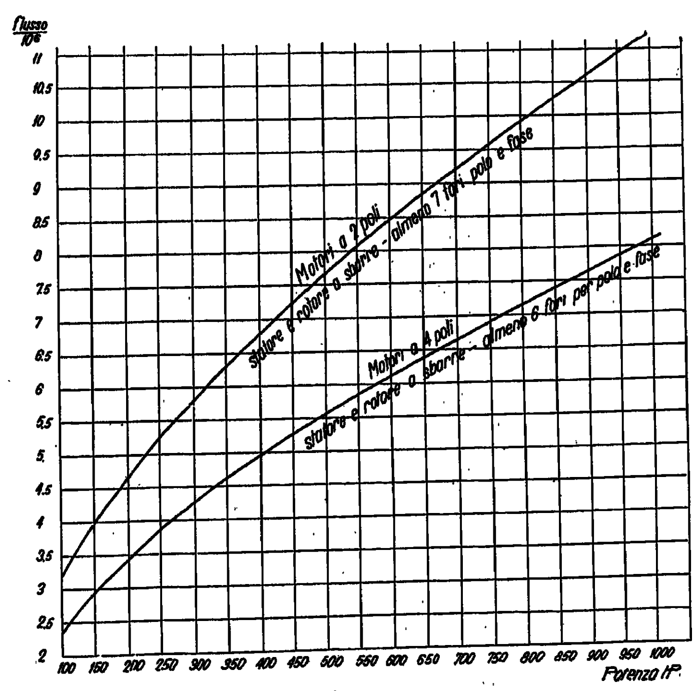


Fig. 3.

In ogni modo *qualora si adottasse l'avvolgimento a passo raccorciato sia per lo statore che per il rotore, si potrà tenere un flusso minimo inferiore di circa* 10 *a* 6 % *a quello dato dalle curve, dai piccoli ai grandi motori.* Nei piccoli motori infatti l'influenza del raccorciamento del passo è più sensibile che nei grandi motori per la maggior importanza relativa della dispersione doppiamente concatenata.

Per motori a due poli di media grandezza aventi lo statore a fili e quindi bobine del tipo a corona e il rotore a sbarre si adotterà l'avvolgimento embricato a passo raccorciato soltanto per il rotore mentre lo statore avrà l'avvolgimento a passo normale; *in questo caso il flusso minimo potrà essere del* 4 % *circa inferiore a quello delle curve.*

Il flusso minimo più basso che per tutti gli altri avvolgimenti si ha infine nel caso si adotti nello statore e nel rotore l'avvolgimento embricato a passo raccorciato e si faccia inoltre lo statore a fori aperti; in questo caso il flusso minimo potrà essere di circa 12 a 8 % inferiore ai valori dati dalle curve anche qui dai motori di media potenza a quelli di grande potenza (i motori di piccola potenza non si eseguiscono mai a fori aperti perchè si otterrebbe un valore troppo basso del fattore di potenza).

Ripetiamo però che noi riteniamo preferibile adottare per i motori di piccola e media potenza aventi lo statore a fili l'avvolgimento a corona a bobine uguali, attenendosi naturalmente ai fori di forma trapezoidale con denti a fianchi paralleli e induzione costante. Nei casi invece in cui si abbia l'avvolgimento a sbarre si adotterà preferibilmente l'avvolgimento ondulato a passo normale eccetto che per i motori a due poli nei quali è realmente preferibile adottare l'avvolgimento embricato a passo raccorciato.

Nei motori ad alta tensione si otterrebbero coi flussi minimi delle curve coppie massime troppo piccole in causa dei forti valori delle dispersioni delle teste e nei fori. Si tratta in generale di avvolgimenti statorici a fili infilati entro cartocci di micanite e teste in due piani di unioni frontali; il rotore ha invece l'avvolgimento normale a sbarre. *In questo caso bisognerà adottare per la tensione di* 2000 *volt un flusso minimo circa* 12 % *più alto di quello dato dalle curve; per* 6000 *volt circa* 16 % *più alto.*

Per i motori ad alta tensione per potenze più grandi si adopera anche l'avvolgimento a bobine eseguite su sagoma e montate completamente finite in fori aperti; in questo caso è conveniente attenersi in generale all'avvolgimento embricato con passo raccorciato prendendo un flusso minimo superiore del 5 % soltanto a quello dato dalle curve per la tensione di 2000 volt, e 7 % circa superiore per la tensione di 6000 volt.

3. — *Influenza del traferro sulla coppia massima.*

Col crescere del traferro aumenta fino ad un certo limite la coppia massima del motore per la diminuzione della dispersione doppiamente concatenata. Non bisogna però dimenticare che con l'aumentare del traferro peggiora notevolmente il fattore di potenza del motore per l'aumento della corrente a vuoto, per cui non si ha nessun vantaggio nell'adottare traferri troppo grandi; anzi *i traferri sono oggi pressochè normalizzati (vedi Norme tedesche) a quel valore minimo che è compatibile con la sicurezza dell'esercizio e conduce ad una soluzione razionale della parte meccanica.*

Per dare in ogni modo un'idea dell'importanza di questo elemento si è calcolato come esempio un motore da 10 HP a 4 poli con flusso $0{,}745.10^6$ con traferro di 0,45 mm e un altro motore della stessa potenza con lo stesso flusso però con traferro di 0,6 mm (aumento del traferro 45 %); si ottenne nel primo caso una coppia 2,05 volte la normale nel secondo caso una coppia 2,2 volte la normale. A parità di coppia il motore a traferro più alto potrebbe avere quindi un flusso minimo del 3 % circa inferiore all'altro. *Come si vede la differenza è sempre molto piccola e siccome nei motori normali si adotteranno sempre traferri normali si può ritenere che da questo punto di vista le curve hanno un valore assoluto.*

4. — *Influenza del rapporto tra diametro e lunghezza sulla coppia massima.*

Nel passare da un motore molto allungato ad uno raccorciato variano, a parità di traferro, di flusso e di induzione nel traferro, soltanto le dispersioni delle teste e quella dei fori perchè la dispersione doppiamente concatenata resta inalterata; aumenterà precisamente la dispersione delle teste e diminuirà quella dei fori. Nei piccoli motori aventi avvolgimenti a corona le variazioni in senso opposto si compensano quasi completamente cosicchè le coppie massime restano inalterate; nei motori più grandi invece con avvolgimento a sbarre nello statore e nel rotore ha maggior importanza la dispersione dei fori e quindi il motore più corto avrà coppia massima leggermente maggiore.

Bisogna notare inoltre che a parità di caratteristiche il motore più corto sopporta in generale una maggiore induzione nel traferro per cui si avrà ancora una diminuzione della dispersione doppiamente concatenata; *si può concludere dunque che per il motore più raccorciato si potrà usare un flusso leggermente minore in confronto di quello di un motore allungato.*

Per dare un'idea dell'importanza della variazione della coppia massima dovuta ad una variazione del rapporto D/L fra il diametro e la lunghezza sul traferro si è calcolato un motore di 10 HP a 4 poli con flusso $0{,}745.10^6$ prima con un rapporto D/L uguale ad 1,25 e poi con un rapporto uguale a 2. Il risultato, è stato il seguente: per il

primo motore la coppia massima è 2,05 volte la normale e per il secondo motore 2,11 volte la normale per cui la riduzione ammissibile di flusso sarebbe di appena 1,5 % malgrado la fortissima variazione del rapporto D/L. Come si è detto per grandi motori con avvolgimento a sbarre la variazione sarebbe più forte ma poichè per ottenere motori economici si deve attenersi a valori bassi del rapporto fra diametro e

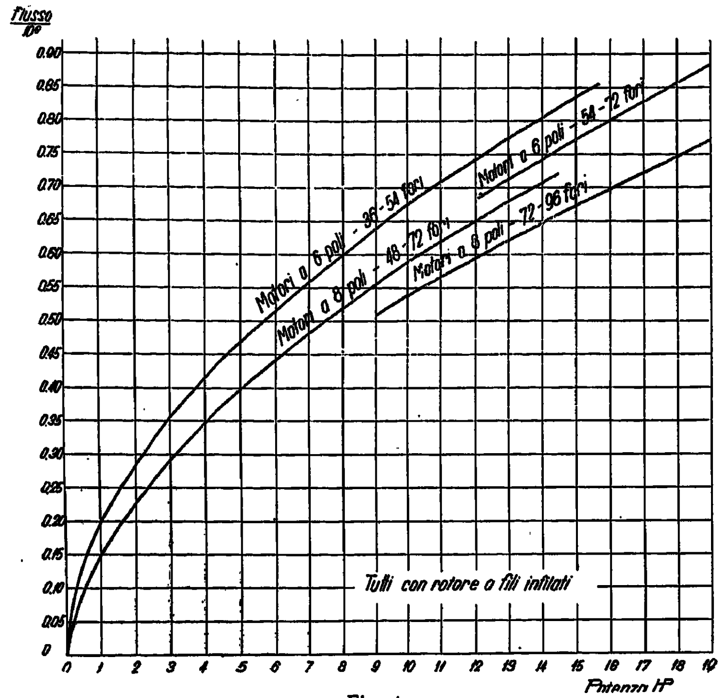


Fig. 4.

lunghezza sul traferro, *lo scostamento dai valori medi di detto rapporto più sotto indicati non potrà mai essere rilevante e quindi le variazioni del flusso minimo rispetto a quello delle curve saranno praticamente trascurabili.*

Valori medi normali del rapporto D/L.

Le curve sono state tracciate in base ai valori medi dei rapporti fra diametro e lunghezza sul traferro della tabella sotto riportata; abbiamo visto però che per spostamenti non molto rilevanti i flussi minimi e quindi le curve restano inalterati. Questi valori medi sono stabiliti in modo da avere motori piuttosto allungati come è oggi tendenza generale per il minor peso che ne risulta; nelle tabelle poi si è tenuto conto del fatto che per i motori di serie normali fino a circa 130 HP a 4 poli tutte le Case adottano le stesse dimensioni esterne del pacco per i motori a 4-6 e 8 poli per poter usare la stessa parte meccanica.

Tabella dei valori medi dal rapporto D/L

Potenza HP a 50 per.	Valori del rapporto D/L			
	motori a 2 poli	motori a 4 poli	motori a 6 poli	motori a 8 poli
fino a 100	1	1.25	1.35	1.42
da 100 a 250	1.1	1.3	1.45	1.55
da 250 a 500	1.2	1.4	1.55	1.65
da 500 a 750	1.25	1.5	1.65	1.75
da 750 a 1000	1.3	1.6	1.75	1.85

Bisogna notare che questi rapporti si riferiscono sempre agli avvolgimenti normali di cui si è già parlato. Per motori a fori aperti specialmente ad alta tensione, si dovrà adottare valori maggiori del rapporto. In certi casi poi, per avere un razionale e omogeneo sfruttamento del materiale attivo, si sarà costretti nel seguito del calcolo a scostarsi un po' dai valori indicati. Come si è detto però in generale non si avrà con ciò alcuna variazione della coppia massima.

5. — *Influenza di una variazione dell'induzione magnetica nel traferro sulla coppia massima.*

A parità di traferro e di flusso la dispersione doppiamente concatenata è direttamente proporzionale alla superficie sul traferro e quindi indirettamente proporzionale all'induzione magnetica nel traferro stesso. Col diminuire di questa aumentano inoltre la dispersione nei fori e quella delle teste. Si dovrebbe pertanto adottare un flusso più alto quando l'induzione nel traferro sia più bassa. Nei moderni motori asincroni trifasi le induzioni nel traferro variano in generale molto poco al variare della potenza; si può ritenere infatti che le induzioni nel traferro di tutti i moderni motori asincroni trifasi siano comprese per qualsiasi potenza tra le 5500 e 7500 linee per cm². Più precisamente si adotteranno, nei diversi casi i seguenti valori medi per le induzioni nel traferro per i motori a 2 fino a 8 poli.

Potenza HP a 50 periodi	Induzione nel traferro
da 1 a 100 HP	6000 - 6500
da 100 a 1000 HP	6500 - 7200

attenendosi ai valori più bassi per i motori di minore potenza e più lenti (maggior numero di poli); anche qui leggere variazioni in più o in meno dei valori indicati hanno praticamente influenza trascurabile sulla coppia massima e si potrà quindi attenersi sempre, per i flussi minimi ai valori indicati nelle curve. In base alle curve della fig. 1 fino a 6 coll'aiuto della tabella del rapporto tra diametro e lun-

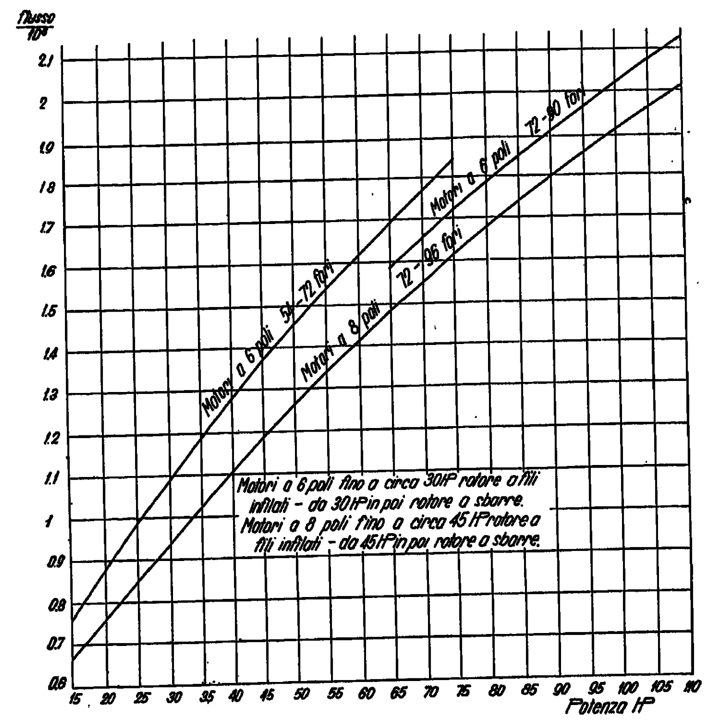


Fig. 5.

ghezza sul traferro e attenendosi ai valori delle induzioni nel traferro indicate sarà facilissimo determinare le dimensioni sul traferro per un motore di qualsiasi potenza a 2 fino a 8 poli, e le dimensioni che si otterranno saranno sempre molto prossime a quelle dei motori delle migliori fabbriche. Completando poi nel modo normale il calcolo del motore si otterrà sempre un valore della coppia massima molto prossimo a 2 volte la normale, sempre che si sia scelto il flusso in base alle curve (qui è sottinteso naturalmente che per le altre sollecitazioni magnetiche e elettriche si adottino valori normali in modo da giungere a valori normali della corrente a vuoto e a riscaldamenti compatibili col tipo di ventilazione prescelto).

6. — *La formula di dimensionamento.*

La formula di dimensionamento più comoda si ricava dalla relazione:

$$\phi = \frac{2}{\pi} B\delta \frac{\pi D}{2p} \cdot L$$

dove ϕ è il flusso, $B\delta$ è l'induzione nel traferro, D e L sono le dimensioni sul traferro e p il numero di coppie di poli. Da questa relazione si ha anche:

$$D\,L = \frac{p\phi}{B\delta} \qquad (3)$$

che è la formula di dimensionamento. Si voglia determinare ad esempio le dimensioni sul traferro di un motore da 10 HP a 50 periodi, a 4 poli. Dalla curva fig. 1 si ha $\phi = 0{,}75.10^6$ numero fori: statore = 36, rotore = 48. Il rapporto medio $D/L = 1{,}25$, cioè $D = 1{,}25\ L$.

Sceglieremo $B\delta = 6200$ e poichè $p = 2$ avremo dalla formula di dimensionamento:

$$1{,}25\ L^2 = \frac{2 \cdot 0{,}75.10^6}{6200} \text{ da cui } L = 13{,}9 \text{ cm} = 139 \text{ mm} \text{ — } D = 174 \text{ mm.}$$

Per un motore da 700 HP, 50 periodi, 6 poli, si ricava dalle curve $\phi = 5,5.10^6$ ammesso che colla tensione alla quale si deve calcolare il motore sia possibile adottare proprio questo flusso, in caso contrario si sceglierà un flusso leggermente superiore.

Dalla tabella si ha $D/L = 1,65$ e scelto $B_\delta = 6700$ si avrà:

$$1,65\ L^3 = \frac{3 \cdot 5,5.10^6}{6700} \qquad L^3 = 1490 \qquad L = 38,5 \text{ cm}$$

da cui:

$$D = 635 \text{ mm} \qquad L = 385 \text{ mm}$$

7. — *Considerazioni sulle curve dei flussi minimi.*

Le curve dei flussi minimi sono state tracciate come si è detto in modo da avere, con le premesse fatte, una coppia massima di circa due volte la normale. Nelle curve sono riportati i *flussi teorici* cioè quelli che si ricavano dalla formula:

$$E = 2,22\ K\,F\,N\ \phi\ 10^{-8} \text{ volt}$$

dove E è la tensione di fase, K il coefficiente di avvolgimento, F la frequenza, N il numero di fili in serie per fase, ϕ il flusso, senza tener conto di alcuna caduta di tensione.

Il rapporto tra i flussi minimi ϕ_1 e ϕ_2 per motori della stessa potenza ma per numeri di poli diversi p_1 e p_2 è dato molto approssimativamente dalla relazione:

$$\frac{\phi_2}{\phi_1} = \sim \sqrt{\frac{p_1}{p_2}} \quad \text{da cui } \phi_2 = \sim \phi_1 \sqrt{\frac{p_1}{p_2}} \qquad (4)$$

Per esempio se ϕ_4 è il flusso di un motore a 4 poli e ϕ_2 quello per il motore a 2 poli della stessa potenza, si ha:

$$\phi_2 = \sim 1,414\ \phi_4 \qquad (5)$$

Così la relazione fra i flussi di motori della stessa potenza a 4 e a 6 poli sarà circa:

$$\phi_4 = \sim 1,225\ \phi_6 \qquad (6)$$

e per 6 e 8 poli circa:

$$\phi_6 = \sim 1,15\ \phi_8 \qquad (7)$$

Queste relazioni si possono ricavare con questa considerazione: Se noi prendiamo un motore a due poli di flusso ϕ_1 e diametro sul traferro D_1 e larghezza sul traferro L_1 e raddoppiamo il diametro

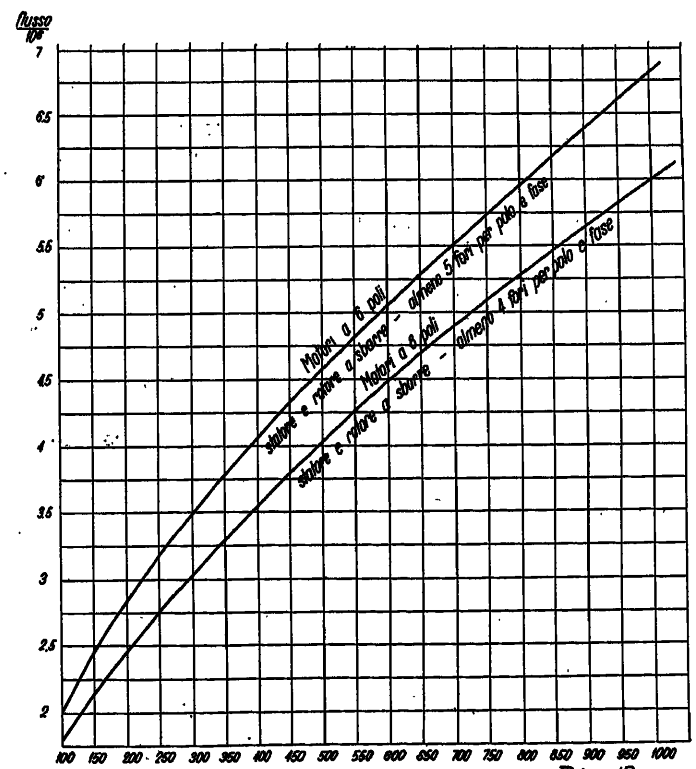


Fig. 6.

sul traferro lasciando inalterata la lunghezza, il flusso per polo e il traferro, otterremo un motore a 4 poli delle seguenti caratteristiche: la resistenza totale sarà diventata *doppia*; la reattanza (essendo rimasti inalterati tutti i coefficienti di dispersione perchè i fori sono gli stessi, la lunghezza del pacco è la stessa, il passo polare è lo stesso ed il traferro è rimasto inalterato) sarà diventata *doppia* perchè la reattanza è proporzionale al quadrato del numero delle spire in serie per fase che è diventato doppio e indirettamente proporzionale al numero di poli che è diventato pure doppio. Per avere flusso per polo costante è necessario però alimentare il motore con tensione doppia; in tal caso la corrente di corto circuito, il fattore di potenza, il rendimento e la corrente normale saranno identici a quelli del motore a 2 poli, da cui siamo partiti, ma poichè la tensione di alimentazione è doppia la scala delle potenze nella quale va letto il diagramma di Ossanna per riferirlo al secondo motore è diventata pure doppia e quindi doppia è anche la potenza del motore. Si può dire dunque che il *flusso di un motore a due poli di data potenza corrisponde con queste premesse a quello di un motore a quattro poli di doppia potenza.* Poichè abbiamo visto che il flusso cresce con la radice quadrata della potenza, a numero di poli costante, ne risulterà che *il flusso per un motore a quattro poli in confronto a quello del motore a due poli della stessa potenza sarà* 1,414 *volte minore.*

Analogamente si dimostra che vale in generale la relazione (4). Tutto ciò vale bene inteso soltanto finchè si tratta di motori aventi lo stesso numero di fori per polo e fase; in realtà invece il motore a minor numero di poli avrà un numero di fori per polo e fase maggiore e anche una lunghezza minore di quello a più poli della stessa potenza per cui le relazioni 4, 5, 6, e 7 sono soltanto approssimate.

La considerazione fatta può servire anche per ricavare dalle curve date un primo valore approssimato del flusso per motori a 10 e più poli.

CONCLUSIONE.

Ho voluto dimostrare con questo mio lavoro che per la determinazione delle dimensioni fondamentali di un motore asincrono trifase non è affatto necessario introdurre un concetto artificioso come quello della costante di macchina, ma è sufficiente attenersi alle sole grandezze che servono direttamente per il calcolo del motore. Nei confronti della costante di macchina le curve del flusso minimo hanno il grande pregio di indicare con molta approssimazione quale sarà la coppia massima del motore; le curve dei flussi minimi hanno inoltre anche un valore generale e non soltanto per una ben determinata serie di macchine.

Per finire dirò poi che in 5 anni di esperienza nel calcolo di motori asincroni trifasi ho potuto controllare la buona corrispondenza delle curve riportate coi risultati di sala prove.

ESPERIENZE SUL TRASFORMATORE A BOBINA MOBILE

M. DE MARCO

Vengono riassunte alcune esperienze condotte sul trasformatore a bobina mobile e corrente costante, adoperato negl'impianti d'illuminazione in serie ed in altri campi speciali, e l'applicazione di esse alla ricerca di formule empiriche che possano servire al calcolo del trasformatore stesso.

Il calcolo del trasformatore a bobina mobile è forse ancora patrimonio interno delle Case costruttrici. Le formule che il Marchetti (1) ricava da considerazioni teoriche e quelle citate nello Standard Handbook, oltre a diverse inesattezze, non corrispondono bene alla realtà dei fenomeni ed hanno bisogno di ritocchi e modifiche per venire applicate.

Premesso un breve cenno sul comportamento del trasformatore a bobina mobile, queste note riassumono, per i non costruttori, le varie prove che ho condotto su macchine del genere già costruite e la loro applicazione alla ricerca di formule empiriche che corrispondessero con sufficiente approssimazione al comportamento reale del trasformatore. Tali formule adottate nel calcolo di nuovi trasformatori hanno dato risultati soddisfacenti.

I trasformatori adoperati per le prove sono in olio del solito tipo a mantello senza contrappeso. Il peso proprio della bobina viene in parte equilibrato dalla spinta elettrodinamica ed in piccola parte dalla spinta idrostatica dell'olio che serve anche da smorzatore.

Comportamento del trasformatore a bobina mobile.

Nel trasformatore a bobina mobile secondo la consueta concezione si possono considerare i seguenti flussi:

— Flusso principale dovuto alle amperspire primarie $N_1 I_0$ e che si svolge quasi per intero nel ferro.

(1) MARCHETTI: *L'Elettrotecnica*, 5 dicembre 1925.

— Flusso disperso primario generato dalle amperspire $N_1 I_1$ (I_1 corrente primaria a carico).

— Flusso disperso secondario generato dalle amperspire $N_2 I_2$.

Uscendo dalla colonna centrale i flussi dispersi raggiungono le colonne laterali attraverso l'aria e si richiudono lungo la parte di ossatura magnetica adiacente a ciascun avvolgimento. In direzione, nell'intervallo d'aria fra le due bobine, essi sono trasversi alle correnti; hanno poi la stessa fase delle correnti stesse, potendo la riluttanza del loro circuito considerarsi ridotta a quella dell'intervallo d'aria.

Dalla composizione del flusso principale e dei flussi dispersi ha origine il flusso risultante: tale flusso agisce in definitiva a carico nel nostro trasformatore.

A secondario chiuso da parte del campo trasverso compreso nell'intervallo tra le due bobine, si esercita sulla bobina libera di muoversi una forza elettrodinamica di ripulsione normale al campo e normale alla corrente: la bobina si sposta quindi verticalmente lungo il nucleo.

Sotto la spinta della forza elettrodinamica si disponga essa ad una certa distanza c dalla bobina fissa.

Sia:

Φ_m il flusso trasverso (valore massimo) compreso nell'intervallo c tra le due bobine e costante lungo lo spessore radiale delle bobine stesse, come vedremo in seguito;

B_f la densità di tale flusso sulla superficie del nucleo centrale (valore massimo);

r il raggio del cerchio circoscritto al nucleo;

N il numero di spire della bobina mobile;

I la sua corrente (valore efficace).

Tenuto conto delle grandezze alternative il lavoro eseguito dalla forza elettrodinamica (valore medio) sugli N conduttori della bobina mobile per portare la bobina alla distanza c può così esprimersi:

$$F c = \frac{N I \Phi_m}{2\sqrt{2}}$$

Il valore medio F della forza stessa risulta:

$$F = \frac{1}{2\sqrt{2}} \; \frac{\Phi_m}{c} \; N I = \sim \frac{1}{2\sqrt{2}} \cdot B_f \cdot 2 \pi r N I \, 10^{-4} \text{ gr.}$$ (r in cm I in ampere, B_f linee/cm²).

Tale spinta in un dato trasformatore a corrente costante non varia al variare del carico; infatti stabilite le dimensioni dell'ossatura magnetica della macchina, la B_f, come vedremo, diventa funzione solo della I; ad una I costante corrisponde una B_f costante e quindi una spinta costante: tale spinta può essere così equilibrata in qualsiasi condizione di carico dal peso della bobina mobile.

Descrizione delle prove e risultati di esse.

I trasformatori adoperati per le prove hanno le seguenti caratteristiche:

Trasformatore 500 *VA*.

Altezza bobina primaria (per i simboli vedi figura 1 e 2) $h_1 = 77$ mm. Spessore (compresi i canali d'olio tra gallette) $s_1 = 35$ mm.

Altezza bobina secondaria $h_2 = 47{,}5$ mm. Spessore (compresi i canali d'olio) $s_2 = 35$ mm.

Altezza nucleo: $H = 255$ mm. Larghezza finestra $l = 57$ mm.

Spessore della cassa in lamiera liscia: 1 mm. Distanza parete longitudinale cassa da bobina (fig. 2) $e = \sim 9$ mm. Peso bobina mobile $= \sim 920$ gr.

Bobina primaria e secondaria in due gallette: $N_1 = 352$, $N_2 = 151$.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{160}{50} \text{ (a carico)}, \quad \frac{160}{69} \text{ (a vuoto)}$$

(era stata prevista una forte caduta da vuoto a pieno carico in vista degli scopi speciali di detto trasformatore)

$$B = 8200 \quad I_2 = 11{,}5 \quad 42 \sim.$$

Il trasformatore è stato provato colla stessa corrente fuori cassa e in cassa (con olio); in questa prova si è aggiunta una zavorra di 590 gr di P_b sulla bobina mobile, in modo da raggiungere la stessa corrente che in aria: la spinta idrostatica dell'olio si può calcolare di circa 360 gr in rapporto all'alluminio di cui è costituita la bobina ed al P_b della zavorra.

Distanza tra bobine: $c =$ { in cassa (con olio) 22 mm a pieno carico, 90 mm in corto circuito; fuori cassa: 36 mm a pieno carico, 110 mm in corto circuito.

Su questo trasformatore è stata poi ancora eseguita una prova bloccando la bobina secondaria in modo da notare a pari tensione e pari distanza tra bobine, le differenze di corrente secondaria con trasformatore in cassa e fuori:

in cassa (senza olio): $\dfrac{V_1}{V_2} = \dfrac{150}{65}$ (a vuoto), $c = 84$ mm, $I_2 = 11$;

fuori cassa: $\dfrac{V_1}{V_2} = \dfrac{150}{65}$ (a vuoto), $c = 84$, $I_2 = 12{,}5$.

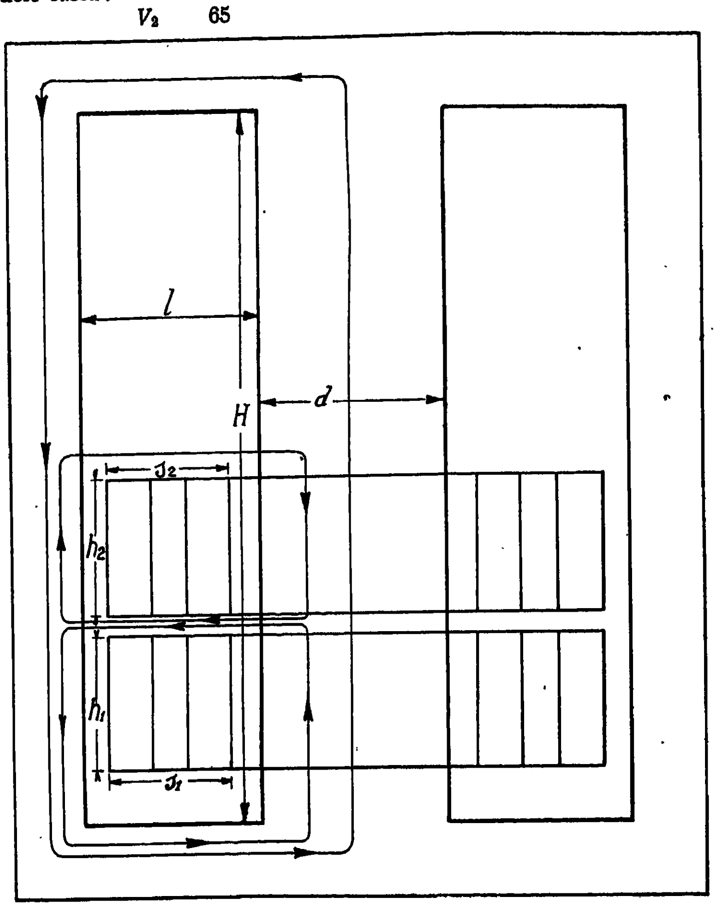


Fig. 1.

Quest'ultima prova è avvenuta dopo aver modificato la nastratura e l'isolamento della bobina secondaria che è diventata così un po' più pesante $= \sim 1000$ gr.

La stessa ossatura magnetica del trasformatore da 500 *VA ma con le bobine dimezzate*:

1°) Sole gallette esterne primaria e secondaria:

$N_1 = 160$, $N_2 = 65$, $h_1 = 77$ mm, $s_1 = 12$ mm, $h_2 = 47{,}5$ mm, $s_2 = 11{,}6$ mm, $\dfrac{V_1}{V_2} = \dfrac{72}{21{,}5}$ (a carico), $\dfrac{72}{29{,}2}$ (a vuoto), $B = 8100$, $I_2 = 18{,}5$; c in cassa, (con olio) = 22 mm a pieno carico, 120 mm in corto circuito.

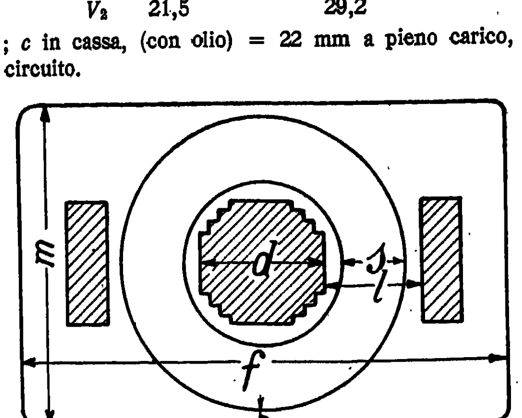


Fig. 2.

2°) Sole gallette interne primaria e secondaria:

$N_1 = 192$, $N_2 = 85$, $h_1 = 77$, $s_1 = 14{,}5$, $h_2 = 47{,}5$, $s_2 = 14$; peso galletta secondaria circa 460 gr;

in cassa (senza olio): $\frac{V_1}{V_2} = \frac{70}{30,5}$ (a vuoto), $I_2 = 13,7$, $c = 114$ in corto circuito;

fuori cassa: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{70}{30,5}$ (a vuoto), $I_1 = 15$, $c = 117$ in corto circuito.

3°) Galletta primaria esterna, secondaria interna:

$N_1 = 160$, $N_2 = 85$, $h_1 = 77$, $s_1 = 12$, $h_2 = 47,5$, $s_2 = 14$;

in cassa (senza olio): $\frac{V_1}{V_2} = \frac{55,7}{30}$ (a vuoto), $I_2 = 13,4$, $c = 109$ in corto circuito;

fuori cassa: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{55,7}{30}$ (a vuoto), $I_2 = 14,8$, $c = 119$ in corto circuito.

4°) Galletta primaria interna, secondaria esterna:

$N_1 = 192$, $N_2 = 65$, $h_1 = 77$, $s_1 = 14,5$, $h_2 = 47,5$, $s_2 = 11,6$; peso Bobina mobile = circa 560 gr;

in cassa (senza olio):
- $\frac{V_1}{V_2} = \frac{70,5}{23,6}$ (a vuoto), $I_2 = 17,9$, $c = 95$ in corto circuito;
- $\frac{V_1}{V_2} = \frac{51}{17,3}$ (a vuoto), $I_2 = 18$, $c = 50$ in corto circuito;

fuori cassa:
- $\frac{V_1}{V_2} = \frac{70}{23,6}$ (a vuoto), $I_2 = 19,5$, $c = 105$ in corto circuito.
- $\frac{V_1}{V_2} = \frac{50,5}{17}$ (a vuoto), $I_2 = 19,4$, $c = 55$ in corto circuito;

Trasformatore 1450 *VA*. (Trasformatore con forte caduta induttiva analogo a quello da 500 VA).

$h_1 = 62$ $s_1 = 40$ $h_2 = 70$ $s_2 = 40$ (2 gallette);

$H = 290$ $l = 59$; cassa: $e = \sim 13$ mm, spessore lamiera $= \sim 1{\cdot}2$ mm;

$N_1 = 192$ $N_2 = 275$.

Fuori cassa: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{150}{214}$ (a vuoto), $\frac{V_1}{V_2} = \frac{150}{165}$ (a carico)

$B = 9450$ $I_1 = 14.5$ $I_2 = 8.7$

$C = 136$ in corto circuito.

Trasformatore con prese multiple sul primario $\sim$ 6 *kVA*:

(2 gallette) $h_1 = 55$, s_1 variabile, $h_2 = 45$, $s_2 = 80$, $H = 360$, $l = 105$; cassa: $m = 350$, $e = 25$ mm, spessore lamiera = 1,5 mm.

1°) $N_1 = 210$, $N_2 = 400$:

in cassa (senza olio): $\frac{V_1}{V_2} = \frac{230}{440}$ (a vuoto), $B = 8700$, $I_1 = 30,2$, $I_2 = 10,6$, $c = 110$ in corto circuito;

in cassa (senza olio): $\frac{V_1}{V_2} = \frac{230}{630}$ (a vuoto), $B = 12.700$, $I_1 = 42$, $I_2 = 10,8$, $c = 183$ in corto circuito;

fuori cassa: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{230}{630}$ (a vuoto), $I_1 = 44$, $I_2 = 11,2$, $c = 101$ in corto circuito;

3°) $N_1 = 96$, $N_2 = 400$:

in cassa (senza olio): $\frac{V_1}{V_2} = \frac{72}{300}$ (a vuoto), $B = 5950$, $I_1 = 60,5$, $I_2 = 10,5$, $c = 61$ in corto circuito.

Si è poi bloccata la bobina mobile onde notare, come già detto, le differenze di corrente col trasformatore in cassa e fuori, per una stessa tensione ed una stessa distanza tra bobine:

in cassa (senza olio): $\frac{V_1}{V_2} = \frac{230}{630}$ (a vuoto), $I_2 = 10,8$, $c = 183$ in corto circuito;

fuori cassa: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{230}{630}$ (a vuoto), $I_2 = 11,65$, $c = 183$ in corto circuito.

Trasformatore 5 *kVA* (in cassa con olio).

Bobine in 2 gallette $h_1 = 74$, $s_1 = 70$ fra strati centrali canali d'olio;
$h_2 = 73$, $s_2 = 71$ » » » »

$H = 420$, $l = 107$, cassa: $m = 330$ mm, $f = 440$ mm (fig. 2), spessore lamiera 1,5 mm. Peso bobina mobile kg 5,87. La spinta idrostatica dell'olio in rapporto all'alluminio ed all'altro materiale di cui è composta la bobina, si può calcolare ascenda ad un terzo circa del peso complessivo della bobina, cioè 1940 gr.

$N_1 = 134$, $N_2 = 357$; $\frac{V_1}{V_2} = \frac{220}{522}$ (a carico) $\frac{220}{590}$ (a vuoto) 50 $\sim$, $I_2 = 9,6$, $B = 11.100$, $c = 23$ mm in pieno carico, 188 mm in corto circuito.

Trasformatore 12 *kVA* (in cassa con olio).

Bobine primaria e secondaria in 4 gallette:

$h_1 = 73$	$s_1 =$	72 avvolgimenti	+ 24 = 96 olio
$h_2 = 73$	$s_2 =$	72 avvolgimenti	+ 24 = 96 olio

$H = 450$, $l = 137$ mm; cassa: $m = 425$, $f = 535$. Spessore lamiera 1,5 mm. Peso bobina mobile $\sim$ kg 8,00. Si sono aggiunti 4,7 kg di zavorra; la spinta idrostatica dell'olio in rapporto al materiale della bobina ed a quello della zavorra si può calcolare ascenda a 2700 + 470 gr = 3170 gr.

$N_1 = 1935$, $N_2 = 550$; $\frac{V_1}{V_2} = \frac{5000}{1250}$ (a carico) $\frac{5000}{1420}$ (a vuoto) 50 $\sim$, $I_2 = 9,6$, $B = 11.200$.

Le prove sono state eseguite a 42 $\sim$ colla stessa induzione con cui il trasformatore lavora a 50 $\sim$, quindi:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{4200}{1040} \text{ (a carico) } \frac{V_1}{V_2} = \frac{4200}{1290} \text{ (a vuoto)}$$

$c = 24$ mm (in pieno carico), 188 mm in corto circuito.

*

Su tutto il nucleo centrale, su di una colonna laterale (data la simmetria dell'ossatura magnetica) e sui gioghi in alto ed in basso del trasformatore da 500 VA si sono avvolte piccole bobine d'esplorazione di otto spire le cui mezzerie distano di un centimetro. Un sensibile elettrodinamometro tarato in volt, comportante una deviazione di 12 cm su di una scala posta ad un metro di distanza, quando è attraversato dalla corrente di 1 mA, viene inserito via via, attraverso opportuna resistenza addizionale, tra i capi delle bobine di esplorazione. Data l'esiguità della corrente assorbita dallo strumento, le letture si possono considerare eseguite a circuito aperto: il campo proprio del trasformatore non viene così che minimamente perturbato da quello delle bobine d'esplorazione. Le misure di flusso sono effettuate con trasformatore fuori cassa, in due condizioni di carico (pieno carico e corto circuito; corrente secondaria, 11,5 A) con trasformatore in cassa (dopo aver zavorrato convenientemente la bobina mobile in modo da raggiungere ancora la corrente 11,5 A) in tre condizioni di carico (pieno carico, 1/2 carico, corto circuito).

Si dimezzano poi le bobine primaria e secondaria lasciando le sole gallette esterne e si ripetono le misure di flussi in cassa e fuori cassa con due correnti secondarie; 18,5 A e 13,5 A. La corrente 18,5 è la minima ottenibile fuori cassa con le sole gallette esterne, e la corrente 13,5 è la minima ottenibile in olio senza galleggianti.

Si hanno così i diversi diagrammi di distribuzione dell'induzione B, nel nucleo centrale e nelle colonne laterali. Sulle ordinate sono riportate le altezze del nucleo e sulle ascisse l'induzione B.

Fig. 3. Variazione induzione trasformatore 500 VA con bobine intere in cassa (tratto unito distribuzione induzione su nucleo centrale, tratto discontinuo distribuzione induzione su colonna laterale). Curva (1): condizione corto circuito, Curva (2): 1/2 carico, Curva (3): pieno

carico. Come si vede, nella condizione di corto circuito, l'induzione nella colonna laterale è in basso minore che nel nucleo centrale ed in alto maggiore; ciò è facilmente spiegabile per l'andamento delle linee di flusso disperso, che all'altezza della bobina fissa e della bobina mobile, uscendo dal nucleo centrale si ripiegano rispettivamente in basso e in alto.

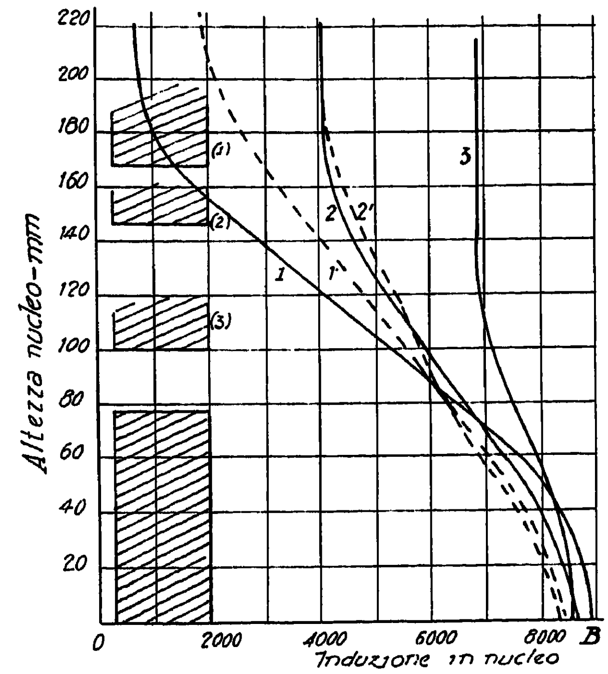


Fig. 3.

Fig. 4: Trasformatore 500 VA con bobine intere fuori cassa: curva (1) corto circuito, curva (3) pieno carico.

Fig. 5. Sono stati sovrapposti i due diagrammi di distribuzione dell'induzione a pari corrente nella condizione di corto circuito pel trasformatore da 500 VA in cassa (*a*) e fuori cassa (*b*) onde farne rilevare la differenza. La più lenta diminuzione dell'induzione del nucleo, ed il conseguente aumento di corsa nel caso del trasformatore fuori

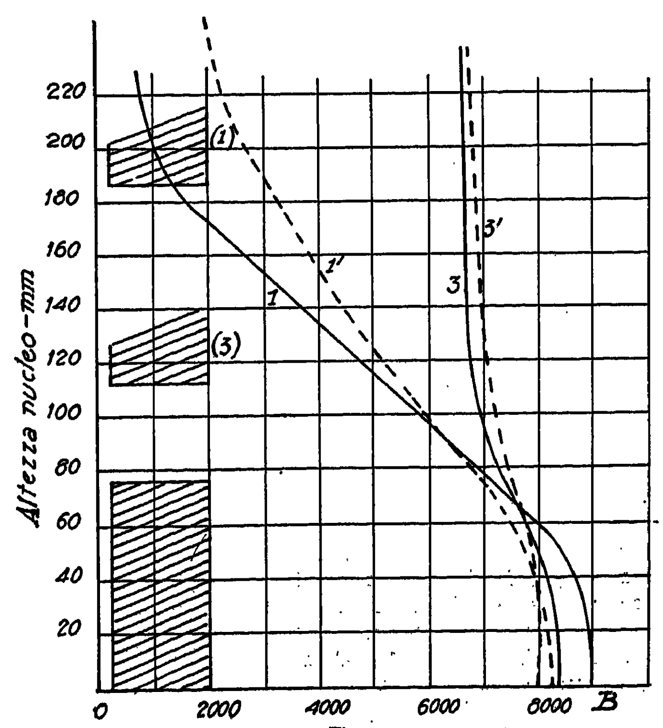


Fig. 4.

cassa, è dovuto alla minore densità del flusso disperso, che non viene più convogliato dalle pareti della cassa; la riluttanza da esso incontrata resta così aumentata.

In fig. 6 sono riportati i diagrammi di distribuzione dell'induzione pel trasformatore in cassa avente la stessa ossatura magnetica del precedente ma le sole gallette esterne. Curva (1): corto circuito con tensione alimentazione $V_1 = 75$ volt, $I_2 = 18{,}5$ A; curva (1'): corto circuito con $V_1 = 55$, $I_2 = 13{,}5$ A.

Sui due trasformatori da 5 kVA e da 12 kVA le misure di flussi sono state eseguite mediante un voltmetro industriale che va in fondo scala per 15 V, ed assorbe una corrente massima di 60 mA. Viene usata una sola bobina d'esplorazione con numero di spire considerevole che si fa scorrere lungo il nucleo centrale. Le curve ricavate risultano analoghe a quelle del trasformatore da 500 VA, malgrado l'inesattezza del metodo; le riportiamo in fig. 7 pel trasforma-

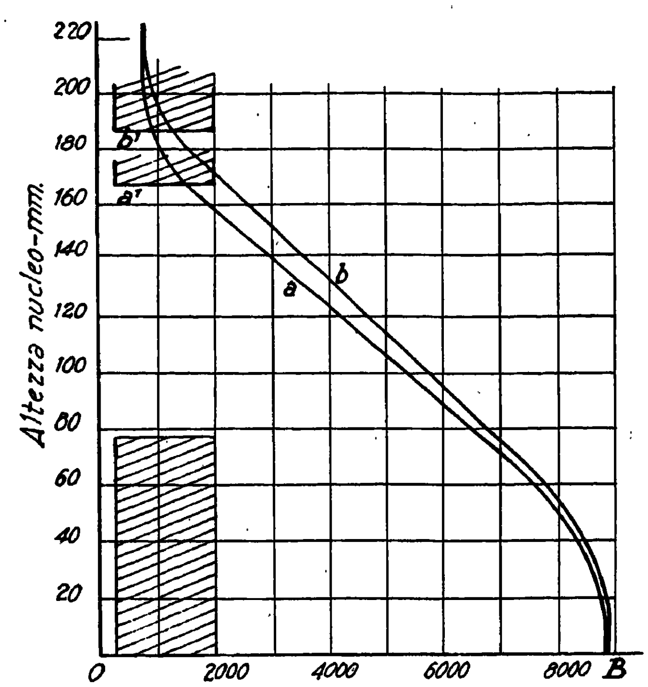


Fig. 5.

tore da 5 kVA: (1) corto circuito, (2) 1/2 carico, (3) pieno carico, ed in fig. 8 pel trasformatore da 12 kVA: (1) corto circuito, (2) 1/2 carico, (3) pieno carico.

Derivando questi diagrammi, e precisamente quelli descritti in corto circuito, si ottiene a meno di una costante, e tenendo conto di lievi correzioni, il diagramma della densità di flusso disperso alle diverse altezze del nucleo:

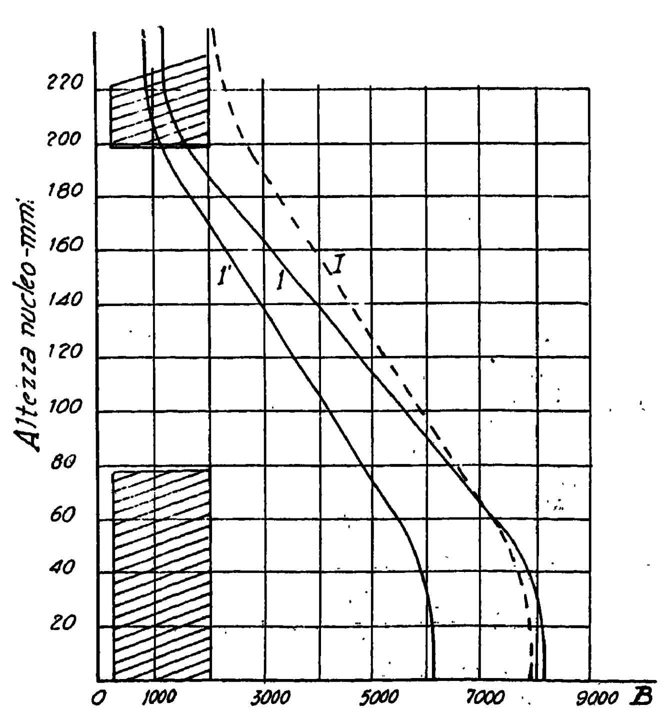


Fig. 6.

Richiamiamoci infatti al noto diagramma circolare delle tensioni secondarie che in altra scala rappresenta pure il diagramma dei flussi, figura 9: misuri AB il flusso corrispondente alla f. e. m. secondaria a vuoto e con buona approssimazione alla f.c.e.m. primaria; AB', AB'' i flussi risultanti corrispondenti alle diverse $V_2 + r_2 I_2$ (r_2 resistenza ohmica interna); BB', BB'' i flussi dispersi totali. Rappresentiamo in fig. 9 con CD la sezione del nucleo centrale e supponiamo di disporre il diametro AB del diagramma circolare parallelamente alla sezione del nucleo stesso; immaginiamo ancora le bobine d'esplorazione av-

volte sul nucleo alle altezze $D d'$, $D d''$, $D D'$.... In ogni condizione di carico tali bobine d'esplorazione misurano nel nucleo alle altezze $D D'$, $D D''$ i flussi risultanti $A B'$, $A B''$ relativi alla $V_2 + r_2 I_2$, all'estremo in basso il flusso $A B$ relativo alla f.c.e.m. primaria, nelle posizioni intermedie ($D d'$, $D d''$) i flussi risultanti $A b'$, $A b''$ relativi a f.e.m. che potremo in altra scala rappresentare ancora con $A b'$, $A b''$. Ai forti

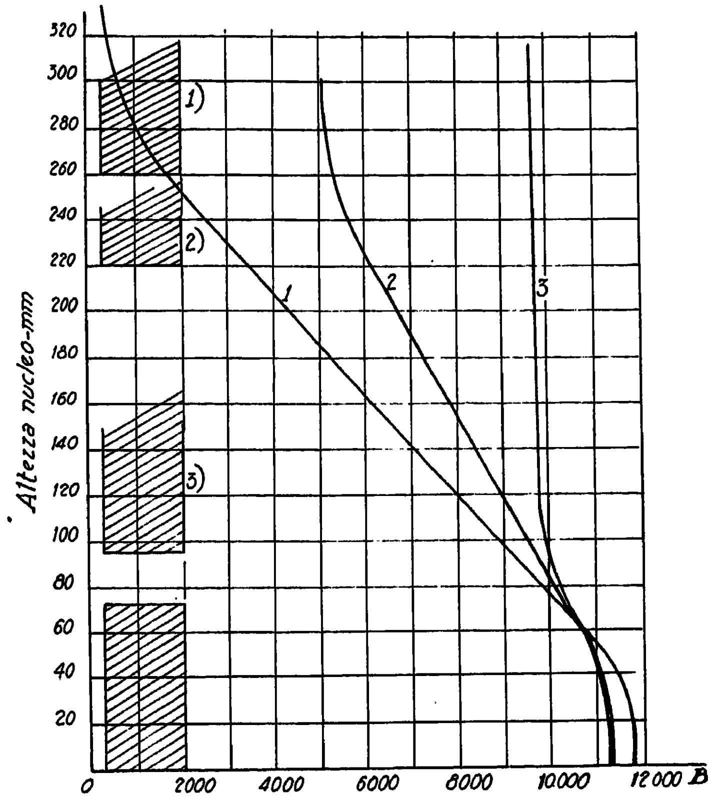


Fig. 7.

carichi, come si rileva facilmente dal triangolo $A B B'$, data la grande differenza di fase tra flusso disperso $B B'$ e flusso principale $A B$, occorre una forte dispersione di flusso ($B B'$), per produrre una debole diminuzione (da $A B$ ad $A B'$) del flusso risultante; la densità di flusso

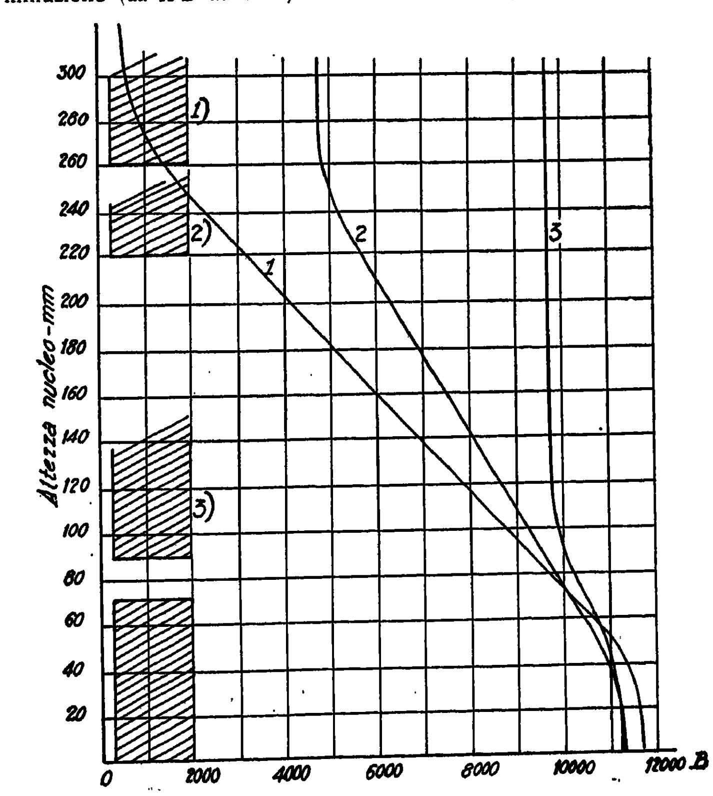


Fig. 8.

disperso ricavata dai diagrammi sperimentali in tali condizioni di carico risulterebbe minore della reale. Ai deboli carichi invece, e più precisamente in corto circuito, data la piccola differenza di fase tra flusso disperso e flusso principale, il flusso risultante misurato dalle bobine d'esplorazione ($A b_c$, $A b_c'$...) diminuisce, a determinate quote del nucleo, quasi di quanto aumenta il flusso disperso ($B b_c'$, $B b_c'$....); così fino ad una certa altezza del nucleo, e precisamente in vicinanza della bobina mobile. Da questa quota, crescendo lo spostamento di fase tra flusso disperso e flusso principale, la dispersione di flusso diventa maggiore della corrispondente diminuzione del flusso risultante. Essendo però la bobina primaria e la bobina secondaria nelle stesse condizioni, la distribuzione dei flussi dispersi, primario e secondario lungo le rispettive bobine si potrà ritenere quasi simmetrica (sempre

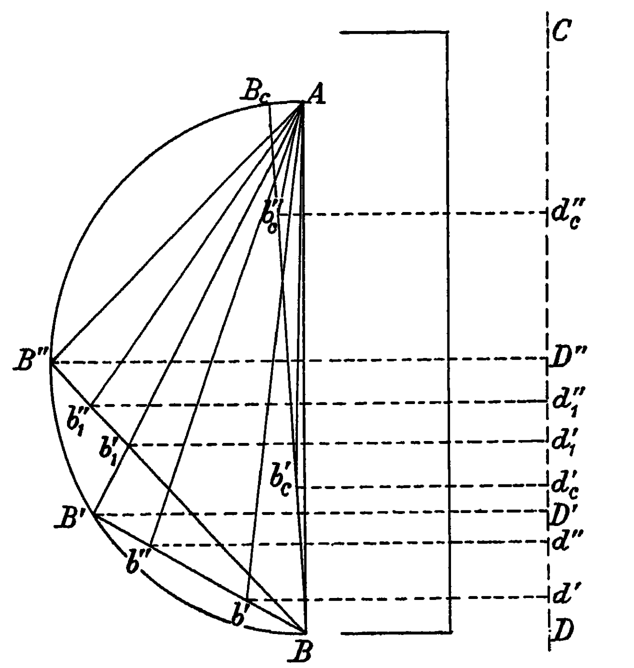


Fig. 9.

in rapporto all'altezza delle bobine stesse). Derivando quindi i diagrammi dell'induzione B del flusso risultante nel nucleo, nella condizione di corto circuito, si può ricavare, tenendo anche conto del rapporto tra la sezione del nucleo e la superficie d'uscita del flusso disperso, il diagramma di densità del flusso disperso stesso.

I risultati ottenuti con questo metodo sono stati controllati mediante una bobina di sezione rettangolare che fasciasse completamente il nucleo col suo lato più lungo in modo da abbracciare il solo flusso disperso. I valori così ricavati coincidono abbastanza bene con i precedenti.

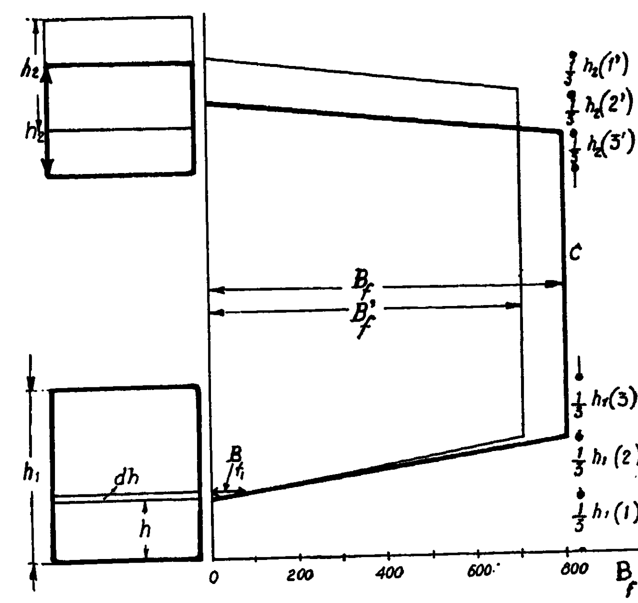


Fig. 10.

Verificata la quasi assoluta opposizione di fase a meno di qualche grado, tra corrente primaria e secondaria, mediante il noto metodo di confronto per rotazione con le tensioni del sistema trifase $\cos \varphi = \dfrac{\cos(\varphi + 60^\circ)}{\cos(\varphi - 60^\circ)}$, si è quindi descritto il diagramma della densità di flusso disperso, fig. 10:

Diagramma flusso disperso del trasformatore da 500 VA con bobine intere (linea grossa trasformatore in cassa, linea sottile trasformatore in aria):

Sul terzo inferiore (1) della bobina fissa e superiore della bobina mobile (1′) dove l'induzione B resta quasi invariata, come si rileva dai diagrammi, la densità B_f di flusso disperso si può considerare quasi nulla. Essa aumenta poi gradualmente per un terzo dell'altezza (2), (2′) fino a raggiungere sul terzo superiore (3) della bobina fissa, ed inferiore (3′) della bobina mobile, pressochè il valore massimo, che si conserva costante nell'intervallo tra bobine.

Questa forma di diagramma è naturalmente approssimata. In realtà la densità del flusso disperso B_f non è nulla sul terzo (1) (1′) delle bobine ma cresce lentamente secondo una curva molto pianeggiante; tale curva si rileva gradualmente in vicinanza al terzo medio delle bobine (2) (2′), proseguendo con andamento quasi lineare fino al terzo (3) (3′), dove raggiunge un valore molto prossimo al massimo, massimo che si può considerare approssimativamente costante tra le due bobine. Il tener conto però delle curve di raccordo suaccennate non introdurrebbe che delle complicazioni inutili nel calcolo della f. e. m. di dispersione, senza apportare molto vantaggio, dato che il diagramma lineare descritto ricalca bene i risultati sperimentali: Ad es., nel nucleo del trasformatore da 500 VA il flusso corrispondente alla tensione applicata dovrebbe essere $\Phi = 246.000$, in corto circuito invece, mantenendo inalterata la tensione di prova, si ha alla base del nucleo, un flusso $\Phi = 296.000$. Orbene tale forma di diagramma, mentre con la densità massima misurata, dà un flusso totale disperso $\Phi = 269.000$, prevede un tale concatenamento con tutte le spire primarie e secondarie, da ridurre il flusso disperso *concatenato* a 246.000, corrispondente appunto alla tensione applicata.

Le densità massime di flusso disperso (valore massimo) risultano poi nell'intervallo tra le due bobine di circa 810 linee, pel trasformatore da 500 VA in cassa, e circa 700 fuori cassa, di circa 1150 linee, pel trasformatore da 12 kVA, e pel trasformatore da 5 kVA di 950 linee.

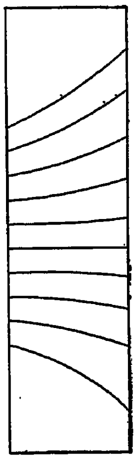


Fig. 11.

Mediante aghi magnetici si è rilevato approssimativamente l'andamento delle linee di flusso disperso che riproduciamo in una sezione verticale ed in una orizzontale del trasformatore.

Dalla sezione verticale (fig. 11) si rileva come le linee si conservino quasi orizzontali nello spazio compreso tra le due bobine e poi si ripieghino in basso ed in alto, rispettivamente sulla bobina fissa e sulla bobina mobile. Quest'andamento delle linee di flusso disperso, spiega le differenze tra i diagrammi dell'induzione B nel nucleo centrale e nelle colonne laterali (figg. 4, 5): (Sulle colonne laterali la diminuzione di B, sebbene più lenta, comincia prima che sul nucleo centrale verso il basso, e finisce dopo verso l'alto). Tali diagrammi però ci mostrano che quasi tutto il flusso disperso uscente dal nucleo centrale raggiunge le colonne laterali: il flusso disperso può quindi considerarsi con sufficiente approssimazione costante lungo tutto lo spessore delle bobine.

Da prove eseguite con piccole bobine rettangolari appoggiate di superficie contro il nucleo centrale, e sulla parete prospicente la colonna laterale, e sulla parete frontale, la densità di flusso disperso sulla parete del nucleo prospiciente la colonna laterale è risultata di circa il 20 % superiore a quella sulla parete frontale del nucleo. Unendo questi dati a quelli delle prove con aghi magnetici, si è potuto così constatare che, data la presenza delle colonne laterali, le linee di flusso disperso, contrariamente a quanto avviene per bobine non contenenti ferro, hanno un andamento che si discosta abbastanza da quello radiale: in fig. 12 sono abbozzate schematicamente tali linee.

Circa l'influenza che ha poi sulla riluttanza incontrata dal flusso disperso, lo spessore della bobina, le prove eseguite sul trasformatore da 500 VA con bobine dimezzate mostrano che tale riluttanza non viene modificata, quando le due bobine, diminuendo di spessore, (da 35 a 12 mm) restano addossate al nucleo centrale (2 gallette interne) o la bobina fissa è lontana dal nucleo centrale e la mobile addossata ad esso (galletta esterna primaria, interna secondaria).

La riluttanza resta invece diminuita, quando le due bobine sono lontane dal nucleo centrale e addossate alle colonne laterali (2 gallette esterne), e, benchè in misura un po' minore, quando la bobina fissa è addossata al nucleo centrale e la mobile lontana e a ridosso delle colonne laterali. In questi due ultimi casi una parte delle linee di flusso disperso, si concatena con la bobina, seguendo un più breve cammino, senza interessare il nucleo centrale. Infatti, a parità d'induzione calcolata, mentre nel trasformatore con sole gallette esterne, l'induzione B, misurata alla base del nucleo centrale, era diminuita da 8950 linee, (quanto si aveva con bobine intere) a 8100 linee, la B, misurata invece sul perimetro esterno della galletta primaria in basso, era rimasta invariata a 8800 linee.

Tanto dalle prove eseguite sul trasformatore a prese multiple (6 kVA) alimentando una piccola parte dell'avvolgimento primario, in modo da poter quasi astrarre dal resto dell'avvolgimento stesso, quanto dalle prove condotte sull'ossatura magnetica del trasformatore da 500 VA con gallette sfalsate (primaria esterna e secondaria interna), ho potuto rilevare che la riluttanza incontrata dal flusso disperso, non resta modificata dal solo sfalsamento degli avvolgimenti primario e secondario.

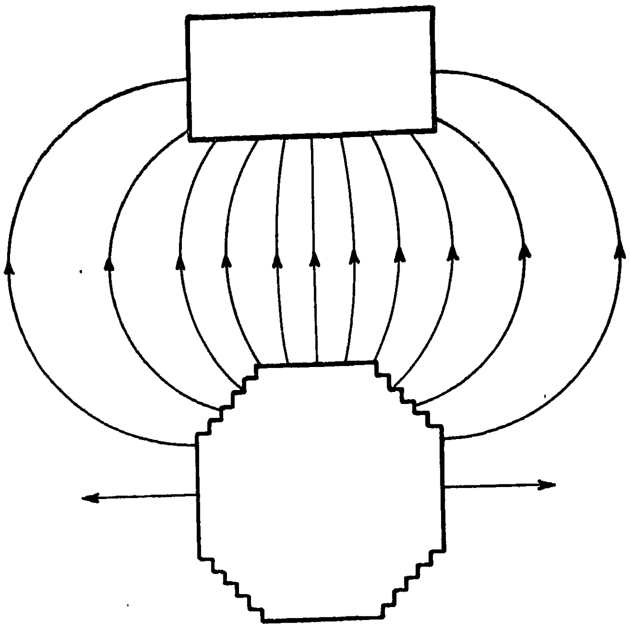


Fig. 12.

A parità di tensione e di corrente, e con distanza tra bobine variabile, l'induttanza pel trasformatore da 500 VA fuori cassa si è trovata del 15 % inferiore a quella pel trasformatore in cassa: (vedi diagrammi sovrapposti del flusso risultante con trasformatore in cassa e fuori cassa, e fig. 10, diagramma di flusso disperso). Tale risultato è stato controllato quantitativamente sullo stesso trasformatore e su quello a prese multiple da 6 kVA mantenendo invece invariata la tensione e la distanza tra bobine col bloccare la bobina mobile, e misurando la differenza di corrente col trasformatore in cassa e fuori. Si rileva così che l'assenza della cassa determina ancora una diminuzione d'induttanza del 15 % pel trasformatore da 500 VA, e solo dell'8 % invece pel trasformatore da 6 kVA.

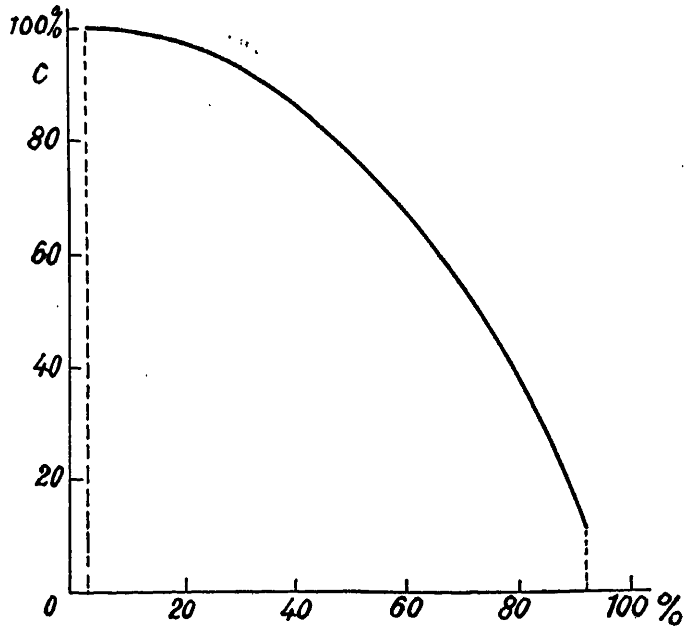


Fig. 13.

Tale apparente discrepanza è da attribuire a che l'azione di convogliamento del flusso disperso, viene maggiormente condivisa nel trasformatore da 500 VA tra la cassa e le colonne laterali, e per la maggiore vicinanza del ferro della cassa alle bobine, e, soprattutto, pel maggior peso percentuale del ferro della cassa stessa sul ferro dell'ossatura magnetica.

Sui trasformatori del tipo in cassa con olio, come quelli su cui si sono eseguite le esperienze, si può quindi calcolare in genere, che l'assenza della cassa porti una diminuzione d'induttanza di circa l'8%, capitando raramente e solo per scopi speciali, di costruire trasformatori di potenza molto piccola.

Su tutte le macchine menzionate ed altre ancora ho poi eseguito prove di carico: riporto in fig. 13 il diagramma di carico in % pel trasformatore da 12 kVA (ordinate distanza tra bobine, ascisse tensione secondaria esterna + caduta ohmica interna).

Calcolo del trasformatore.

Si sono applicati i risultati sperimentali ottenuti alla ricerca di formule empiriche che rappresentassero con sufficiente approssimazione il comportamento del trasformatore: l'adozione di tali formule al calcolo di nuovi trasformatori ha dato risultati soddisfacenti. Richiamo brevemente il procedimento seguito.

Sia r il raggio del cerchio circoscritto al nucleo, il flusso disperso totale (primario e secondario) considerato a sè (diagramma fig. 10) è:

$$\frac{1}{3}(h_1+h_2)\frac{B_f}{2}\cdot 2\pi r+\frac{1}{3}(h_1+h_2)\,B_f\,2\pi r+ c\cdot B_f\cdot 2\pi r=\Phi_m$$

(Φ_m = 269.000 pel trasformatore da 500 kVA).

Esprimiamo ora in funzione dell'altezza delle bobine e della distanza di esse, il flusso disperso *concatenato* con tutte le N spire e variabile in senso verticale da spira a spira.

Sia γ il numero di spire contenute in un cm di altezza dell'avvolgimento, B_f al solito, la densità di flusso disperso nell'intervallo tra bobine (costante). Consideriamo sulla bobina fissa primaria una striscia di altezza dh nel terzo inferiore dell'altezza (1 = 1/3 h_1 fig. 10) la cui distanza dalla base sia h (variabile); ad essa corrisponderà una f. e. m. di dispersione:

$$d\,e'_{s_1}=\left[\frac{1}{3}h_1 B_f\cdot\gamma\,dh+\frac{1}{3}h_1\frac{B_f}{2}\gamma\,dh+\frac{c}{2}B_f\gamma\,dh\right]2\pi r\cdot 4{,}44\cdot f.$$

Consideriamo una striscia dh nel tratto (2) = 1/3 h_1 diciamo B_{f1} la densità di flusso disperso ad essa corrispondente, ed ancora h la sua distanza dalla base (ambedue variabili); ad essa corrisponderà una f. e. m. di dispersione:

$$d\,e_s''=\left[\frac{1}{3}h_1\,B_f\gamma\,dh+\left(\frac{2}{3}h_1-h\right)\frac{B_f+B_{f1}}{2}\gamma\,dh+\frac{c}{2}B_f\gamma\,dh\right]2\pi r\cdot 4{,}44\cdot f.$$

Finalmente considerando una striscia nel tratto (3) = 1/3 h_1 a distanza ancora variabile h dalla base, ad essa corrisponderà una f. e. m. di dispersione:

$$d\,e_s'''=\left[(h_1-h)\,B_f\gamma\,dh+\frac{c}{2}B_f\gamma\,dh\right]2\pi r\cdot 4{,}44\cdot f.$$

Integrando il primo differenziale tra i limiti zero e 1/3 h_1, il secondo tra 1/3 h_1 e 2/3 h_1 il terzo tra 2/3 h_1 e h_1, si trova che la f. e. m. di dispersione corrispondente a tutte le spire primarie è:

$$e_s=\left[\frac{1}{6}h_1^2+\frac{1}{9}h_1^2+\frac{1}{18}h_1^2+\frac{5}{108}h_1^2+\frac{1}{2}c\,h_1\right]\gamma B_f\cdot 2\pi r\cdot 4{,}44\cdot f=$$

$$=\left[\frac{21}{54}h_1^2+\frac{1}{2}c\,h_1\right]\gamma B_f\cdot 2\pi r\cdot 4{,}44\cdot f.$$

Con sufficiente approssimazione si può porre (tenendo anche conto che $\gamma h_1 = N_1$):

$$e_s=N_1\left(\frac{2}{5}h_1+\frac{1}{2}c\right)B_f\cdot 2\pi r\cdot 4{,}44\cdot f.$$

La f. e. m. di dispersione primaria e secondaria immaginandola tutta riportata al primario è:

$$e_{s1}=N_1\left[\frac{2}{5}(h_1+h_2)+c\right]B_f\cdot 2\pi r\cdot 4{,}44\cdot f$$

(abbiamo preso per r il raggio del nucleo, per B_f la densità di flusso disperso misurata sul nucleo perchè, come già detto, il prodotto $B_f\times S$ = flusso disperso, può considerarsi costante lungo tutto lo spessore della bobina).

Il flusso totale disperso concatenato con tutte le spire, è quindi:

$$\left[\frac{2}{5}(h_1+h_2)+c\right]B_f\cdot 2\pi r = (246.000 \text{ pel trasformat. da 500 VA}).$$

Esprimiamo ora la densità del flusso B_f in funzione degli elementi conosciuti dalla macchina: numero di spire e dimensioni dell'ossatura magnetica e delle bobine.

Il percorso delle linee di flusso disperso nell'aria assorbe quasi tutta la f. m. m. disponibile. Si dovrebbe tener conto della variazione radiale di B_f. Siccome però, come già detto, l'andamento delle linee di flusso disperso si discosta abbastanza per bobine avvolte su nucleo a mantello come il nostro, da quello radiale, così, per semplicità di calcolo, si può accentuare questa disuniformità, ricorrendo ad un'approssimazione a cui son già ricorsi l'Arnold, il Kapp ed altri, e considerare, a meno della breve curvatura presso il nucleo centrale e le colonne laterali, le linee di flusso quasi parallele.

La B_f è allora esprimibile approssimativamente mediante una formula del tipo $\dfrac{K N I\sqrt{2}}{l_x}$

Nella determinazione di K e della l_x si è proceduto per tentativi: introducendo a moltiplicatore di $\sqrt{2}NI$ un fattore $K'=\dfrac{K}{l_x}$ (K ed l_x incognite) ed uguagliando tale prodotto ai valori misurati di B_f, per nuclei di dimensioni assolutamente diverse. Ho trovato che tale fattore K' era per tutti con buona approssimazione uguale al quoziente:

$$\frac{4}{d+l}$$

(d spessore pacco nucleo, l larghezza della finestra); $d+l$ può prendersi quindi come lunghezza media fittizia delle linee di flusso disperso per i trasformatori in cassa.

Lasciando invariata la costante 4 ed applicando la formula agli stessi trasformatori fuori cassa rilevo che la lunghezza media fittizia delle linee di flusso può considerarsi aumentata rispetto a quella col trasformatore in cassa così:

$$(d+l)\ 1{,}08$$

per trasformatori di media potenza; per piccoli trasformatori con cassa abbastanza addossata l'aumento raggiunge il 15 % e la lunghezza media fittizia diventa:

$$\frac{7}{6}(d+l).$$

Si ha quindi in cassa per trasformatori di media potenza:

$$B_f=\frac{4\cdot N\cdot I\cdot\sqrt{2}}{d+l};$$

fuori cassa:

$$B_f'=\frac{4\cdot N\cdot I\cdot\sqrt{2}}{(d+l)\cdot 1{,}08}$$

A parità di sezione e larghezza di finestra la densità superficiale per un nucleo rettangolare risulterebbe maggiore che per un nucleo inscritto in un cerchio, essendo, la d, a parità di sezione, più piccola e le linee di flusso meno curve.

La forza elettrodinamica è poi in definitiva esprimibile mediante la formula:

$$F=\sim\frac{k\cdot N^2\cdot I^2\cdot r}{d+l}10^{-4}\ \text{gr}$$

(k = 12,5 per trasformatori in cassa, 11,5 per medi trasformatori fuori cassa, 10,8 per piccoli trasformatori fuori cassa).

Indicando ancora con e_{s2} la caduta induttiva totale riferita al secondario si avrà in definitiva raccogliendo le costanti:

$$e_{s2}=k'\frac{N_2^2\cdot I_2\cdot\left[c+\frac{2}{5}(h_1+h_2)\right]r\cdot f\cdot 10^{-8}}{d+l}$$

(k' = ∼157 per trasformatori in cassa, ∼ 145 per medi trasformatori fuori cassa, ∼ 136 per piccoli trasformatori fuori cassa).

Questa formula dovrebbe essere valida a qualunque carico, poichè l'andamento del flusso disperso rimane da pieno carico in corto circuito sensibilmente costante; non dimeno mentre la

$$e_{s2} = \sqrt{E_2^2 - (V_2 + r_2 i_2)^2}$$

risulta in corto circuito uguale alla E_2 ($V_2 = 0$), poichè l'influenza della $r_2 I_2$ quasi in quadratura con E_2 è trascurabile, in pieno carico invece la e_{s2} riesce pel trasformatore da 12 kVA e per quello da 5 kVA inferiore di circa il 12 % alla radice della differenza sovra scritta e per il trasformatore da 500 VA di circa 1,8 %. La distanza di pieno carico effettiva di fronte a quella calcolata sarebbe così minore di circa 5 mm nel trasformatore da 12 kVA. Nel caso di trasformatori con distanza di pieno carico molto piccola e cos φ elevato, ciò che capita molto di rado nei trasformatori a bobina mobile, per i quali occorre preventivare una distanza di pieno carico piuttosto elevata, per salvaguardarsi dalle diminuzioni di tensione della rete, è bene tener conto di una piccola riduzione nella distanza di pieno carico dell'ordine di grandezza accennata.

Diagrammi di perdite.

Un certo interesse presentano i diagrammi di perdita del trasformatore a bobina mobile riportati in figura 14 pel trasformatore da 12 kVA; curva (1) trasformatore in cassa molto ampia, curva (2) trasformatore in una cassa le cui pareti distano dalle bobine circa 3 cm. E' notevole l'aumento di perdite che si verifica nel passaggio da pieno carico in corto circuito (curva 1) poichè il flusso disperso incontra in parte le lamiere normalmente alla loro superficie. Un aumento supplementare si ha poi col trasformatore nella cassa più piccola (curva 2), dovuto alle correnti parassite nelle pareti della cassa stessa.

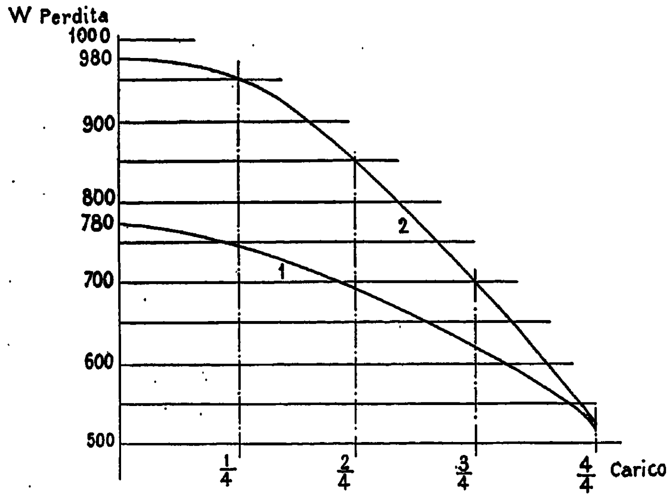


Fig. 14.

Si può ammettere approssimativamente, dalle curve sperimentali, che pel trasformatore in cassa le perdite ai diversi carichi stanno a quelle di pieno carico, come i logaritmi delle rispettive distanze tra bobine al logaritmo della distanza di pieno carico, e pel trasformatore fuori cassa, come le radici di tali logaritmi.

Si vede anche in questo caso la convenienza di ricorrere, più che a qualsiasi altra forma di nucleo, a bobine e nuclei molto accentuamente rettangolari in cui il flusso disperso viene quasi per intero convogliato direttamente dalle colonne laterali, che esso incontra tangenzialmente alla superficie delle lamiere, senza dar quindi luogo ad un forte aumento di perdite.

Ringrazio il Prof. Pugno Vanoni, e l'Ing. Correggiari per i suggerimenti da essi cortesemente dati, e le Ditte Scotti e Brioschi e Gorla Siama pel materiale di prova gentilmente concesso.

SULLA TRASMISSIONE A DISTANZA DEI VALORI DI MISURA

O. COLONNA

La trasmissione a distanza dei valori di misura ha acquistato in questi ultimi anni una importanza sempre maggiore, sopratutto in alcuni paesi, che, come la Germania han dedicato al problema uno studio profondo e ideato sistemi che ne offrono soluzioni pratiche.

Al giorno d'oggi si può dire senz'altro che il grado di perfezionamento acquistato dagli impianti di trasmississione a distanza delle misure è tale, da assicurare non solo un funzionamento regolare e preciso, ma da permettere di utilizzare, per tale trasmissione, qualsiasi conduttura elettrica, sia pure questa una linea telefonica o telegrafica già esistente, che viene così adibita al doppio scopo della trasmissione dei valori di misura e di quello delle comunicazioni telefoniche o telegrafiche. Può servire allo scopo anche la stessa linea ad alta tensione, che trasporta così, dal luogo di produzione a quello di distribuzione, e l'energia prodotta e la misura delle grandezze ad essa attinenti.

I casi nei quali trova applicazione la trasmissione a distanza delle misure sono tutti ben conosciuti dai direttori di aziende elettriche ed è qui fuori luogo farne un elenco. Ne citeremo quindi solamente i più comuni.

Uno di essi è, per es., quello di una rete di distribuzione d'energia, alla quale l'energia stessa viene fornita quasi sempre da più centrali. E' molto importante in questo caso che il direttore dell'esercizio possa, quando vuole, essere sempre a conoscenza, stando in un punto centrale di smistamento, della quantità di energia fornita dalle singole centrali e della potenza reale e reattiva erogate secondo un prestabilito diagramma giornaliero di carico o per manovrare tempestivamente una data macchina o centrale quando se ne presentasse improvvisamente la necessità. Per es. una imprevista richiesta di energia elettrica per illuminazione, dovuta ad un temporale addensatosi repentinamente sul cielo di una grande città.

Il telefono, che trova tuttora largo impiego come mezzo di collegamento fra le centrali, non permette di adempiere simili manovre colla stessa rapidità consentita invece dalla trasmissione a distanza dei valori di misura, e non permette sopratutto di tenere costantemente informate le persone addette, del fabbisogno di energia effettiva e reattiva e della distribuzione delle tensioni nella rete. Mentre il più delle volte è indispensabile poter intervenire tempestivamente nei momenti di maggiore richiesta di energia per evitare inutili sovraccarichi di talune macchine. Quanta importanza abbia in tali casi un pronto intervento nell'esercizio di una distribuzione di energia elettrica è ben noto ai direttori di esercizio nelle centrali.

Altro vantaggio notevole di questi sistemi di trasmissione è quello di permettere di ridurre considerevolmente il personale delle centrali e sopratutto delle stazioni di trasformazione, venendo a mancare la necessità della sorveglianza degli apparecchi nelle singole stazioni, dato che il controllo viene assicurato immancabilmente dagli istrumenti riceventi dell'impianto di trasmissione a distanza situati nel posto centrale di controllo.

Finchè la distanza non è superiore ai due chilometri, si ricorre comunemente, per trasmettere a distanza il valore di una certa grandezza, al collegamento diretto degli apparecchi con opportuni trasformatori di misura. Il sistema diretto, tuttavia, richiede innanzitutto per ogni wattometro otto conduttori di collegamento di notevole sezione per ridurre la caduta di tensione. Inoltre costituisce un pericolo per il personale sorvegliante, in causa delle tensioni elevate che si generano ai morsetti secondari dei riduttori di corrente, ove i circuiti secondari restassero aperti per rottura accidentale dei conduttori di collegamento.

Molte volte è necessario conoscere la somma totale dell'energia fornita da una centrale elettrica. Finchè le macchine della centrale marciano tutte in parallelo sulla stessa rete si può effettuare tale somma col collegare in parallelo i secondari dei riduttori di corrente. Le cose si complicano però se le macchine marciano a frequenza diversa, come è per es. il caso nelle centrali dalle quali si dipartono più linee di trasporto: il collegamento in parallelo dei riduttori non è più possibile in questo caso, e per effettuare la somma si deve ricorrere a sistemi meccanici di accoppiamento dei wattometri con conseguente diminuzione del grado di precisione delle misure per gli inevitabili attriti dei rotismi.

I sistemi di misura a distanza hanno anzitutto il vantaggio di richiedere due soli conduttori per la trasmissione di un valore di misura di energia.

E non è qui fuori luogo accennare brevemente ai sistemi di tra-

smissione ideati dalla Soc. Siemens di Berlino, che già da qualche anno ha intrapreso a risolvere questo problema ed è riuscita negli ultimi tempi ad ottenere in questo campo dei risultati veramente soddisfacenti, come è dimostrato dal considerevole numero di impianti eseguiti per conto di numerose aziende elettriche tedesche.

Questi impianti permettono di trasmettere a qual si voglia distanza, e utilizzando per la trasmissione due soli fili conduttori, fino a ventiquattro valori di misura contemporaneamente. I valori di misura di cui è possibile la trasmissione sono quelli che vengono comunemente indicati dagli apparecchi esistenti sui quadri di manovra delle centrali elettriche; potenza reale e reattiva, tensione e intensità di corrente, fattore di potenza, frequenza, e ancora, nelle centrali termiche, indicazioni di temperatura, indicazioni di livello d'acqua nelle caldaie, indicazioni di posizione di interruttori e coltelli separatori, ecc.

Quali conduttori per la trasmissione, come è stato detto in principio, possono venire utilizzati i comuni fili telefonici; si può ritenere che siano veramente poche le centrali che non abbiano tra loro o con un centralino della rete urbana un collegamento telefonico. I conduttori telefonici possono essere disposti in cavo, quali fili aerei su palificazione propria, o su quella della linea di trasporto dell'energia. Opportuni sistemi di protezione agli estremi della linea eliminano i disturbi derivanti dalle frequenze indotte dall'alta tensione nei tratti ove linee di trasporto di energia elettrica fossero parallele alla linea utilizzata per la trasmissione delle misure, e proteggono l'apparecchiatura di ricezione e quella di trasmissione dei valori di misura da guasti derivanti da eventuali contatti del filo di trasmissione con altri conduttori elettrici lungo il percorso. Le indicazioni della stazione ricevente presentano una precisione, rispetto a quelle partenti, del 2 %. Naturalmente gli strumenti riceventi possono essere dei semplici indicatori o anche dei registratori ove interessasse conoscere i valori assunti successivamente da una determinata grandezza.

Come linea di trasmissione può altresì venire utilizzata la stessa linea di trasporto dell'energia elettrica, come già è stato accennato in principio. In quei casi cioè in cui non esistesse altro collegamento tra la stazione trasmittente e quella ricevente che la linea ad alta tensione, e d'altra parte la distanza fra le due stazioni fosse così grande da rendere notevolmente elevata la spesa per stendere appositi conduttori elettrici (centinaia di km), viene utilizzata come conduttura di trasmissione una qualunque delle tre fasi di una terna. L'accoppiamento delle apparecchiature di trasmissione e di ricezione al filo ad alta tensione si effettua in tal caso, come per la telefonia ad onde convogliate, attraverso condensatori che sbarrano il passaggio delle correnti bassa frequenza e offrono invece una debolissima resistenza alle alte frequenze. Dovendo quindi superare per la trasmissione un certo percorso lungo il quale, in certi tratti, non esistano fili telefonici, ma soltanto una linea ad alta tensione, si eseguirebbe la trasmissione utilizzando i fili telefonici nei tratti ove esiste un collegamento telefonico, e per gli altri tronchi adoperando come filo di trasmissione una fase della terna.

Diamo qualche notizia sul principio di funzionamento del metodo di trasmissione a distanza dei valori di misura detto «Sistema a frequenza di impulsi», della Siemens.

Fin da principio fu scartata l'idea di impiegare per la trasmissione delle misure un sistema che utilizzasse, per il trasporto di tali valori, una corrente modulata. Le ragioni che sconsigliarono l'adozione di un sistema fondato su questo principio sono da ricercarsi innanzi tutto nelle variazioni di resistenza con la temperatura e nelle variazioni della resistenza di isolamento fra conduttore e controterra alle quali è esposta qualsiasi conduttura elettrica. Quanto più lunga è la linea tanto maggiore è la sua resistenza e quindi più sensibili gli effetti delle oscillazioni della resistenza di isolamento sui valori di misura trasmessi. Questo vale sia per i cavi, i quali nonostante il loro buon isolamento presentano dei punti deboli nei nodi, quanto per le linee aeree le quali se presentano resistenze ohmiche piuttosto basse, sono d'altra parte esposte a variazioni di temperatura con conseguenti oscillazioni di resistenza. Contro l'adozione dell'accennato metodo si pronunziavano anche altre ragioni: le condutture elettriche percorse da correnti deboli (telefoniche e telegrafiche) vengono generalmente protette con mezzi opportuni contro eventuali disturbi alle apparecchiature installate alle loro estremità causati da correnti indotte per la presenza, lungo il percorso di queste linee, di linee ad alta tensione parallele alle prime. Questi mezzi di protezione sono intesi ad evitare due specie di disturbi derivanti l'uno da contatti immediati fra la linea telefonica e quella ad alta tensione, e ciò si verifica sopra tutto quando le due linee sono stese sulla stessa palificazione; e l'altro da reciproche influenze induttive e capacitive nelle accennate condizioni. Di questi mezzi di protezione l'organo essenziale è il cosidetto traslatore, ossia un trasformatore con particolari caratteristiche. Detti traslatori vengono montati generalmente in numero di due all'estremità della linea; ove questa presentasse delle derivazioni intermedie anche queste verrebbero delimitate da due traslatori. E' logico che la loro presenza disturberebbe molto la trasmissione dei segnali con un sistema basato su correnti di variabile intensità. Pertanto si è venuti all'idea di impiegare, per la trasmissione dei valori di misura, un sistema basato sul metodo telegrafico, inteso però nel senso di far corrispondere ad un certo valore della grandezza che si vuole trasmettere un determinato numero di impulsi nell'unità di tempo. Questi impulsi che sono di corrente continua devono poi essere opportunamente fatti passare attraverso un istrumento ricevente del quale l'indice assumerà sulla scala differenti posizioni a seconda del numero degli impulsi. Il valore della grandezza che si vuole trasmettere viene cioè tradotta nella stazione di partenza in un certo numero di impulsi di corrente continua. Variando il valore della grandezza varia l'intervallo di tempo tra due impulsi successivi, e nella stazione ricevente l'indice dell'istrumento si sposta verso un'altra posizione. L'equipaggio mobile dell'istrumento viene dotato di una certa energia per smorzare l'effetto oscillatorio degli impulsi. Se però il numero dei traslatori inseriti nella linea fosse più di due, gli impulsi di corrente continua verrebberò notevolmente smorzati prima di arrivare alla stazione di ricezione. Si è pensato allora di sostituire agli impulsi a corrente continua quelli a corrente alternata a 50 periodi.

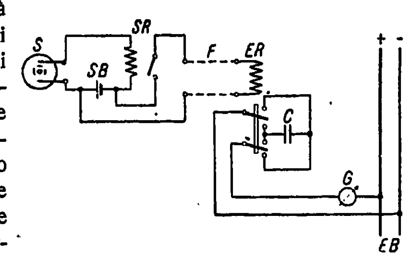


Fig. 1. — Schema illustrativo del principio di funzionamento della trasmissione a distanza dei valori di misura secondo il metodo a frequenza di impulsi.

S = apparecchio trasmettitore; SB = sorgente d'energia per il circuito trasmittente; SR = relais trasmettitore; F = linea di trasmissione; G = istrumento indicatore della stazione ricevente; EB = sorgente d'energia per l'alimentazione del circuito ricevitore; ER = relais ricevitore; C = condensatore.

Come apparecchio trasmittente è stato scelto all'uopo un istrumento semplice e che, per la sua importanza, è uno degli apparecchi più lungamente elaborati della tecnica moderna; e cioè l'elemento fondamentale del contatore elettrico: un disco girevole che si muove sotto l'azione delle correnti indotte da due spire percorse da corrente variabile. Il trasmettitore viene munito perciò di un interruttore conformato come un piccolo collettore di generatrice a corrente continua, anche esso girevole intorno ad un asse accoppiato per mezzo di ruote dentate a quello del disco. Il numero di giri che il disco compie al minuto sec. è proporzionale al valore della grandezza che viene trasmesso; ad esso sono quindi proporzionali anche i giri che farà il piccolo interruttore il quale, a seconda della sua velocità di rotazione, determinerà un numero più o meno grande di interruzioni a minuto sec. del circuito esterno, di quello cioè che collega la stazione trasmittente alla ricevente.

Siccome però la capacità di inserzione dell'interruttore non è molto elevata ed anche per altre ragioni inerenti alla trasmissione, nel caso in cui la distanza sia superiore ai due km la trasmissione si effettua coll'intermediario di un relais trasmettitore. Questo interrompe a sua volta il circuito costituito dalla linea di trasmissione con lo stesso ritmo col quale il piccolo collettore interrompe il circuito del relais. Nella stazione ricevente gli impulsi di corrente lanciati sulla linea vengono raccolti da un relais ricevitore che aziona un commutatore.

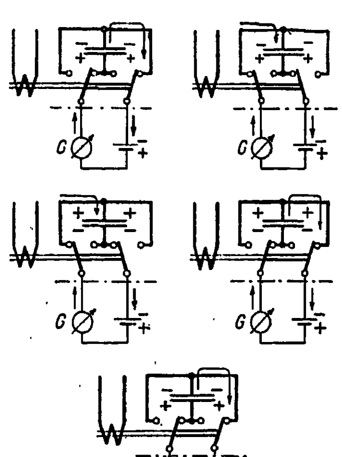


Fig. 2. — Rappresentazione schematica del modo di funzionare del condensatore. Dagli schemi si vede che l'istrumento indicatore è attraversato sempre nello stesso verso dalle correnti.

Come si vede nella figura 2 per mezzo di questo commutatore che si sposta ritmicamente da un contatto all'altro sotto la spinta del relais ricevitore, un condensatore viene successivamente caricato e scaricato da una sorgente di energia attraverso l'apparecchio ricevente, il quale è un apparecchio balistico a bobina mobile. Dalla figura 2 risulta pure che gli impulsi di corrente risultanti dalle cariche e scariche consecutive del condensatore attraversano l'istrumento sempre nello stesso verso; ne consegue che l'equipaggio mobile dell'istrumento sarà sollecitato dagli impulsi a ruotare sempre nello stesso verso. Se quindi l'inerzia dell'equipaggio mobile è sufficientemente

grande e così pure il numero degli impulsi per secondo, l'indice dello istrumento non tornerà dopo ogni impulso nella posizione iniziale, ma resterà in una posizione intermedia dipendente dall'intensità di corrente di ogni impulso e dal numero degli impulsi al secondo. Le numerose esperienze fatte con queste apparecchiature hanno permesso di stabilire il numero minimo di impulsi necessari per rendere quasi invisibile l'oscillazione dell'indice dell'istrumento, e propriamente il numero degli impulsi varia tra un minimo di 0,5 e un massimo di 5 impulsi a secondo; corrispondentemente l'indice si porta da un estremo all'altro sulla scala dell'apparecchio. Come sorgente di energia può venire utilizzata nella stazione trasmittente una comune batteria di accumulatori, che alimenti il circuito del relais trasmettitore ed il circuito esterno. Nella stazione di arrivo all'alimentazione del circuito ricevente si può pure provvedere con una batteria di accumulatori; la tensione della batteria deve però essere costante, altrimenti ne risulterebbero errori nella misura. Pertanto, insieme con la batteria di alimentazione la casa costruttrice fornisce, a richiesta, una apparecchiatura che provvede alla carica della batteria e a mantenerne costante la tensione. Come sorgente di energia si può impiegare in tal caso la rete di illuminazione a corrente alternata.

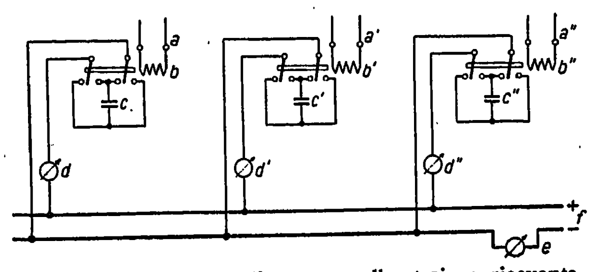


Fig. 3. — Formazione di somma nella stazione ricevente.

a, a′, a″ = Linee di trasmissione; *b, b′, b″* = Relais invertitori; *c, c′, c″* = Condensatori; *d, d′, d″* = Istrumenti indicatori dei singoli valori di misura; *e* = Istrumento indicatore della somma; *f* = sorgente d'energia per l'alimentazione del circuito ricevente.

Il sistema risolve con eguale semplicità anche il problema di segnalare la somma delle energie prodotte da diversi generatori tutti di una centrale o anche di diverse centrali comunque distanti tra di loro.

In tal caso i circuiti di misura provenienti dai singoli generatori sono inseriti in parallelo su di un sistema di sbarre collettrici, e l'apparecchio indicatore della somma totale viene inserito su tali sbarre collettrici in modo che venga percorso dalle correnti di carica di tutti i condensatori. Basta a tale scopo che l'istrumento venga inserito immediatamente dopo la sorgente di energia.

Agli effetti della misura non ha importanza se i singoli commutatori si spostano tutti simultaneamente o con ritmi diversi: l'apparecchio ricevente misurerà sempre il valore medio delle correnti di carica; con la differenza che nel primo caso sarà maggiore l'intensità di corrente per ogni impulso che attraversa l'istrumento indicatore, e nel secondo caso sarà invece maggiore il numero degli impulsi al secondo; l'indicazione sarà in entrambi i casi la stessa.

Può darsi talvolta che in luogo dell'unica somma totale si richiedano tante somme parziali delle energie prodotte da un certo numero di generatori; e anche che gli elementi costituenti le singole somme parziali non rimangano gli stessi numericamente, ma possano essere spostati da un gruppo ad un altro. Questo fatto è abbastanza comune nelle centrali dalle quali si dipartano più linee di trasporto di energia e sulle quali a seconda della richiesta venga allacciato un numero più o meno grande di generatori. Anche in questo caso il problema si risolve con la massima semplicità: a ogni gruppo di generatori si fa corrispondere un sistema di sbarre collettrici con uno apparecchio indicatore di somme. Le sbarre collettrici fanno tutte capo a un quadretto di manovra al quale arrivano pure i circuiti di misura dei singoli generatori. Per spostare uno di questi circuiti da una somma all'altra basterà per mezzo del relativo tasto contattore esistente sul quadro collegare il circuito col sistema sbarre collettrici relativo al nuovo raggruppamento. I diversi circuiti e sistemi di sbarre possono essere rappresentati sul quadretto mediante nastri di materiale trasparente illuminabili dalla parte interna per rendere maggiormente visibili i singoli raggruppamenti e quindi più facili gli spostamenti dei singoli elementi tra i diversi gruppi. Con dispositivi automatici è anche possibile, ove un alternatore venisse trasposto da una linea ad un'altra, che il corrispondente circuito di misura venga automaticamente portato sul sistema di sbarre collettrici corrispondente alla linea sulla quale è stato allacciato l'alternatore. A sua volta la somma totale o le somme parziali possono venire trasmesse dal luogo di formazione ad un'altro comunque distante; a tale scopo viene inserito nelle sbarre collettrici al posto di un istrumento indicatore, un trasmettitore totalizzatore, costituito, come un contatore elettrico a corrente continua e munito anche di un interruttore girevole. Questo apparecchio trasmittente è dotato di un'inerzia che gli permette di ruotare con velocità uniforme sotto l'azione degli impulsi delle correnti di carica dei diversi circuiti trasmettitori. Alla somma totale di energia saranno proporzionali il numero dei giri dell'interruttore ruotante. Sulla linea di trasmissione vengono così lanciati degli impulsi di corrente il cui numero nell'unità di tempo è proporzionale al valore complessivo dell'energia prodotta, e che vengono raccolti nella stazione di arrivo da un'apparecchiatura ricevente del tutto simile a quella descritta più sopra.

Nella linea di trasporto che collega 2 centrali tra loro può pure invertirsi la direzione dell'energia. Ciò si verifica abbastanza comunemente.

Sono stati ideati sistemi che permettono di distinguere, nella stazione ricevitrice, l'energia fornita dalla centrale da quella, viceversa, assorbita: uno dei più semplici sistemi, applicabile quando si possa fare a meno del relais trasmettitore, consiste nell'applicare all'asse del disco dell'apparecchio trasmettitore una banderuola, la quale, a seconda che il disco ruoti in un senso o nell'altro, inverte nel circuito trasmittente la direzione degli impulsi di corrente mentre contemporaneamente un relais polarizzato inverte i poli dell'istrumento il quale viene così percorso dalla corrente in un senso o nell'altro. L'istrumento ha in tal caso lo zero nel mezzo della scala per cui l'indice si porterà a destra o a sinistra dello zero a seconda della direzione dell'energia. Un'altra soluzione è quella di impiegare 2 apparecchi indicatori, i quali a seconda della direzione dell'energia vengono inseriti nel circuito ricevente. Questa soluzione, benchè più costosa, ha il vantaggio di permettere scale più ampie degli apparecchi.

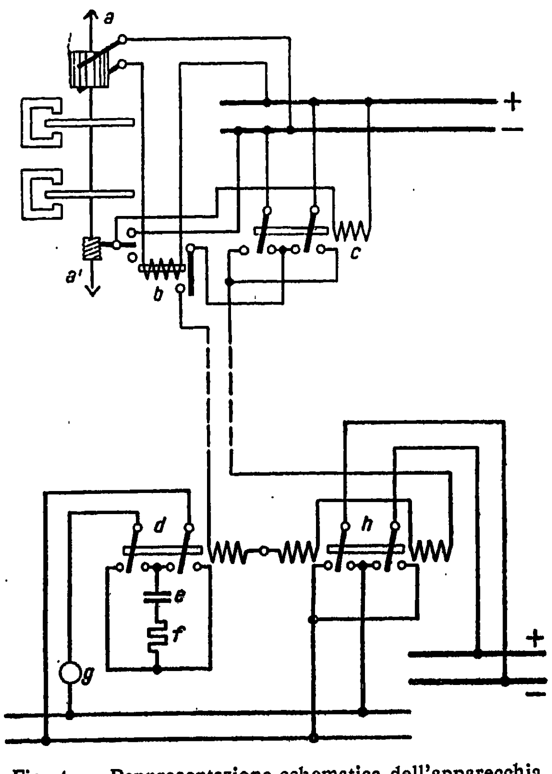


Fig. 4. — Rappresentazione schematica dell'apparecchiatura per la trasmissione a distanza nel caso di inversione della direzione dell'energia.

a, a′ = Apparecchio trasmettitore con contatto mobile a banderuola per la inversione della direzione della corrente nel circuito di trasmissione; *b* = Relais trasmettitore; *c* = Relais invertitore; *d* = Relais ricevitore; *e* = Condensatore; *f* = Resistenza; *g* = Istrumento ricevitore; *h* = Relais polarizzato.

Qualora si volesse utilizzare, per la trasmissione dei valori di misura, conduttori che vengano contemporaneamente impiegati per la telefonia e telegrafia, l'apparecchiatura finora descritta riceve, più che delle modificazioni, delle aggiunte rese necessarie per scindere nelle due stazioni il circuito di misura da quello telefonico. Una tale scissione avviene unicamente per via elettrica ed anche in questo caso i valori assunti dalla grandezza si fanno corrispondere a determinati numeri di impulsi. Questi saranno, in tal caso, di corrente alternata a una certa frequenza che si distingua nettamente da quella delle correnti telefoniche di chiamata (inferiori a 50 per.) e da quelle vocali (oltre i 300 per.). Solo in tal caso sarà possibile la separazione dei 2 circuiti. E' stata pertanto prescelta la frequenza di 100 per. La

separazione dei 2 circuiti elettrici è ottenuta mediante circuiti-filtri costituiti in sostanza da condensatori e spirali di reattanza opportunamente scelti e collegati in modo da offrire una debole resistenza al passaggio di un ristretto campo di frequenze. Questi filtri vengono installati in ogni stazione rispettivamente fra il punto di derivazione e la corrispondente apparecchiatura telefonica e di misura. Con lo stesso sistema dei circuiti-filtri è possibile, qualora la linea telefonica traversasse un centralino, deviare le correnti di misura su di una derivazione a ponte.

Il funzionamento nel caso della doppia utilizzazione della linea di trasmissione viene ad essere sostanzialmente il seguente: il relais trasmettitore della stazione di partenza, anzichè lanciare direttamente sulla linea di trasmissione degli impulsi di corrente continua, interrompe ritmicamente un circuito formato dalla linea di trasmissione e da una sorgente di corrente alternata a 100 per/sec. La linea di trasmissione verrà quindi percorsa da impulsi di corrente a tale frequenza. Nella stazione ricevitrice questi impulsi azionano un sensibilissimo relais polarizzato, il quale, vibrando con la frequenza di 100 per/ sec., chiude per tutta la durata dell'impulso un circuito ricevitore del tutto simile a quello descritto precedentemente. L'impulso di corrente alternata viene così commutato in uno di corrente continua. Il procedimento si svolge quindi identicamente a quello già descritto per un'apparecchiatura ricevente di tipo normale.

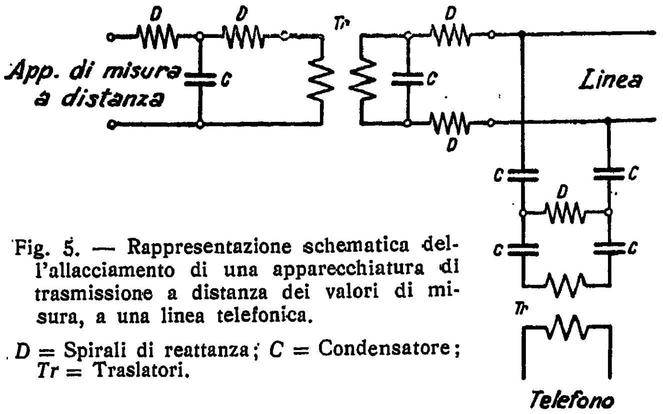


Fig. 5. — Rappresentazione schematica dell'allacciamento di una apparecchiatura di trasmissione a distanza dei valori di misura, a una linea telefonica.

D = Spirali di reattanza; C = Condensatore; Tr = Traslatori.

Quanto è stato detto per la linea di trasmissione telefonica vale ugualmente anche quando per la trasmissione si voglia utilizzare una fase di una linea di trasporto di energia elettrica. In questo caso, invece di mandare sul filo ad alta tensione degli impulsi di corrente alternata a 100 per. si manderanno degli impulsi di corrente ad alta frequenza.

A tal'uopo nella stazione trasmettente viene installato un generatore di corrente ad alta frequenza. Con lo stesso ritmo delle interruzioni prodotte dall'interruttore dell'apparecchio trasmitttente questo generatore lancerà sul filo ad alta tensione degli impulsi ad alta frequenza. Un ricevitore ad alta frequenza nella stazione di arrivo commuterà questi impulsi in altrettanti a corrente continua. Il procedimento non si differenzia nel resto per nulla da quello di una normale apparecchiatura; necessitano, però, per l'accoppiamento delle apparecchiature al filo ad alta tensione, dei condensatori che abbiano una resistenza alla scarica disruptiva adeguata alla tensione di fase delle linee e che sbarrino il passaggio delle correnti a bassa frequenza.

Le linee di trasmissione stese sulla stessa palificazione delle linee ad alta tensione vengono protette con i comuni dispositivi di protezione impiegati per gli impianti telefonici nelle medesime condizioni.

Vogliamo ancora brevemente accennare ai metodi attualmente impiegati dalla Siemens per la trasmissione di più valori su di un'unica linea di trasmissione.

Al riguardo bisogna distinguere due casi a seconda che si tratta della trasmissione di due valori o di più di due valori. La trasmissione di due valori di misura si effettua combinando insieme i due sistemi precedentemente descritti e cioè quello che utilizza gli impulsi di corrente continua per trasmettere una delle due grandezze e il sistema ad impulsi a corrente alternata a 100 per. per trasmettere l'altra grandezza. Opportuni circuiti-filtri inseriti tra il punto di derivazione e i rispettivi apparecchi riceventi incanaleranno gli impulsi in arrivo verso i rispettivi strumenti indicatori. In questo caso, tuttavia, la linea di trasmissione non può essere contemporaneamente utilizzata per la telefonia.

La trasmissione di più di due valori si effettua secondo due principii sostanzialmente differenti che trovano applicazione l'uno, quando si tratta di trasmettere tutte le grandezze contemporaneamente; l'altro quando viceversa tali grandezze vengono trasmesse successivamente a determinati intervalli di tempo. Potremo così definire questi due metodi: trasmissione multipla successiva dei valori di misura e rispettivamente trasmissione multipla contemporanea.

La trasmissione successiva trova una pratica attuazione mediante l'aggiunta di un contattore girevole. I singoli trasmettitori vengono cioè collegati ad altrettanti segmenti di un contattore sul genere di un cercatore di telefoni automatici.

Una spazzola solidale all'asse girevole del contattore si sposta per l'azione di un meccanismo di orologeria da un contatto al successivo con un movimento a scatti, a intervalli di 8 sec. Nella stazione ricevente un apparecchio contattore identico a quello descritto compie lo stesso numero di scatti al minuto sec.; i due contattori si muovono con spostamenti sincroni. A tale scopo un dispositivo sincronizzatore esercita una funzione di controllo al termine di ogni giro dei due contattori. Per effetto di questo controllo le due spazzole riprendono dopo ogni giro simultaneamente il movimento a scatti a partire dalla posizione iniziale. Al contattore della stazione ricevente fanno capo tanti istrumenti indicatori per quanti sono i trasmettitori dei valori di misura: ad ogni scatto dei due contattori un trasmettitore verrà collegato attraverso la linea con un istrumento ricevitore ed il sincronismo del movimento dei due contattori farà sì che ogni trasmettitore venga a trovarsi collegato sempre con lo stesso strumento indicatore.

E' resa in tal modo possibile con un'apparecchiatura relativamente semplice la trasmissione successiva di un certo numero di valori di misura. L'intervallo di tempo fra un'indicazione e la successiva è stato scelto, in base a dati di convenienza suggeriti dall'esperienza, in 8 sec.; quanto maggiore è il numero dei valori di misura trasmessi tanto maggiore sarà anche l'intervallo di tempo che intercorre tra un'indicazione e la successiva dello stesso valore di misura. Il tipo normale di apparecchiatura permette di trasmettere successivamente 5 valori di misura. Poichè uno scatto per ogni giro del contattore viene utilizzato per il controllo del sincronismo, vi saranno per ogni giro 6 scatti e quindi l'intervallo di tempo fra una indicazione e la successiva dello stesso valore sarà di 48 sec. Nella stazione ricevente al contattore è collegato un disco sul quale si trovano anche tanti contatti quanti sono gli istrumenti indicatori. Ogni volta che un istrumento indicatore è collegato col proprio trasmettitore attraverso i due contattori, questo disco chiude il circuito di un magnete situato nell'istrumento indicatore. Il magnete, eccitato da una sorgente di energia, attira un archetto metallico il quale normalmente, sotto l'azione di una molla, preme l'indice dell'istrumento impedendogli di muoversi. Per effetto di questo dispositivo, l'indice di ogni istrumento conserva tra un'indicazione e la successiva la posizione assunta nella precedente, cosa particolarmente opportuna ove si tratti di un registratore anzichè di un semplice indicatore.

Dietro richiesta, l'apparecchiatura descritta viene costruita per la trasmissione successiva di un massimo di 15 valori di misura. In tal caso l'intervallo di tempo fra un'indicazione e la successiva dello stesso valore è di 144 sec.

Dal modo di funzionamento descritto risulta che questo metodo della trasmissione multipla successiva è applicabile quando i valori della grandezza da trasmettere non presentano oscillazioni troppo brusche, le quali non verrebbero registrate dall'apparecchio ricevente. Il sistema non permette inoltre la formazione di somme; ha tuttavia il vantaggio di essere relativamente semplice e quindi economico e di permettere di utilizzare la stessa conduttura elettrica contemporaneamente anche per la telefonia. E' quindi senz'altro da consigliarsi ove le grandezze presentassero variazioni piuttosto lente.

Il secondo metodo di trasmissione multipla permette invece di trasmettere contemporaneamente fino a 24 valori di misura differenti attraverso un'unica linea di trasmissione. Anche per questo sistema resta immutato il principio di far corrispondere ad ogni grandezza un certo numero di impulsi per unità di tempo. Vi saranno tanti trasmettitori interruttori quante sono le grandezze da misurare. Per potere convogliare gli impulsi relativi a tutte le grandezze differenti sopra un'unica linea è necessario distinguere in qualche modo gli impulsi fra di loro. Questa distinzione è ottenuta con frequenze diverse. E' stato cioè congegnato un apparecchio generatore di corrente a 24 frequenze diverse; l'apparecchio generatore è provvisto di 24 morsetti a ciascuno dei quali corrisponde una certa frequenza. Ogni trasmettitore azionerà con impulsi di corrente continua un proprio relais il quale nello stesso ritmo interromperà un altro circuito i cui estremi fanno capo a un morsetto comune e rispettivamente a uno degli altri 24 morsetti del generatore multiplo di frequenze. Di questi altri circuiti ve ne sono tanti quanti sono i trasmettitori e tutti sono collegati in parallelo sulla linea di trasmissione, sulla quale vengono a incanalarsi tutte le correnti a diversa frequenza. Opportuni traslatori agli estremi della linea di trasmissione sbarrano il passaggio di frequenze parassite dovute ad interferenze lungo la linea ed evitano così disturbi della misura. Nella stazione di arrivo questo miscuglio di frequenze viene prima fatto passare attraverso un'amplificatore e

poi su di un circuito al quale fanno capo 24 circuiti riceventi. Ognuno di questi possiede un filtro con caratteristiche reattive e capacitative per le quali esso è in risonanza per una determinata frequenza. In tal modo è possibile la selezione delle 24 frequenze in arrivo. Ciascuna delle frequenze, dopo avere attraversato un secondo amplificatore, giunge ad un raddrizzatore a secco che commuta gli impulsi di corrente alternata ad alta frequenza in impulsi di corrente continua. Il procedimento ha poi lo stesso seguito come altrove descritto. Non è necessario che le 24 grandezze vengano trasmesse tutte dalla medesima stazione, che siano cioè relative ad un'unica centrale. Possono invece essere diversamente distribuite lungo la linea di trasmissione il che è particolarmente vantaggioso quando si richiedessero le indicazioni dei valori delle energie prodotte da più centrali comunque distanti tra loro.

Il sistema si presta ugualmente bene anche per la formazione di somme totali o parziali.

E' inoltre da notarsi che sugli apparecchi riceventi vengono segnalate anche oscillazioni brusche dei valori di misura.

Il sistema richiede tuttavia per la linea di trasmissione due conduttori propri non altrimenti utilizzati (per es. da telefonia o telegrafia) questi due conduttori potrebbero essere p. es. costituiti da una coppia di un cavo telefonico.

In questi ultimi tempi è stato sviluppato un altro sistema di trasmissione a distanza che va incontrando sempre più favore; si tratta anche quì della utilizzazione di due fili conduttori per la trasmissione di più valori (fino a un massimo di 25). Questi valori però non vengono trasmessi nè contemporaneamente nè successivamente in determinati intervalli di tempo. Dalla stazione ricevitrice può invece essere stabilito il collegamento con uno qualsiasi degli apparecchi trasmettitori ed avere così a piacere l'indicazione della corrispondente grandezza. Il collegamento permane fino a che non venga interrotto a mano premendo un apposito tasto dell'apparecchiatura ricevitrice. Si voglia p. es. conoscere nella stazione ricevente in un dato momento l'indicazione di livello dell'acqua di un certo serbatoio comunque distante. Basta premere un certo tasto, corrispondente cioè alla grandezza richiesta, e dopo pochi secondi è stabilito il collegamento attraverso la linea di trasmissione tra il trasmettitore della grandezza cercata e l'apparecchio indicatore. Ad ogni grandezza corrisponderà un tasto ed una lampadina numerata che si accenderà appena il collegamento è stabilito. Vi è naturalmente un unico apparecchio indicatore con una scala sulla quale mediante un'apposita tabella si potrà leggere il valore corrispondente alla grandezza trasmessa. Normalmente l'apparecchiatura è allo stato di riposo: per metterla in azione occorre premere uno dei tasti. Appena eseguita la voluta lettura e per riportare il sistema nella posizione di partenza, si preme un tasto di ritorno a zero. Si può, però, anche passare direttamente da una lettura ad un'altra qualsiasi premendo il tasto corrispondente alla seconda grandezza richiesta.

LETTERE ALLA REDAZIONE

La trazione a completo ricupero e la sicurezza dei convogli.

Riceviamo:

I due recenti disastri avvenuti sulla linea tramviaria Ancona-Fermo devono, per loro natura, essere posti nella stessa categoria di molti altri che li hanno preceduti in questi ultimi anni, tanto su linee foresi (Centovalli; Varese-Prima Cappella, ecc.) come su linee cittadine (Genova - Napoli - Milano, ecc.).

Ben raramente è constatato che la causa di simili accidenti (che, specie su linee in pendenza, hanno conseguenze catastrofiche) è dovuta a semplice avaria di freni. In tutti o quasi tutti questi casi si constata che il disastro è provocato dall'eccessiva velocità, dall'uso smoderato ed intempestivo dei freni e dal mancato od insufficiente funzionamento delle sabbiere.

Queste tre cause riunite concorrono insieme a facilitare gli slittamenti ed a far perdere al manovratore improvvisamente e senza speranza ogni controllo del veicolo.

Devesi logicamente ritenere che la situazione andrà aggravandosi nel prossimo avvenire, dato che la naturale tendenza odierna è di aumentare la velocità dei veicoli su rotaie, per ragioni diverse fra cui l'influenza esercitata dalle alte velocità che si raggiungono con l'automobile.

Occorre dunque provvedere.

Finora si è fatto quanto si è potuto allo scopo di rendere sicuro il funzionamento dei freni, di graduarne l'intensità di frenatura e di mantenere il binario, per quanto possibile, in condizioni di buona aderenza.

Ma una spada di Damocle resta sempre sospesa sul capo dei viaggiatori, la cui sorte non solo è pur sempre nelle mani del manovratore ma è affidata pure allo stato delle rotaie: basta una piccola disattenzione od eccessiva confidenza da una parte e momentanea incuria dall'altra per provocare una catastrofe.

Una tale poco lieta situazione non ha probabilità di migliorare finchè, come fino ad ora, nella stragrande maggioranza dei casi, la frenatura sia esclusivamente affidata ad organi meccanici, la cui manovra e regolazione è difficile tanto più quando il manovratore si trova di fronte al pericolo.

Resta invece da vedere se migliori risultati non si possano raggiungere mettendo in secondo piano la frenatura meccanica ed affidando invece il ruolo principale alla frenatura elettrica, nel senso che essa debba provvedere da sola a produrre i rallentamenti fino a velocità sufficientemente ridotte perchè ogni grave pericolo scompaia, salvo a fare eventualmente concorrere anche la frenatura meccanica negli ultimi momenti per arrestare completamente il treno quando la livelletta lo richieda o si voglia comunque rendere più rapida l'azione frenante.

La ragione di superiorità della frenatura elettrica in generale, è ben nota: mentre la frenatura meccanica esige una manovra difficile ed incerta per essere opportunamente graduata, quella elettrica si regola automaticamente nel senso più favorevole, nel senso cioè di favorire l'eliminazione degli slittamenti quando essi si producono.

Infatti, nel caso di frenatura meccanica, la coppia frenante resta costante se non si manovra e, se è superiore a quella dovuta all'attrito fra la ruota e il cerchione, dà luogo a slittamento, che cresce fino all'arresto completo della ruota, a partire dal quale momento l'attrito che trattiene il convoglio risulta minimo in quanto è massima la velocità relativa fra cerchione e rotaia.

Nel caso, invece, di frenatura elettrica, la coppia frenante diminuisce col diminuire del numero dei giri della ruota; lo slittamento tende ad eliminarsi quando la corrente frenante produce una coppia uguale a quella prodotta dall'attrito fra cerchione e rotaia.

A partire da questo momento l'attrito che trattiene il convoglio è maggiore del precedente perchè sta a quest'ultimo come l'attrito di primo distacco o aderenza sta a quello di piena velocità.

Tuttavia, se la corrente e quindi la coppia frenante impiega un certo tempo a diminuire, nel periodo in cui detta coppia resta superiore a quella d'attrito, la ruota slitta, assumendo una velocità relativa rispetto alla rotaia, e l'attrito che trattiene la vettura può ancora subire una notevole riduzione. Tale periodo critico si ripete naturalmente ad ogni cambio di tasto di manovra.

Occorre dunque che il periodo di prevalenza della coppia frenante su quella d'attrito colla rotaia, sia il più breve possibile, il che può raggiungersi quando si ottenga una grande riduzione della corrente frenante per una minima diminuzione della velocità della ruota.

Perchè ciò si verifichi è condizione necessaria che i circuiti in cui si sviluppano le correnti di frenamento prodotte dai motori (automaticamente trasformati in dinamo) alimentino delle forze controelettromotrici invece che delle pure resistenze ohmiche, come accade per i comuni frenamenti elettrici sulle resistenze.

Nella trazione a completo ricupero con alimentazione mediante dinamotori questa condizione essenziale è pienamente soddisfatta in ogni momento della frenatura; infatti con questo sistema l'azione frenante è appunto ottenuta col presentare ai motori in piena eccitazione una forza controelettromotrice gradualmente decrescente fino a zero in circuiti in cui la resistenza ha sempre un valore costante e minimo.

Per fissare le idee: se, frenando su resistenze, occorre una riduzione di velocità di circa il 30 % per eliminare lo slittamento, col pieno ricupero alle velocità elevate basta ridurre la velocità del cerchione di solo il 2 %.

Per il ricupero dunque l'eliminazione dello slittamento è pressochè immediata e per conseguenza l'utilizzazione dell'attrito fra cerchione e rotaia è praticamente completa.

Il fatto poi che colla trazione a completo ricupero il veicolo resta spontaneamente ed a qualsiasi velocità come imbrigliato entro stretti limiti di velocità che nessuna variazione di livelletta può fare oltrepassare, esclude che all'inizio di una discesa il manovratore possa lasciarsi sorprendere da eccesso di velocità.

Il grado di sicurezza raggiunto dalla trazione a completo ricupero è dunque superiore, per le ragioni anzidette, a quello di ogni altro sistema e si può senz'altro ritenere il massimo raggiungibile, tanto più che è ottenuto senza alcun organo aggiuntivo più o meno complesso, ma semplicemente con l'uso degli stessi organi che servono per avviare il veicolo e che, per conseguenza, sono sempre e sicuramente in condizioni di funzionamento.

La lunga esperienza ferroviaria e tramviaria su linee a forti livellette ha pienamente confermato le conclusioni che precedono: si tratta dunque di considerazioni poggianti oltre che sul ragionamento su inoppugnabili constatazioni di fatto.

Ing. Giacomo Somajni.

:: SUNTI E SOMMARI ::

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

O. M. Corbino — **Problemi di elettro-acustica.** (Energia El., giugno 1930).

Lo studio dell'acustica ha potuto compiere in questi ultimi anni passi insperati per l'ausilio dei metodi elettrici di misura e ha trovato campi di applicazione nella riproduzione dei suoni per via elettrica o grammofonica tali da destare movimenti importanti nell'industria e nel commercio.

Riassunto il problema generale e mostrato come le equazioni caratterizzanti le oscillazioni meccaniche ed elettriche abbiano la stessa forma, l'Autore indica il circuito che potrebbe dirsi modello elettrico di un moderno riproduttore grammofonico puramente meccanico, chiarendo inoltre come quest'ultimo sia attualmente molto più fedele dei riproduttori elettrici (pick-up - amplificatore - altoparlante). Il sistema elettrico è quello invece che ha permesso l'attuale perfezione nell'incisione dei dischi grammofonici.

Sono esaminate le cause di distorsione sia negli organi ricevitori che riproduttori, notando che nello studio di esse, non si può a rigore parlare di scomposizione in armoniche secondo Fourier, essendo i suoni naturali generalmente variabili nella nota e nell'intensità.

I. P.

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

R. J. Drake — **L'aumento dell'intensità nell'illuminazione stradale.** (E. W., 12 luglio 1930, pag. 75).

Risparmi dell'ordine del 60 ÷ 70 per cento nell'installazione e nel materiale e del 50 ÷ 60 per cento nell'esercizio si otterrebbero sostituendo a parità di condizioni in un impianto di illuminazione stradale un sistema a 20 A, ad un sistema di circa 6A, intensità media adottata in molte città americane. L'A. giunge a queste conclusioni analizzando i dati di costi relativi a un circuito tipico da 50 kW con 90 lampade a 10.000 lumen e circa 3 km di conduttore semplice. I vantaggi del sistema a intensità elevata (i cui fili non devono essere mai circondati da involucri magnetici) sono: abolizione di autotrasformatori e bobine di protezione, abbassamento della tensione e quindi del costo del cavo e aumento, per una data tensione, del numero delle lampade per circuito; buone densità di corrente nei fili.

G. Cc.

IMPIANTI.

M. Herbert Kyser — **La sottostazione di trasformazione 100-50-10 kV di Jena della "Thuringische Landeselektrizitatsversorgungs A. G."** (Revue Siemens, aprile 1930, pag. 73).

La sottostazione di Jena serve a collegare la linea a 100 kV proveniente dalla centrale a lignite di Böhlen con la rete regionale a 50 kV della Società Elettrica della Turingia, che è alimentata anche dalla centrale di Erfurt che si trova sulla rete stessa.

Oltre alla trasformazione 100/50 kV la sottostazione di Jena deve fare la messa in parallelo e sorvegliare la marcia in parallelo delle due centrali, regolare la tensione di 50 kV sulla parte della linea collettrice regionale corrispondente al centro della Turingia, sorvegliare la ripartizione del carico tra Erfurt e Böhlen, e fornire la corrente a 10 kV per la «Elektrizitätswerke A. G.» di Jena. Essa funziona da due anni regolarmente quantunque non vi sia ancora una misurazione a distanza dell'energia. La cooperazione delle due centrali è assicurata telefonicamente con impianto su filo, ad alta frequenza. L'A. descrive la linea di 65 km a 100 kV da Böhlen a Jena. Essa dovrà essere a doppia terna per trasportare 40.000 kVA. Nei primi anni però la potenza trasmessa sarà di 10 ÷ 15.000 kVA. Per ridurre le spese del primo impianto e assicurare nel contempo una riserva, invece di stendere subito la doppia terna, si sono stesi 4 fili, disposti sullo stesso piano orizzontale (i due rimanenti verranno disposti in un piano orizzontale sottostante, in modo da formare un W.). La quarta fase, attualmente di riserva può essere rapidamente messa in circuito al posto di uno qualunque dei tre conduttori, e fino alle sbarre omnibus (cioè comprendendo i punti delicati delle entrate) per mezzo di interruttori separati a Böhlen e a Jena. Dopo aver dato le caratteristiche della linea e aver notato che la commutazione della quarta fase si eseguisce correntemente e regolarmente, l'A. descrive la sottostazione incominciando dallo schema e notando come si sia esaminata a fondo la convenienza o meno delle sbarre omnibus doppie o semplici. Il confronto degli ingombri, che è reso evidente da abbondanti illustrazioni, ha fatto scegliere le sbarre semplici che, per una sottostazione di testa, permettono, mediante dei semplici coltelli una notevole elasticità di servizio.

L'A. termina con una interessante descrizione critica della sottostazione, dei trasformatori a tre avvolgimenti installati e dell'apparecchiatura di misura. Per la protezione contro le sovratensioni nulla è stato previsto per la parte a 100 kV mentre su quella a 50 kV è stato installato uno scaricatore a cinque rami con messa in circuito automatica.

A. Bs.

MOTORI E GENERATORI ASINCRONI.

Zaehringer — **La realizzazione dei nuovi motori asincroni trifasi da 5,5, a 100 kW col sistema della "Scatola di costruzione" delle officine di Nuremberg della Siemens Schuckert.** (Revue Siemens, gennaio 1930, pag. 20).

L'articolo descrive brevemente il lavoro fatto per uniformare la costruzione della serie normale dei motori asincroni trifasi alla unificazione tedesca D I N e alle nuove regole del V D E: le R E M, 1923. Esso è molto interessante perchè illustra uno dei lavori più importanti e più completi di applicazione delle unificazioni.

Gli elementi fondamentali come gli anelli collettori, i serrafili, i portaspazzole, i supporti e il meccanismo di sollevamento delle spazzole furono completamente modificati (e l'A. li descrive e illustra) in modo che, connessi con quelli già normalizzati dalla D I N, come le viti, i dadi, gli arresti di sicurezza, le chiavette, le pulegge, le estremità d'albero, con connessione effettuata col sistema della «scatola di costruzione» hanno dato dei tipi molto semplici che l'A. illustra in una tavola a colori molto efficace. Tenendo conto poi della normalizzazione delle potenze e delle tensioni e, per gli avviatori, dei rapporti normalizzati della tensione all'intensità del rotor, si è riusciti ad abbracciare col massimo di rendimento tutta la serie delle potenze fino a 100 kW e delle velocità da 500 a 3000 giri al minuto utilizzando il numero minimo di carcasse: 50 potenze e velocità con 10 tipi di carcasse e supporti! Anche i diversi tipi di motore, da quelli aperti, a quelli da grue, da quelli protetti contro proiezioni di acqua a quelli ad albero verticale, da quelli per miniere a quelli chiusi e ventilati furono ottenuti col minimo di parti modificate adattate alle carcasse normali.

Tra le particolarità principali ricordate dall'A. notiamo i motori in corto circuito costruiti sul principio della ripartizione non uniforme della corrente nella sezione del conduttore, per aumentare la coppia d'avviamento a pari assorbimento di corrente (coppia d'avviamento di 1,2 ÷ 1,5 volte quella normale con assorbimento di 4,5 volte il normale), e quello dei supporti a rulli applicati nella serie normale invece dei soliti supporti con lubrificazione ad anello (il supporto dal lato puleggia non sopporta spinta assiale, quello dal lato anelli è munito di un anello per sopportare la spinta assiale del rotore). Per ridurre poi il peso dei motori, l'A. ricorda i principi adottati: aereazione dalle due parti con alette semplicemente adattate al rotore, grandi dimensioni assiali del pacco delle lamiere, grande aerazione del pacco lamellare del rotor, carcassa molto leggera con alette irradianti, supporti molto ravvicinati, come permettono quelli a rulli.

A. Bs.

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

Melan — **Le turbine a vapore della "Siemens e Schuckert".** (Revue Siemens, gennaio 1930, pag. 13).

L'A., notato che la costruzione delle turbine a vapore si è sviluppata in due sensi: quella delle turbine a condensazione per centrali, e quella delle «turbine industriali» che forniscono anche vapore alla fabbrica nella quale sono installate, e che l'aumento del rendimento termico dipende dall'aumento della pressione e temperatura d'entrata, dall'utilizzazione del vapore prelevato dalla turbina per il riscaldamento dell'acqua d'alimentazione, e, in caso di alta pressione, dal riscaldamento intermedio del vapore per ridurne il grado d'umidità verso la fine dell'espansione, esamina i limiti d'applicazione di tali principi e i criteri costruttivi moderni delle turbine a vapore.

Per le turbine a condensazione il riscaldamento intermedio del vapore non è stato ancora largamente introdotto, probabilmente per le complicazioni che ne derivano. La pressione d'entrata economica è allora limitata dal grado d'umidità del vapore nella parte a bassa pressione, e sembra essere sulle 30-35 atm. Per le turbine industriali invece l'aumento di pressione non è limitato e il miglior rendimento è quindi fornito dal processo Benson che produce il vapore al punto critico (224 atm, 370° C.).

L'A. esamina quindi lo stato attuale della costruzione delle turbine e nota che in questi ultimi anni l'aumento impressionante delle potenze unitarie e i miglioramenti introdotti nella condensazione, hanno concorso ad aumentare enormemente il volume del vapore in lavoro negli ultimi gradini, e quindi le sezioni di passaggio, e le dimensioni delle palette, cosicchè, a differenza degli anni scorsi, è attualmente la parte a bassa pressione che rappresenta il problema più difficile per il costruttore. Non si tratta solo di trovare le sezioni di passaggio necessarie, tenendo il rapporto della lunghezza delle pale al diametro al di sotto del limite permesso, ma anche di ridurre al minimo le perdite all'uscita. Per sopportare le velocità periferiche risultanti corrisponde molto bene il disco forgiato in un pezzo preconizzato dal De Laval. Progressi sono stati fatti togliendo le cause di discontinuità nella distribuzione delle tensioni radiali dovute al taglio per la fissazione dei dischi sull'albero, e fissando i dischi uno all'altro per mezzo di bulloni disposti su una circonferenza media. Per lavorare economicamente nella bassa pressione si è poi arrivati a suddividere il vapore in due parti: il doppio flusso. Le perdite negli interstizi, con le basse pressioni alle quali si arriva, non sono rilevanti. Oltre a ciò le ultime esperienze hanno dimostrato che nelle palette a reazione il vapore si divide in tre parti: una centrale che lavora, mentre le altre due non producono lavoro nel canale. Una parte però della loro capacità di lavoro è trasmessa all'albero negli stadi successivi. Sulle perdite per

vapore che sfugge ha importanza il rapporto della lunghezza del canale alla lunghezza delle palette. L'A. dà anche una descrizione critica di alcune turbine costruite. *A. Bs.*

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

A. L. M. SOWERBY — **Selettività dei circuiti accoppiati.** (Wireless World N. 548, 26 febbraio 1930, pag. 214).

L'A. accenna dapprima, brevemente, per quali ragioni si cerchi ora di avere curve di risonanza di forma prossima alla rettangolare, e come sia possibile realizzarle mediante due circuiti sintonizzati tra loro accoppiati.

Fa quindi vedere, mediante grafici e tabelle, quale influenza abbiano la resistenza dei circuiti e il coefficiente di accoppiamento sulla curva di risonanza, e come la forma di questa si modifichi variando la capacità dei condensatori di accordo, sia nel caso di accoppiamento induttivo sia nel caso di accoppiamento capacitivo.

L'A. non dice quali valori di amplificazione per stadio è possibile realizzare con tali circuiti, cosa che sarebbe assai interessante conoscere, dato che, per ottenere curve di risonanza di forma opportuna, il coefficiente di accoppiamento tra i due circuiti sintonizzati deve essere assai piccolo. *M. B.*

E. V. APPLETON — **La realtà fisica delle bande laterali.** (Wireless World, N. 551, 19 marzo 1930, pag. 299).

F. M. COLEBROOCK — **Prova sperimentale dell'esistenza delle bande laterali.** (Wireless World, N. 557, 30 aprile 1930, pag. 451).

E. V. Appleton controbatte un articolo di J. A. Fleming, il quale aveva negato (*Nature*, 18 gennaio 1930, vol. 125, pag. 92-93) l'esistenza delle bande laterali nella radiotelefonia e nella radiotelevisione, ed asserito che un'onda modulata è semplicemente un'onda di frequenza costante che cambia di ampiezza nel tempo.

F. M. Colebroock riferisce come sperimentalmente sia possibile, mediante un circuito oscillante di decremento sufficientemente piccolo, mettere in evidenza le tre frequenze $f_0 - f_1$, f_0, $f_0 + f_1$ di un'oscillazione a frequenza f_0 modulata con frequenza f_1. *M. B.*

[Questi due articoli si riferiscono alla polemica, sorta recentemente in Inghilterra, sull'esistenza o no delle bande laterali. Polemica oziosa, poichè, sia considerando un'onda modulata come composta di una frequenza base e delle bande laterali, sia considerandola come un'onda di frequenza costante che varia periodicamente di ampiezza (dando in tal caso la parola «frequenza» un significato del tutto particolare, poichè la si deve riferire al numero di passaggi per lo zero), nei riguardi della selettività e della qualità di riproduzione le conclusioni a cui si giunge sono identiche. Nel primo caso infatti si dirà che un circuito oscillante quanto più è sintonico tanto meno uniformemente risponde alla banda di frequenze componenti l'onda modulata; nel secondo caso si dirà invece che un circuito oscillante quanto più è sintonico, tanto maggiore ha la costante di tempo e quindi con maggior difficoltà segue le variazioni di ampiezza dell'onda modulata. Neppure si può dire che come realtà fisica l'una o l'altra rappresentazione sia più corretta, inquantochè, osservando all'oscillografo un'onda modulata non vedremo evidentemente le frequenze componenti, mentre potremo metterle in evidenza mediante un circuito oscillante sufficientemente selettivo. Il metodo delle bande laterali è praticamente vantaggioso poichè, non introducendo la costante di tempo dei circuiti, si presta a più facili trattazioni. (*N. d. R.*)].

TELEFONIA E TELEGRAFIA.

F. HAAS — **Il cavo radiofonico di Bucarest.** (Revue Siemens, N. 4, 1930, pag. 82).

Per collegare lo «studio», con la stazione trasmittente di Bucarest è stato impiegato una cavo speciale a carico extra leggero lungo 9,5 km dei quali 3 km in città, e gli ultimi 3 km prima della stazione trasmittente, in parallelo col cavo a 5000 volt (disposto sull'altro lato della strada), che fornisce l'energia alla stazione.

Il cavo possiede quattro paia di trasmissione con conduttori in rame da 0,9 mm di diametro protetti metallicamente gli uni contro gli altri, e tre paia da 1 mm di diametro, senza protezione metallica, destinati al traffico telefonico tra lo studio e la stazione. Sei fili di rame, servono poi ad assicurare la connessione metallica della protezione elettrostatica dei circuiti di trasmissione isolata contro la guaina di piombo che, dopo un rivestimento in stagnola protegge il cavo, mentre esternamente è avvolta una armatura in fili sagomati in modo da dare un avvolgimento chiuso.

La capacità mutua dei due tipi di circuito si aggira sui 0.4 microfarad per km. I circuiti di trasmissione sono caricati con bobine Pupin da 13 mH ogni km mentre un condensatore da 0,02 microfarad montato in parallelo sostituisce la capacità della sezione terminale giacchè l'ultimo manicotto delle bobine si trova all'estremità del trasmettitore. L'eliminazione necessaria delle perturbazioni dovute alla diafonia e alle correnti di forte intensità fu ottenuta scambiando i conduttori nei manicotti di raccordo e in quelli delle bobine e col montaggio di condensatori in queste. Il cavo è stato garantito nei circuiti di trasmissione per una frequenza limite di almeno 13.000 p. p. s. e per un abbassamento di diafonia di almeno 13 neper in modo da assicurare la trasmissione fedele dei suoni. *A. Bs.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

W. W. LEWIS e C. M. FOUST — **Studi sugli effetti del fulmine su linee di trasmissione.** (Gen. Elec. Rev., marzo 1930, pag. 185).

Circa i valori massimi raggiunti nelle sovratensioni dovute a scariche temporalesche ed a manovra di interruttori, si può dire che i molti risultati, di cui si dispone attualmente, per quanto talora discordi, hanno permesso di riconoscere che il gradiente massimo non supera mai il valore teorico di 300 kV per metro, ed il massimo gradiente misurato fu di 280 kV. L'effetto della manovra di interruttori, sensibile soprattutto all'apertura dei circuiti, non è mai eccessivamente grave, e la sovratensione non supera mai 3,5 volte il valore normale. Per lo scatto di interruttori causato da temporali, i dati raccolti sono molto variabili per i diversi impianti e, come è logico, il numero delle sovratensioni, che si sono manifestate sulle linee, supera di molto il numero delle volte in cui si è avuto lo scatto degli interruttori. Inoltre si è constatato che, perchè questo avvenga, la scarica deve essere così violenta da investire tre o quattro catene di isolatori. Per il fronte e la forma d'onda si può dire che dall'analisi di 150 figure di Lichtenberg è risultato quanto segue: una sola onda ebbe durata inferiore ad un microsecondo; per un 20 % delle figure la durata fu compresa tra 1 e 10 microsecondi, per un altro 20 % tra 10 e 100, e per il rimanente 60 % ebbe una durata superiore ai 100 microsecondi. Gli oscillogrammi ricavati coll'oscillografo a raggi catodici hanno dimostrato che le onde hanno caratteristiche di forma molto variabili; esse vennero però tutte misurate al termine di una linea, e sono quindi affette dai fenomeni di riflessione e di attenuazione, che concorrono entrambi a modificare la forma delle onde. In generale è da ritenersi che l'onda, nelle condizioni in cui colpisce inizialmente la linea, sia a fronte molto più ripida di quanto risulti dagli oscillogrammi, di cui disponiamo.

Per il calcolo dell'attenuazione furono stabilite, e verificate sperimentalmente, con buoni risultati, le formule seguenti:

$$e = \frac{e_0}{k s e_0 + 1} \quad \text{ed} \quad A = -k e^2 \quad \text{in cui:}$$

e_0 = sovratensione iniziale nel punto in cui ha luogo la carica;
k = coefficiente empirico di proporzionalità;
s = distanza dal punto considerato a quello in cui ebbe origine la sovratensione;
e = tensione alla distanza s;
A = attenuazione in kV per unità di lunghezza.

E' da notare che k varia da impianto a impianto, e va determinato sperimentalmente caso per caso; su di esso ha inoltre influenza il diametro dei conduttori, nel senso che per piccoli diametri l'attenuazione è più rapida.

Circa l'effetto del filo di terra, si è visto, sia da prove sperimentali di laboratorio, sia da risultati effettivamente raggiunti in esercizio sulle linee, che questo sistema di protezione conduce a risultati veramente notevoli: per es. sulla rete dell'Ohio Power Co., l'installazione del filo di terra ridusse il numero delle interruzioni annue nel servizio da 88 a 55. *C. G. E.* (*)

VARIE.

E. THOMSON — **Un telescopio di oltre 5 metri di diametro.** (Gen. Elec. Rev., marzo 1930, pag. 137).

Nel dar notizia della costruzione di un nuovo telescopio gigante, con uno specchio in quarzo fuso del diametro di più di 5 metri, l'A. considera soltanto la parte vitale del colossale strumento, e cioè lo specchio e, per far comprendere le difficoltà enumera quelle precedentemente superate nella costruzione dello specchio per il telescopio da 2,50 m, che è il più grande sinora esistente. Lo specchio è di vetro, dello spessore di oltre 30 centimetri. Per la colata del blocco di vetro necessario occorsero tre forni e il raffreddamento della massa fusa fu prolungato per qualche mese, allo scopo di evitare rotture dovute a sollecitazioni interne. Nella lavorazione si incontrarono difficoltà ancora maggiori perchè le operazioni necessarie ad ottenere la superficie riflettente concava dovettero essere eseguite a intervalli di un giorno per non provocare un riscaldamento eccessivo, che avrebbe pouto essere cagione di alterazione della superficie stessa. L'A. tratta quindi di problemi inerenti al sostegno dello specchio, al suo equilibramento, alle variazioni di temperatura da una notte all'altra, cause tutte di deformazione della configurazione della superficie speculare.

Per queste difficoltà è stato deciso di costruire in quarzo fuso lo specchio del nuovo telescopio-gigante. Il fondo di esso sarà costituito da sabbia silicea, sulla quale verrà depositato uno strato di quarzo fuso, con un processo nuovo. Il quarzo, in polvere finissima viene fatto cadere nello specchio attraverso la fiamma ossidrica. Si ha così un deposito di quarzo limpido. Il blocco di quarzo per questo telescopio verrà fornito dalla General Electric Company che lo preparerà nelle officine di West Lynn; la lavorazione verrà eseguita dalle maestranze dell'Osservatorio di Mount Wilson, ove il nuovo telescopio verrà installato. *C. G. E.*

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPLICAZIONI INDUSTRIALI E VARIE.

L'impiego dell'energia elettrica negli stabilimenti per la lavorazione del legno è in continuo aumento con notevoli vantaggi nell'economia e nella lavorazione. Una sola segheria americana impiega 1500 kW prodotti da due turbo generatori a 2300 V. I motori istallati sono 1190, esclusi quelli per utensili portatili, di cui 71 sincroni e 1050 a campo rotante più 78 a corrente continua alimentati da due gruppi da 500 kW motore sincrono-dinamo. I motori sincroni sono particolarmente impiegati per le operazioni richiedenti ampie fluttuazioni di carico, ma non frequenti avviamenti. Notevole interesse presenta il problema delle variazioni della velocità di taglio che nell'intervallo da 40 a 185 m/sec. richiedono variazioni di giri da 300 a 7200. Occorrendo nelle seghe a nastro variare istantaneamente la velocità di taglio come quando si incontrano nodi o punti di irregolare resistenza, si dispongono due motori sincroni di potenza e numero di giri diversi calettata sullo stesso asse. Vi è sempre l'uno o l'altro dei due motori che gira a vuoto e a seconda che si commette alla linea il primo o il secondo si realizzano differenti velocità di taglio. *G. Cc.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

Una equazione generale delle curve di riscaldamento delle macchine elettriche è ricavata da H. Mic in *E. u. M.* del 27 aprile 1930. L'A. ne dimostra l'applicazione pratica alla determinazione della capacità di carico e sovraccarico delle macchine. *V. D. Ma.*

IMPIANTI.

In *E. u. M.* del 18 maggio 1930, sono descritti gli impianti elettrici della centrale di Fala in Jugoslavia e delle linee ad alta tensione che si diramano da essa. La centrale, che è la più grande della Jugoslavia, sfrutta le acque della Drava e fornisce l'energia elettrica alla Slovenia ed alla parte settentrionale della Croazia. In essa sono installati 5 grupi da 5200 kVA ed uno da 8700 kVA: complessivamente, una potenza di 34.700 kVA. Gli alternatori, del tipo Brown Boveri, sono stati costruiti per 10 kV, 50 per/sec. e 150 giri. Una parte della energia viene distribuita direttamente a 10 kV, l'altra trasformata mediante due trasformatori da 1600 kVA a 35 kV e con tre trasformatori da 9.000 kVA a 80 kV, e convogliata con terne trifasi ai centri di distribuzione. La descrizione riporta le caratteristiche tecniche del macchinario, dell'apparecchiatura e dei quadri della centrale, nonchè quelle delle linee trifasi. *V. D. Ma.*

LIBRI E PUBBLICAZIONI.

Un *Annuario Economico Italo-Belga* viene pubblicato dalla Camera di Commercio Italiana nel Belgio collo scopo di mettere a disposizione degli industriali interessati una larga fonte di notizie utili pel commercio delle due nazioni. Oltre ad una larga documentazione relativa ai due mercati, il volume contiene anche alcune brevi monografie delle principali Case italiane che svolgono attività nel Belgio e viceversa.

Il prezzo dell'Annuario è di L. 20, da inviarsi alla Camera di Commercio Italiana a Bruxelles - 4, Rue aux Laines.

MATERIALI.

La tecnologia della mica e le sue applicazioni, fanno oggetto di una pregevole esposizione di A. R. Dunton e A. W. Muir, riportata in *The Elec.* 9 maggio 1930, pag. 576 e 6 giugno 1930, pag. 756. Numerose tabelle e diagrammi riferiscono le varie proprietà del materiale e ne indicano le condizioni metriche di spessore e superficie più adatte per le singole applicazioni. Largamente trattati, specialmente dal punto di vista tecnologico, sono i prodotti derivati dalla mica: micanite, micafolium, micalex, ecc.

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

Fra i corpi da sostituirsi al vapor d'acqua negli impianti termici, l'*E. W.* (31 maggio 1930, pag. 1071) in un articolo editoriale cita il difenile e l'ossidifenile, due composti organici ottenibili a buon mercato e in grande copia qualora si crei una domanda sufficiente. Il difenile, solido a temperatura ordinaria, fonde a 69° e a 255°. Non esercita apprezzabile azione corrosiva sui metalli ed è stabile alle alte temperature. A 371° il difenile ha una pressione di soli 8,5 kg/cm^2 e possiede a parità di peso un contenuto termico quasi doppio di quello del vapor d'acqua. L'ossidifenile fonde a 27°, bolle a 260° e ha una temperatura critica di 532° a una pressione di 37 kg/cm^2. Entrambi questi corpi hanno vapori non velenosi e si possono ottenere, come sottoprodotti dell'industria degli oli minerali, dal benzolo. *G. Cc.*

SOCIETA' SCIENTIFICHE. CONCORSI, ECC.

In data 9 ottobre 1930 si è costituita la *Associazione Elettrotecnica Spagnola* (*Associaciòn Electrotécnica Ibérica*) la quale si propone di raccogliere in un unico organismo tutti i cultori della scienza e della tecnica dell'elettricità nella Spagna. La nuova associazione si costituisce con due Sezioni, quella di Madrid e di Barcellona. Nel programma di attività future è anche quello di pubblicare un periodico, come organo ufficiale della Associazione, che avrà il titolo di « *Revista Electrotécnica* ».

Alla nuova consorella spagnola mandiamo un cordiale saluto e l'augurio di attiva e prospera vitalità.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

I mezzi di trasporto elettrici si sono generalizzati nell'industria siderurgica come risulta da esempi pubblicati sul *The El. J.* del giugno 1930, pag. 348. Si citano due locomotori elettrici di peso compreso fra 1,5 e 60 tonn.; i tipi più leggeri si adoperano per il trasporto nelle gallerie e nei luoghi ristretti e sono di solito alimentati con batterie di accumulatori, mentre i tipi più pesanti sono usati nei luoghi aperti con alimentazione a terza rotaia o con filo aereo. Si può valutare che il trasporto del ferro dalla miniera al mercato di vendita del prodotto finito si compie attualmente per l'80 % con mezzi elettrici. *I. L.*

:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

Movimento delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Soc. An. « *La Centrale* » — Milano.
Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio che consente di distribuire un dividendo del 6 per cento.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Soc. Adda - Officine Elettrotecniche e Meccaniche — Milano.
Venne deliberato di aumentare il capitale da Lire 8.000.000 a Lire 10.000.000 mediante emissione di 4000 azioni da L. 500. Inoltre vengono emesse 10.000 obbligazioni da L. 500 al 6 per cento.
Società Vercellese di Elettricità — Vercelli.
Venne deliberato di aumentare il capitale da Lire 8.000.000 a Lire 12.000.000 mediante emissione di 8000 azioni da L. 500.
Motori - Alternatori - Trasformatori elettrici — Roma.
Venne approvato l'aumento del capitale da L. 40.000 a L. 4.000.000 emettendo nuove azioni da L. 500.
Soc. An. Italiana Costruzioni Elettromeccaniche — Milano.
Aumenta il capitale da L. 100.000 a L. 600.000.
Soc. An. Produzione di Elettricità — Introbio.
Viene aumentato il capitale da L. 1.080.000 a L. 1.200.000.
Soc. Elettrica Maremmana — Livorno.
Venne deliberato di emettere 15.000 obbligazioni da L. 500.

COSTITUZIONI E SCIOGLIMENTI DI SOCIETA'.

Soc. An. Costruzioni Radio-Elettriche — Sanremo.
Si è costituita con capitale di L. 60.000.
Soc. An. Finanziamenti Imprese Elettriche e Fondiarie — Milano.
Venne costituita con capitale di L. 100.000.
Soc. An. Costruzioni Elettriche Piemontesi — Torino.
E' stata costituita con capitale di L. 30.000.
Soc. Jesina di Elettricità — Jesi — *Soc. Idroelettrica Schioppo.*
Venne deliberata la fusione delle due Società mediante assorbimento della seconda da parte della prima.
Soc. Telefonica Salentina — Bari — Capitale L. 500.000.
Venne deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.
Società Telefonica delle Puglie — Bari — Cap. L. 10.000.000.
Venne deliberato lo scioglimento anticipato e la messa in liquidazione della Società.
Impresa Elettrica di Civitavecchia — Civitavecchia.
Venne deliberato lo scioglimento anticipato e la liquidazione della Società.

* *

Rassegna economica del mese di dicembre 1930.

• Il principio della revisione dei Trattati e della sistemazione generale delle questioni di dipendenza dalla guerra, si va affermando e propagando ad onta di tutte le avverse disposizioni d'animo di alcune parti interessate. Non per nulla la stampa francese ha apertamente riconosciuto sia pure con rammarico che la questione della revisione dei Trattati è ormai posta sul tappeto della politica europea e che non è possibile più oltre prescindere da essa.

Altre voci insuitate vengono dall'America dove il Presidente del Comitato Bancario Parlamentare ha pronunciato un violento discorso contro le sistemazioni del dopo guerra accusate di essere la causa prima delle generali difficoltà economiche. Sebbene da parte ufficiale si ostenti di respingere ogni accenno ad una diversa sistemazione della

questione dei debiti di guerra, è sintomatico che sotto l'assillo della crisi economica molte opinioni vadano cambiando anche negli Stati Uniti e si cominci a vedere sotto una luce diversa quelle che erano finora considerate inopportune ed esagerate esigenze dei debitori europei.

Nell'ambiente politico europeo è da notare una grande attività delle Cancellerie delle potenze balcaniche. Il capo del Governo greco, Venizelos, ha fatto un vero viaggio circolare nell'Europa centrale prendendo contatto coi maggiori uomini politici del momento. Venizelos ha visitato anche Roma, e per qualche tempo corse voce di una progettata riunione a Vienna coll'intervento del Ministro Grandi, del Conte Bethlen e del Dott. Curtius! A questa attività greca si ricollega il viaggio ad Atene del Ministro degli Esteri della Jugoslavia, al quale si è tuttavia voluto togliere, in via ufficiale, ogni particolare importanza. Intanto il Ministro degli Esteri della Turchia faceva una lunga visita a Sofia, accolto con manifestazioni di cordiale simpatia.

Un movimento rivoluzionario armato si è improvvisamente delineato in Spagna ma venne prontamente dominato. La situazione si mantiene tuttavia piena di incognite.

Anche in Turchia serpeggia il malcontento che ha messo capo ad un complotto a tempo sventato dall'autorità politica.

*

Una vasta eco ha avuto nel mondo politico ed economico il messaggio radiotelegrafico rivolto dall'On. Mussolini al popolo americano. Esso è stato accolto e analizzato col massimo interesse in tutti i paesi dell'estero quasi che esso venisse a portare un'ondata d'aria fresca e pura nell'agitato ambiente della politica internazionale.

La riaffermata volontà di pace del popolo italiano, la ferma intenzione di evitare ogni tentazione di avventure o di atti comunque pericolosi per la pace europea e mondiale è stata accolta con un senso di sollievo dovunque, specialmente là dove troppo spesso si confonde lo sforzo di interna organizzazione e di rafforzamento delle energie nazionali italiane con uno spirito di irrequietudine e di aggressività che animerebbe il nostro Paese.

I commenti sono stati ovunque intonati ad aperta simpatia e non sono mancate, specialmente in Francia, e perfino in Jugoslavia delle allusioni alla opportunità di tradurre in formule più concrete e precise queste direttive di pace e di collaborazione internazionale. A queste allusioni certo non si manterrebbe estranea l'Italia se esse si presentassero in forme ben definite di proposte accettabili e convenienti.

A questo ordine di idee si ricollegano le voci che insistentemente sono fatte circolare all'estero, e con particolare insistenza in Francia e in Inghilterra, circa la attività che verrebbe svolta in via ufficiosa dal Governo di Londra per promuovere l'intesa franco-italiana. Si parla di una missione che sarebbe stata affidata al Signor Craigie, esperto del Foreign Office, il quale effettivamente ha svolto una notevole attività sia a Parigi che a Roma, con numerosi colloqui coi più significativi uomini politici dei due Paesi. Le agenzie ufficiose inglesi sono però molto prudenti in merito e tendono piuttosto a svalutare l'azione del Signor Craigie, mentre d'altra parte nulla è trapelato da fonte italiana; da noi si mantiene anzi sulla cosa il massimo riserbo. Un po' meno ritenuti si è invece a Parigi dove si accenna nettamente ad una intensificazione dei negoziati navali franco-italiani, ai quali il Craigie prenderebbe parte attiva e diretta: la fantasia dei giornalisti è arrivata fino a precisare i termini a cui le proposte di accordo avrebbero messo capo. Ma naturalmente in materia di tanta delicatezza nessuna attendibilità possono avere le informazioni giornalistiche mentre l'esperienza recente sta a testificare nel modo più chiaro le gravi difficoltà pratiche che si oppongono al raggiungimento di un accordo che sarebbe per tanti versi auspicabile.

La cosa è seguita con interesse anche in Russia dove si continua a dare grande rilievo alla politica di accordi coll'Italia. E' interessante osservare a questo riguardo come il giornale ufficioso di Mosca metta in rilievo come la esperienza pratica abbia dimostrato la possibilità di una feconda collaborazione economica fra un paese a politica « capitalista », come è l'Italia, e la Russia dei Soviet. In relazione al nuovo sforzo per la riorganizzazione economica del paese che viene attualmente svolto in Russia, si dà naturalmente sempre maggiore importanza alla possibilità e alla facilità di scambi commerciali cogli altri paesi dell'estero; la Russia sente sempre più forte la impossibilità di mantenersi chiusa nel proprio cerchio economico e tende quindi in ogni modo a spezzare le barriere che essa stessa aveva contribuito ad alzare fra la propria organizzazione e quella dei paesi così detti capitalisti.

Si spiega quindi la cordialità che viene dimostrata nei riguardi dell'Italia che spiega a questo proposito una politica molto realistica di intese commerciali, e d'altra parte la irritazione vivissima verso la Francia e anche l'Inghilterra che, sentendosi a torto o a ragione, minacciate dall'invasione dei prodotti russi che si asseriscono messi sul mercato in regime di dumping e quindi sotto costo, elevano contro l'importazione russa barriere doganali proibitive.

Queste tendenze protezionistiche sono una caratteristica della economia del dopo guerra nella maggior parte delle nazioni civili e purtroppo non si esplicano soltanto contro la importazione di merci straniere ma anche, e forse più, contro la importazione di mano d'opera. Sono di ieri le disposizioni legislative americane le quali sospendono addirittura, per due anni, in modo completo la immigrazione negli Stati Uniti, che già era stata ridotta ai minimi termini dai noti provvedimenti di pochi anni or sono.

Perfino i paesi economicamente più giovani come l'Australia ricorrono a queste misure esclusiviste e l'episodio doloroso degli immigranti italiani ai quali venne rifiutato lo sbarco, rimane un sintomo di uno stato d'animo egoistico che solo le dure condizioni del momento economico attuale hanno potuto rendere possibile in un'epoca di civiltà quale si vanta di essere la nostra.

*

In questo ambiente di protezionismo e di barriere doganali il nostro movimento di esportazione subisce naturalmente delle sensibili ripercussioni che si traducono in una riduzione della massa di merce esportata. La riduzione assume un aspetto anche più grave per effetto dell'azione concomitante dell'abbassamento del livello dei prezzi all'ingrosso che continua lento ma progressivo.

E' così che da 1341 milioni di lire di merci esportate nel mese di novembre del 1929 siamo discesi nel novembre ultimo scorso a 967 milioni di lire. Il fenomeno dura da tempo, come abbiamo più volte avvertito, e si riflette chiaramente nelle risultanze complessive. Infatti, estendendo l'esame al periodo dei primi undici mesi dell'anno, troviamo per il 1929 un valore totale delle merci esportate di 13.810 milioni di lire, mentre nello stesso periodo del 1930 le merci mandate all'estero hanno rappresentato un valore di soli 11.065 milioni di lire, con una riduzione quindi di oltre due miliardi e mezzo.

Parallelamente a questa contrazione nelle esportazioni, continua anche la diminuzione delle importazioni di merci estere in Italia.

Infatti mentre nel novembre dell'anno 1929 si erano introdotte merci per un valore totale di 1546 milioni di lire, le importazioni verificatesi nello stesso mese dell'anno ora decorso sono state limitate a 1301 milioni di lire. Anche la riduzione delle importazioni è fenomeno che si verifica oramai da molti mesi in dipendenza della crisi di produzione dalla quale sono colpite più o meno, la maggior parte delle nostre maggiori aziende industriali da un anno a questa parte.

Infatti nei primi undici mesi dell'anno 1930 il valore complessivo delle importazioni di merci in Italia è stato di 15.712 milioni di lire, mentre nei primi undici mesi del 1929 le importazioni erano salite ad un valore totale di 19.557 milioni di lire: la contrazione verificatasi è stata quindi di quasi quattro miliardi di lire, assai più sensibile di quella verificatasi nel valore delle esportazioni.

Come risultato di questi due ordini di fenomeni è derivato un alleggerimento notevole nella bilancia dei pagamenti all'estero. Infatti nel 1929 lo squilibrio a nostro svantaggio nel movimento commerciale coll'estero era stato, nei primi undici mesi, di 5747 milioni di lire; invece durante lo stesso periodo dell'anno testè chiuso, lo squilibrio si è limitato a 4646 milioni di lire; è dunque un valore di oltre un miliardo di cui si è alleggerito il movimento dei pagamenti dell'Italia all'estero.

Questo risultato è stato ottenuto sebbene le condizioni meno buone della passata compagna granaria in confronto a quella dell'anno precedente abbia avuto come necessaria conseguenza un forte aumento nelle importazioni di grano. Infatti nel solo mese di novembre 1930 si importarono 2.212.442 tonnellate di grano contro 314.787 del novembre 1929. Complessivamente nel periodo dal 1° luglio alla fine novembre 1930 le importazioni di grano salirono a oltre 8 milioni e mezzo di quintali, mentre erano state inferiori ai tre milioni di quintali nello stesso periodo del 1929.

*

La battaglia economica per l'adeguamento dei prezzi, mentre scriviamo queste Note, è in pieno sviluppo. E' naturalmente difficile seguirne le sporadiche manifestazioni e segnalarne i successi parziali. Certo si può fin da ora rilevare la compatta solidarietà colla quale il popolo italiano ha accettato la nuova ardua fatica, e colla quale collabora alla realizzazione del programma tracciato.

Come osservavamo altra volta, si tratta di una operazione a lungo svolgimento ed è necessario non abbandonarsi a demagogiche impazienze o a speranze ingiustificatamente estese. E' tutta una complessa elaborazione che deve compiersi, che implica una evoluzione coordinata e razionale di iniziative e che deve essere regolata con un difficile gioco di equilibri economici. L'assestamento definitivo deve essere raggiunto per gradi in modo da impedire movimenti precipitati che non avendo sufficiente giustificazione economica non darebbero i frutti voluti mentre recherebbe indubbio e grave danno a categorie di singoli.

Tuttavia già risultati tangibili sono stati raggiunti specialmente per quelle voci di più largo uso e di struttura economica più semplice. La riduzione dei canoni di affitto è ormai applicata su scala quasi generale in tutta Italia. La diminuzione del prezzo del pane in misura sensibile si è ormai verificata in tutti i centri del regno. Altrettanto si dica delle riduzioni nel prezzo del gas e di altri servizi pubblici.

Con opportuni accordi fra il Governo e gli industriali produttori di energia elettrica si è anche potuto addivenire ad una riduzione di 10 centesimi per kWh sulla imposta statale, realizzando una corrispondente diminuzione di spesa per i privati utenti. E ciò si è potuto ottenere senza alcun aggravio per il bilancio statale poichè la corrispondente somma, valutata a circa 80 milioni di lire, verrà versata direttamente alle Casse dello Stato, dagli industriali produttori di energia.

Più lunga naturalmente sarà l'evoluzione dei prezzi delle singole merci. Per alcune si sono avuti ribassi immediati e tangibili, per altre la resistenza più o meno larvata continua e indubbiamente si pro-

trarrà ancora per qualche tempo. Tuttavia l'evoluzione dei prezzi non può mancare, favorita come è da parecchie cause concomitanti.

Fra queste si deve annoverare l'energica azione sindacale esplicata dalle diverse Confederazioni sotto l'impulso degli organi direttivi centrali. E non sono nemmeno mancati gli esempi di severe punizioni ai ricalcitranti. Anche più efficace, perchè non dovuto ad alcuna azione coercitrice, è il ribasso dei prezzi all'ingrosso i quali sono ormai arrivati al livello d'ante guerra, segnando un indice medio di 100,7.

L'industria viene così a beneficiare di bassi prezzi iniziali ai quali va ora ad aggiungersi il ribasso nelle spese di mano d'opera. Infatti grazie alla organizzazione sindacale esistente è stato possibile addivenire ad una riduzione, che è in media dell'8 per cento, nelle retribuzioni operaie. Anche questo fenomeno non può essere interpretato come una costrizione del fenomeno economico o come un ingiusto aggravio imposto alla massa operaia: esso non è che una naturale conseguenza dello stato attuale delle cose e specialmente del mercato della mano d'opera. E' purtroppo ben noto infatti come l'offerta di lavoratori superi attualmente di gran lunga le necessità dell'industria onde ne deve per naturale conseguenza derivare una riduzione del costo dell'offerta sovrabbondante. Del resto anche per la classe operaia le conseguenze di tale rinuncia non saranno così gravi come si potrebbe credere: infatti la nuova sistemazione del livello dei prezzi a cui essa collabora dovrà in gran parte compensare la riduzione di entrate provenienti dalla diminuzione dei salari.

L'importanza di questi provvedimenti è veramente grande. La nostra industria agricola che è tanta parte della economia della nazione soffriva di una crisi proveniente da un continuo ribasso di prezzi all'ingrosso contro il quale anche le elevate barriere doganali riuscivano vane, come ha dimostrato il grano il prezzo del quale è sceso quest'anno a 105 contro 130 nel 1922 pur essendosi elevato da 50 a 60 lire al quintale il dazio doganale. In queste condizioni un sollievo all'agricoltura non poteva derivare che da una riduzione nei costi di produzione. Questo scopo, economicamente sano e razionale viene raggiunto attraverso la riduzione dei salari ai lavoratori agricoli, riduzione molto ampia che va dal 10 al 25 per cento; ne deriva per l'agricoltura italiana un alleggerimento complessivo dell'ordine di 1200 milioni, tale certamente da far sentire in modo notevole i suoi benefici effetti.

Altrettanto può dirsi dell'industria la quale, attraverso alle riduzioni salariali concretate viene a beneficiare di un alleggerimento che è valutato intorno a 1800 milioni di lire.

Sommando così insieme i 1200 milioni dell'agricoltura, i 1800 dell'industria, i 700 milioni dei dipendenti dello Stato e i 300 milioni dei dipendenti degli altri Enti assimilati si arriva alla rispettabile cifra di 3000 milioni di lire in meno che corrispondono ad una eguale somma di mezzo circolante liberato.

Si tratta come si vede di una somma imponente e i benefici effetti di questa misura non potranno mancare. Così lumeggiata la manovra in corso acquista tutta la sua importanza e richiama veramente l'attenzione di tutti i buoni cittadini che alla felice riuscita di essa devono collaborare con patriottico slancio.

*

Che di questa collaborazione vi sia veramente bisogno nel supremo interesse della nazione è facile convincersi coll'esame di poche cifre.

Il deficit di bilancio continua ad aumentare di mese in mese. Alla fine di novembre eravamo già arrivati a oltre 880 milioni di lire e in questo momento siamo certamente al di là di 900 milioni di lire. E' indubbiamente un fenomeno molto preoccupante e che esigeva da parte del Governo misure energiche e decise come quelle che furono prese.

Il mese di novembre ha segnato, secondo il Conto mensile del Tesoro, accertamenti di entrate per 1645 milioni di lire e impegni di spese, compresi i 35 milioni alla Cassa di Ammortamento, per 1788 milioni; si sono così avuti 143 milioni di deficit, nel mese, riguardo alla parte effettiva del bilancio. Ad essi bisogna aggiungere un disavanzo di 53 milioni nella categoria del movimento capitali, il che porta il deficit mensile a 186 milioni di lire.

Può essere tuttavia confortante notare che il deficit della parte effettiva del bilancio è stato pel mese di novembre sensibilmente inferiore alla media dei mesi precedenti che risulta di 172 milioni di lire.

E con tutto ciò la pressione fiscale è arrivata a un livello praticamente non superabile. Anche qui alcune cifre possono utilmente documentare lo stato delle cose. Nel 1913-14 si ricavarono dalle imposte dirette circa 560 milioni di lire-oro, mentre il loro gettito è salito a 5192 milioni nell'esercizio 1929-30. Le tasse sugli affari davano nell'ultimo anno d'ante guerra, 1913-14, circa 338 milioni di lire, mentre nell'esercizio 1929-30 fruttarono 3168 milioni; le dogane che fornivano un gettito di 225 milioni, fruttano ora circa 5000 milioni. Il reddito dei monopoli di Stato è analogamente salito da 335 milioni a circa 3 miliardi di lire, quello del lotto è passato da 107 milioni a 554 milioni di lire. Il complesso delle entrate principali dello Stato che era di 1965 milioni nell'esercizio 1913-14 è arrivato nell'ultimo esercizio finanziario decorso a 17.174 milioni di lire. Tenendo conto anche di tutte le entrate secondarie si arriva a 2265 milioni per l'esercizio 1913-14 e a 19.838 milioni per l'esercizio 1929-30.

Si è dunque verificato un aumento di circa 8,5 volte, giustificato solo in parte dal mutato valore della moneta e dall'aumento della popolazione. Si può ritenere che il rapporto effettivo sia di circa due volte. Come si vede lo sforzo sopportato dalla nazione a questo riguardo è veramente rilevante e ciò spiega come il Governo abbia rinunciato saggiamente a ricorrere ad un inasprimento della pressione fiscale per trovare rimedio alle attuali difficoltà.

Poichè d'altra parte occorreva provvedere a contenere e correggere il progressivo disavanzo si è fatto ricorso ai noti provvedimenti più volte illustrati. Essi non hanno ancora potuto far sentire la loro efficacia nel mese di novembre e questo spiega come durante tale mese il disavanzo sia andato ancora notevolmente aumentando. Tuttavia le riduzioni di stipendi agli statali non avrebbero potuto portare al bilancio dell'esercizio in corso che un alleggerimento di circa 400 milioni, lontano ancora dall'ammontare del disavanzo già accumulato. Necessitavano quindi altri provvedimenti almeno temporanei e contingenti che potessero provocare un ulteriore alleggerimento al bilancio del corrente esercizio.

Il Consiglio dei Ministri provvide infatti nell'ultima sua seduta, in questo senso deliberando parecchie riduzioni di stanziamenti nei bilanci dei diversi Ministeri, arrivando ad una riduzione complessiva di altri 300 milioni di lire. Si arriva così ad un alleggerimento complessivo di circa 700 milioni di cui viene a beneficiare il bilancio 1930-31. Restano attualmente scoperti circa 200 milioni di disavanzo. Basteranno le risorse interne del bilancio a spuntare questa cifra residua e a darci ancora una volta una chiusura in attivo o almeno in pareggio?

La risposta è difficile assai poichè nella situazione così ardua e complessa nella quale ci troviamo non è possibile avanzare previsioni fondate. Molto dipende dal successivo sviluppo della situazione economica non soltanto nazionale ma anche estera in quanto che le diverse economie sono ormai così strettamente legate che si influenzano notevolmente a vicenda. Nè le prospettive attuali sono, per l'immediato futuro, molto rosee per nessuna delle nazioni civili, per quanto la voce concorde dei maggiori economisti continui ad asserire prossima la felice ripresa economica!

Tuttavia non è forse esagerato ottimismo sperare che le risultanze dei mesi avvenire possano essere sensibilmente migliori di quelle del primo semestre che permettano di arrivare ad una chiusura di esercizio abbastanza soddisfacente. In ogni modo è certo che il deficit, se ci sarà, verrà contenuto in termini molto limitati e niente affatto pericolosi.

*

La rigidità obbiettiva colla quale le nostre finanze statali vengono guidate risulta evidente anche dalla compilazione del bilancio di previsione per l'esercizio 1931-32 recentemente approvato dal Consiglio dei Ministri. Tenuto conto con freddezza di calcolo delle persistenti ragioni di difficoltà della economia generale mondiale e delle conseguenti ripercussioni sull'andamento del bilancio dello Stato, l'esercizio prossimo è stato nettamente previsto in deficit.

Le entrate sono state considerate con grande criterio prudenziale, tenuto conto anche delle limitate importazioni di grano che saranno necessarie. Per le ragioni esposte si è voluto ritenere che le entrate nel prossimo esercizio abbiano a risultare inferiori notevolmente a quelle previste per l'esercizio in corso. Infatti per il 1931-32 si è stabilita una previsione complessiva di entrate di 18.899 milioni di lire, restando più di un miliardo al di sotto del corrispondente stato di previsione per il 1930-31.

Per quanto riguarda le spese si è pure cercato di ottenere una riduzione sul preventivo dell'esercizio in corso senza tuttavia recidere sui capitoli di spese essenziali o di immediata utilità nazionale, approfittando anche delle riduzioni conseguite coi provvedimenti già presi per gli stipendi agli statali.

Si è così stabilita una previsione complessiva di spesa per 19.324 milioni di lire, con una diminuzione di 378 milioni di lire rispetto alle previsioni per l'esercizio attualmente in corso. Questa cifra è ripartita nel modo seguente fra i diversi dicasteri: Finanze 8648 milioni; Giustizia 500 milioni; Esteri 191 milioni; Colonie 438 milioni; Educazione Nazionale 1440 milioni; Interni 789 milioni; Lavori Pubblici 937 milioni; Comunicazioni 650 milioni; Guerra 2956 milioni; Marina 1538 milioni; Aeronautica 753 milioni; Agricoltura 419 milioni; Corporazioni 57 milioni.

La cifra assegnata al Ministero dei Lavori Pubblici è soltanto una parte di quella che effettivamente sarà destinata a lavori di pubblica utilità. Bisogna infatti tenere conto altresì delle somme dipendenti dalla Azienda Autonoma della Strada per 312 milioni di lire; delle somme per costruzione di strade ferrate in pagamento non differito, per 150 milioni e di quelle per sovvenzioni ferroviarie in 179 milioni, le quali sono inscritte nel bilancio delle Comunicazioni; e ancora bisogna tenere conto di 238 milioni stanziati nel bilancio dell'Agricoltura per la bonifica integrale.

Si arriva così a 879 milioni di stanziamenti diversi i quali, aggiunti ai 936 milioni del bilancio dei Lavori Pubblici, danno una disponibilità di 1815 milioni per l'esecuzione di lavori di pubblica utilità. E' stato poi ancora stabilito in 15 milioni il limite degli impegni delle annualità per opere in concessione, in aggiunta a quello di 50 milioni destinati a opere di bonifica riguardanti il Ministero dell'Agricoltura; quindi complessivamente 65 milioni.

Abbiamo dunque un bilancio di previsione in sensibile deficit, cosa per sè spiacevole ma tuttavia non allarmante. Anzitutto bisogna considerare che si tratta di uno stato di previsione il quale è stato compilato, come si è visto, con grandi criteri prudenziali, onde non è escluso e neanche improbabile che le risultanze finali effettive riescano migliori delle previsioni. D'altra parte sarebbe stato vano e

pericoloso alimentare con un falso ottimismo le facili illusioni mentre è molto più saggio e prudente porre il popolo italiano arditamente di fronte alla realtà delle cose.

Tanto più che si tratta di un fenomeno generale e di una malattia estesa a tutta l'economia mondiale onde troviamo in difficoltà anche i bilanci delle nazioni economicamente più solide e fiorenti. Siamo quindi davanti ad un fenomeno riflesso il quale ha necessariamente carattere di transitorietà e che non implica una organica debolezza del nostro organismo economico. Si tratta di lasciar passare la grande burrasca della crisi iniziata col tracollo americano del 1929, conservando il massimo di facoltà di resistenza e il massimo di riserve virtuali per la ripresa.

Il ciclo si compie così nettamente. I riflessi della grande crisi americana si sono fatti subito sentire sul bilancio 1929-30 il quale a fatica ha pouto chiudere con un limitato avanzo di meno di 100 milioni. Si sono protratti aggravandosi sull'esercizio attuale che lotta affannosamente pel pareggio e si proiettano ancora sull'esercizio futuro gravandolo di un deficit sensibile.

*

La situazione interna attuale può essere illustrata con alcune cifre.

Anzitutto per quanto riguarda la situazione del Tesoro è da rilevare come siano sempre soddisfacenti le condizioni di cassa. Alla fine novembre si aveva infatti un fondo di 2147 milioni di lire immediatamente spendibili, dei quali 1748 milioni in conto corrente presso la Banca d'Italia e 339 milioni presso la Zecca, la Tesoreria o i corrispondenti all'estero.

I debiti pubblici segnano un leggero incremento per un milione di obbligazioni delle Venezie date in pagamento dei danni di guerra e per 87 milioni per maggiori fondi versati sui conti correnti col Tesoro. A questo proposito è interessante rilevare la resistenza opposta dal Governo ad aumentare il debito pubblico il quale ad onta delle gravi difficoltà di questo periodo è rimasto da molti mesi pressochè invariato.

Il Ministro Mosconi ha opportunamente messo in evidenza questo fatto ed ha anche rilevato l'utile compito spiegato dalla Cassa di Ammortamento alla quale si deve il brillante comportamento dei titoli di Stato durante questo periodo di accentuata depressione generale dei titoli. E a proposito dei titoli di Stato il Ministro ha nuovamente smentito in modo reciso le voci di progettate riduzioni del tasso di interesse.

La circolazione bancaria continua a ridursi; nel mese di novembre si è ulteriormente contratta di 59 milioni arrivando a un totale di 15.679 milioni di lire.

La disoccupazione, come era naturale di attendersi, è andata ancora aumentando durante il mese di novembre, arrivando ad un totale di 524.280 individui. Il massimo numero di disoccupati è sempre dato dalle industrie a andamento stagionale: agricoltura e affini (150.186), industrie agricole (41.823), costruzioni edilizie stradali e idrauliche (140.844), ecc.

E' interessante osservare come, proporzionalmente agli altri grandi paesi industriali del mondo, fatta eccezione alla Francia, l'Italia gode a questo riguardo di una situazione che può ritenersi di favore, sebbene la cifra di disoccupati ora raggiunta superi il massimo toccato negli inverni degli anni precedenti e sia destinata ancora ad aumentare.

Per un giudizio comparativo bisogna infatti mettere i 524.000 disoccupati italiani in rapporto alla popolazione totale del Regno di 40 milioni e confrontarli coi 2.300.000 disoccupati dell'Inghilterra che ha 44 milioni di abitanti; oppure coi 3.762.000 operai senza lavoro della Germania che ha una popolazione di 63 milioni di abitanti. E così si può citare la Cecoslovacchia la quale su 14 milioni di abitanti conta più di 300.000 disoccupati; senza contare i 7 milioni di operai senza lavoro negli Stati Uniti su una popolazione di 118 milioni di abitanti.

Un esame particolareggiato delle cifre globali metterebbe anche in evidenza come in Italia sia più sentita che altrove l'influenza stagionale che ha fatto rapidamente aumentare le disoccupazione nei mesi invernali, mentre all'estero essa era già elevatissima anche nel periodo della buona stagione rilevando quindi un malessere economico di origine assai più profonda ed organica. La nostra situazione è dunque sotto questo aspetto meno dolorosa di quella di molte altre grandi nazioni industriali.

*

I dati relativi alla produzione industriale continuano a segnare anche nei mesi di ottobre e di novembre una sensibile contrazione in parecchie voci importanti, rispetto alla produzione del corrispondente mese dello scorso anno.

Così per la ghisa, si sono prodotte 44.625 tonnellate nel novembre ultimo mentre se ne erano prodotte 48.594 tonnellate nel precedente mese di ottobre e 54.998 tonnellate nel novembre 1929.

La produzione dell'acciaio è stata di 136.677 tonn. nel novembre di quest'anno, di 155.897 tonnellate nell'ottobre e di 179.781 nel novembre 1929. Per i laminati la produzione è stata di 143.557 tonnellate nell'ottobre 1930, di 145.586 nel settembre precedente contro 177.244 dell'ottobre 1929.

Complessivamente nei primi undici mesi sono state prodotte 493.340 tonnellate di ghisa, e 1.660.674 tonnellate di acciaio nel 1930 contro 628.731 tonnellate di ghisa e 2.000.643 tonnellate di acciaio nel corrispondente periodo del 1929.

Continua invece l'incremento già altra volta segnalato nella produzione dei metalli diversi dal ferro.

Così pure è in leggero aumento la produzione del cemento, arrivata a 29.983.283 quintali nei primi dieci mesi dell'anno in corso, in confronto a 29.909.952 quintali prodotti nello stesso periodo del 1929. Anche la produzione dei perfosfati è passata, nei primi dieci mesi, da 10.748.432 quintali nel 1929, a 11.936.554 quintali nel 1930.

La produzione di energia elettrica nell'ottobre di quest'anno fu, secondo le statistiche della UNFIEL che riguardano circa il 90 % della produzione totale, di 856 milioni di kWh, contro 840 milioni prodotti nel precedente mese di settembre e 847 milioni dell'ottobre 1929. Complessivamente nei primi dieci mesi di quest'anno si sono prodotti 8222 milioni di kWh, contro 7908 milioni dei primi dieci mesi del 1929.

Il numero dei fallimenti acccenna a diminuire. Da 1025 che se ne erano verificati nel novembre 1929, si è scesi a 971 nell'ottobre e a 871 nel novembre di quest'anno. Il numero dei protesti cambiari (80.873) del novembre di quest'anno, pur essendo sensibilmente inferiore a quello verificatosi nel precedente mese di ottobre (85.716) è superiore a quello (74.735) del novembre dello scorso anno.

Il movimento nei porti rispecchia le condizioni di crisi commerciale che perdura. Infatti nel novembre scorso vennero, complessivamente, caricate e scaricate nei nostri porti 2.774.150 tonnellate di merci in confronto a 3.276.738 tonnellate del precedente mese di ottobre e a 2.955.935 tonnellate del novembre dello scorso anno.

Analogamente si comporta il traffico ferroviario il quale segnala un movimento di 4.133.938 tonnellate nel novembre di quest'anno, contro 5.066.134 nel precedente ottobre e 4.973.071 del novembre 1929. Complessivamente il traffico ferroviario nei primi undici mesi dell'anno in corso è stato di 50 milioni di tonnellate di merci, mentre era stato di quasi 56 milioni di tonnellate nello stesso periodo dell'anno scorso.

Il traffico ferroviario risentirà certamente nei prossimi mesi i benefici effetti delle facilitazioni tariffarie recentemente deliberati in relazione alla campagna di adeguamento dei prezzi. Queste facilitazioni riguardano specialmente le spedizioni su percorsi limitati e il traffico di esportazione. Complessivamente si tratta di circa 200 milioni di riduzioni tariffarie che vengono a gravare corrispondentemente come minore entrata sul bilancio dell'Azienda ferroviaria.

*

La cronaca borsistica ha ormai perduto ogni interesse di attualità poichè i mesi si succedono senza apportare una sensibile modificazione nell'orientamento del mercato nè accennare a variazioni notevoli nella svogliatezza generale perdurante.

Le sedute del mese di dicembre sono state tutte sfavorevoli e pesanti; qualche barlume di ripresa, qualche accenno di sostenutezza è subito naufragato nel malumore e nel disinteresse generale, a cui non fu certamente estraneo il cattivo orientamento generale delle borse estere.

Sempre caratteristica e confortevole la resistenza dei titoli di Stato che si difendono molto bene e che, staccata la cedola, riprendono vigorosamente parecchie frazioni.

I titoli bancari sempre molto attentamente sorvegliati non segnano quasi nessuna variazione ad eccezione di qualche oscillazione delle Banca d'Italia.

Mercato cattivo hanno avuto i tessili i quali, se pure non molto largamente trattati, hanno accusato una decisa tendenza pesante.

Meglio tenuti, ma irregolari e in qualche caso cedenti, i titoli meccanici e metallurgici. Poco variati gli immobiliari e i trasporti. Agitati i saccariferi e gli alimentari che attraversano una brusca depressione riprendendosi però brillantemente. Pesanti i titoli di esportazioni.

Gli elettrici hanno avuto un mercato abbastanza attivo ma con tendenza incerta e contradditoria.

RENATO SAN NICOLO'.

Variazioni dei titoli elettrici nel mese di dicembre 1930.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	500	633,—	618,—	597,—
Lombarda	500	529,—	512,—	492,—
Bresciana	200	211,—	215,—	225,—
Adamello	250	248,—	245,—	244,—
Unione Esercizi Elettrici	50	70,—	67,—	57,—
Elettrica Alta Italia	250	136,—	134,—	141,—
Officine Elettr. Genovesi	250	318,—	322,—	310,—
Adriatica	100	192,—	200,—	183,—
Compagnia Imprese Elettriche Liguri	175	195,—	194,—	182,—
Ligure Toscana	200	222,—	238,—	235,—
Generale Elettr. della Sicilia	100	75,—	74,—	71,—
Elettrica Brioschi	250	460,—	450,—	440,—
Emiliana Esercizi Elettrici	350	368,—	380,—	370,—
Forze Idrauliche Crespi	375	430,—	420,—	420,—
Elettrica Valdarno	100	153,—	154,—	146,—
Tirso	250	170,—	171,—	170,—
Terni	400	374,—	376,—	370,—
Meridionale di Elettricità	250	270,—	274,—	271,—
Idroelettrica Piemontese	125	120,—	122,—	120,—
Dinamo	200	168,—	168,—	168,—

Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di dicembre 1930.

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI

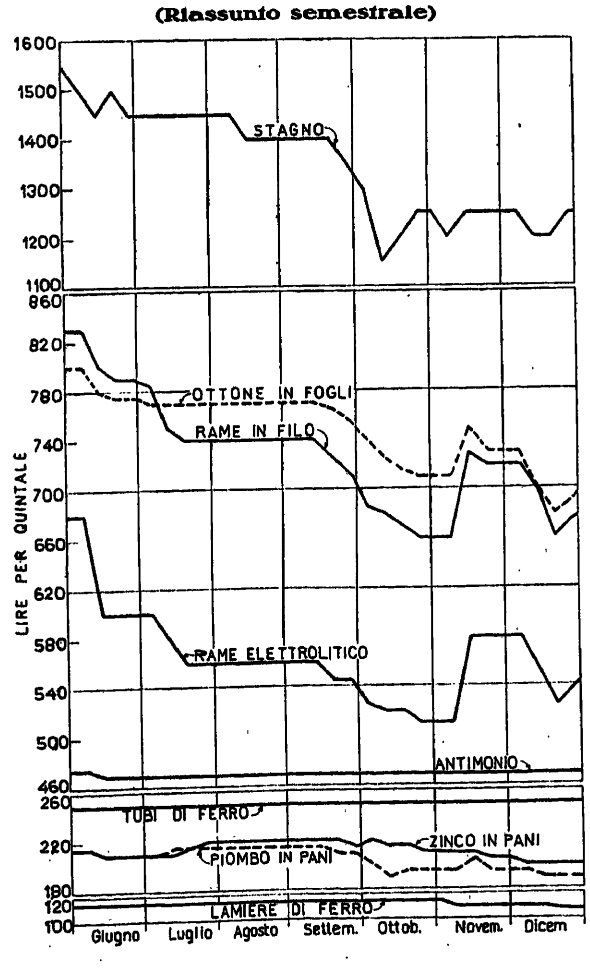
Carboni da vapore			
Cardiff primario	L. 166,—	a L. 168,—	alla tonn.
Americano	» 159,—	» » 161,—	»
Slesia	» 139,—	» » 141,—	»
Sarre	» 154,—	» » 156,—	»
Antraciti			
Inglese primaria	» 256,—	» » 288,—	»
Tedesca	» 281,—	» » 309,—	»
Coke			
Coke da gas nazionale	» 210,—	» » 215,—	»
» » » inglese	» —,—	» » —,—	»
» metallurgico	» 190,—	» » 201,—	»
Petrolio	» 199,—	» » 254,—	al quint.
Nafta			
Per Diesel	» 505,—	» » 550,—	alla tonn.
Per caldaie	» 270,—	» » 340,—	»
Benzina in fusti	» 220,—	» » 301,—	al quint.

METALLI

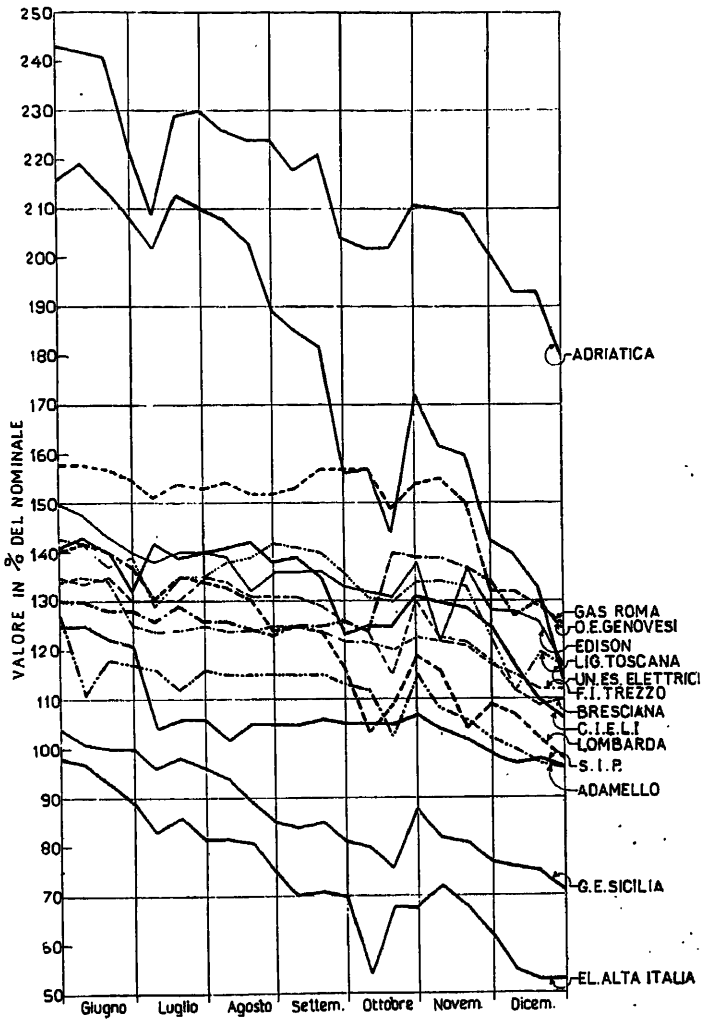
Ghisa			
Eglinton N. 1	L. 600,—	a L. 610,—	alla tonn.
Middlesbrò N. 3	» 505,—	» » 510,—	»
Ematite	» 530,—	» » 535,—	»
Lussemburgo-Lorena	» 405,—	» » 410,—	»
Ferro			
Laminato omogeneo	» 85,50	» » 87,50	al quint.
Poutrelles	» 83,50	» » —,—	»
Lamiere da 4 mm. in più	» 104,50	» » —,—	»
Tubi acciaio bollitori	» 290,—	» » 350,—	»
Acciaio			
Rapido per utensili	» 400,—	» » 1500,—	»
Martin resist. 50-70	» 105,—	» » 145,—	»
Rame			
Elettrolitico	» 500,—	» » 520,—	»
In fogli comuni	» 740,—	» » 760,—	»
In barre tonde e quadre	» 735,—	» » 745,—	»
Stagno in pani	» 1175,—	» » 1225,—	»
Zinco in pani 1ª fusione	» 195,—	» » 205,—	»
Piombo in pani 1ª fusione	» 180,—	» » 190,—	»
Antimonio in pani	» 455,—	» » 475,—	»
Ottone in barre	» 470,—	» » 500,—	»
Alluminio in pani	» 830,—	» » 870,—	»

*

Prezzi dei Metalli
(Riassunto semestrale)

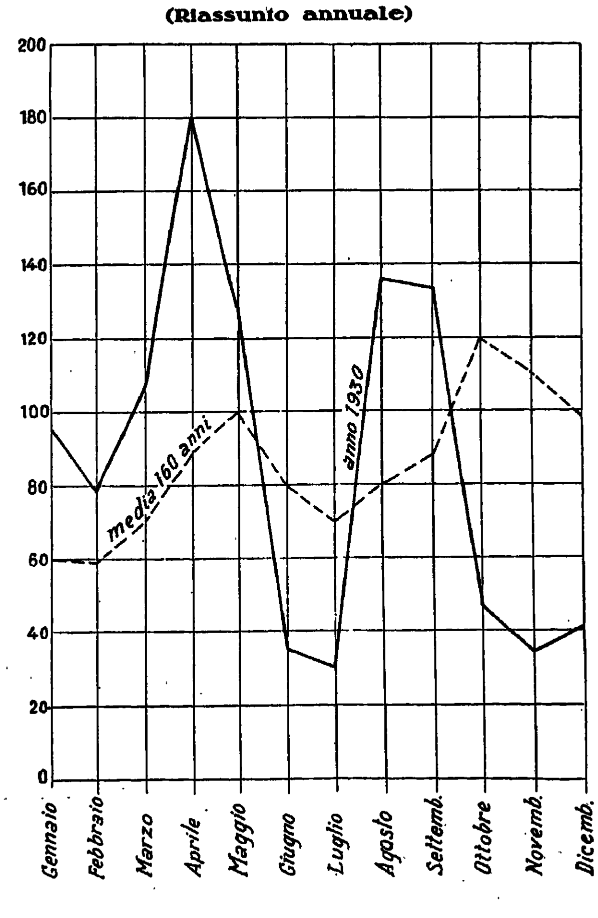


Titoli delle principali Società Elettriche
(Riassunto semestrale)



*

Dati pluviometrici mensili per la Città di Milano
(Riassunto annuale)



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

Riunione del 28 novembre 1930.

L'annunciata comunicazione del Gr. Uff. Prof. Ing. **Ferdinando Lori**, sul tema: « **La realtá fisica sui fenomeni oscillatori** » (*a proposito di una discussione promossa da Sir Ambrose Fleming*), richiamò, la sera di venerdì 28 novembre, nella sede sociale di via San Paolo, un numerosissimo uditorio, che salutò con applausi l'illustre Oratore al suo ingresso nel salone.

Il Presidente, Ing. *Manfredi,* unendosi a questo applauso, rileva come esso sia l'espressione di un avvenimento gradito ai soci della Sezione di Milano, convenuti in così grande numero ad udire la parola del Prof. Lori. Esprime poi il desiderio, già manifestato da alcuni soci e recentemente dall'Oratore, che la Sala delle riunioni possa disporre anche di mezzi sperimentali, i quali darebbero la possibilità di trattare nuovi e vari argomenti, poco adatti ad una semplice esposizione verbale e renderebbero meno rare le riunioni di carattere altamente scientifico, che pure tornerebbero così gradite ai soci. Auspica che, in accordo con altri Istituti di Cultura, si possa realizzare questo desiderio.

Porgendo quindi al Prof. Lori un vivo ringraziamento per la cortese adesione data di intrattenere i soci della Sezione di Milano sull'interessante argomento annunciato dal tema che Egli si propone di esporre, lo prega di volere prendere la parola.

L'Oratore risponde al Presidente con un « grazie » ed una cordiale stretta di mano e, attentamente seguito dall'uditorio, svolge con chiara ed alata parola l'interessante sua comunicazione.

Partendo da una questione scientifica recentemente posta dal Fleming sulla natura dei fenomeni oscillatori e delle risposte date da alcuni eminenti Scienziati stranieri ed italiani relative alla interpretazione fisica di essi fenomeni, ed in particolare di quelli radiotelefonici, si sofferma ad esaminare le diverse e più attendibili soluzioni che le attuali concezioni scientifiche riescono a darne.

L'interessante comunicazione verrà prossimamente pubblicata sul nostro giornale e tutti i colleghi potranno apprezzarne l'alto valore.

Alla fine di essa gli ascoltatori, che erano rimasti avvinti per oltre un'ora dalla chiara parola dell'illustre Scienziato e dalla sua eloquenza, manifestarono il godimento intellettuale da essi provato e la loro ammirazione con un vibrante prolungato applauso, al quale il Presidente, Ing. Manfredi, unì un caldo saluto ed un sentito ringraziamento al Prof. Lori, augurandosi che la sua avvincente parola possa altre volte trasportare le menti dei soci dell'A. E. I. negli elevatissimi campi della speculazione scientifica, della fisica moderna applicata, da Lui così magistralmente illustrati.

* *

SEZIONE DI TORINO

Verbale della Seduta del 4 dicembre 1930.

Il Presidente, Ing. Guido Peri, apre la seduta alle ore 21,15 comunicando una lettera di S. E. il Prof. Vallauri, Accademico d'Italia, il quale si rammarica di non poter intervenire alla interessante comunicazione perchè trattenuto fuori Torino da impegni inderogabili. Quindi presenta con acconcie parole il conferenziere, Cav. Uff. Ing. **Ratti Natale,** Direttore tecnico della S. A. Costruzioni Meccaniche Riva, della Sezione di Milano, il quale svolge l'annunciata comunicazione sul tema: « **Attualitá e tendenze nella tecnica delle turbine idrauliche** ».

Riassumendo i risultati di lunghi anni di studi e di esperienze, e corredando il suo dire con numerose proiezioni, l'Ing. Ratti traccia un quadro della situazione attuale della tecnica delle turbine idrauliche, che si è ormai fissata, forse definitivamente, su tre tipi di turbine: la Kaplan per le piccole cadute, la Francis per le medie cadute, la Pelton per le grandi cadute.

Le prevenzioni che fino a pochi anni or sono si avevano in Europa contro le turbine ad asse verticale, che erano invece di costruzione corrente negli Stati Uniti d'America, si possono ormai considerare del tutto cadute di fronte ai reali vantaggi che esse presentano e che si traducono in un maggior rendimento, poichè esse sfruttano uno schema idraulico più razionale delle turbine ad asse orizzontale.

Così pure la tendenza europea, suggerita da ragioni economiche, di tenere alto il numero di giri, per avere turbine ed alternatori di minor mole e quindi di minor costo, va a poco a poco attenuandosi

L'oratore illustra le diverse disposizioni meccaniche colle quali si ottiene lo spostamento delle pale nelle turbine Kaplan, sia con manovra a mano, sia a mezzo di servomotori ad olio compresso per le ruote di maggiori dimensioni. Mediante lo spostamento delle pale la turbina Kaplan si adatta a smaltire portate variabili entro limiti amplissimi, pur mantenendo costante il rendimento. Questa dote preziosa delle turbine Kaplan viene dimostrata dall oratore per mezzo di interessanti diagrammi a conchiglia rappresentanti le curve di ugual rendimento riferite alle altezze di caduta e alla portata.

Analoghi diagrammi presenta per le turbine Francis e per le ruote Pelton.

Le maggiori fabbriche di turbine sono ora dotate di laboratori sperimentali appositamente attrezzati per studiare il comportamento dei diversi tipi di turbine. Si va così giorno per giorno accumulando una ricchissima raccolta di dati sperimentali, dai quali si potrà un giorno ricavare una teoria completa delle turbine idrauliche, più perfetta di quella che si è ottenuta semplicemente applicando le leggi della idrodinamica.

Da queste esperienze è risultato, ad esempio, che l'altezza di aspirazione delle turbine Francis non è dato che si possa fissare arbitrariamente, entro certi limiti, come erroneamente si riteneva fin qui. Per ogni turbina vi è un valore limite dell'altezza di aspirazione, superando il quale si manifestano fenomeni di cavitazione, che influiscono sul rendimento, sulla regolarità di marcia e sulla durata della macchina.

E poichè la quota del piano di posa del macchinario e quella del canale di scarico in genere sono dati fissi per ciascun impianto, ne viene la necessità di adottare turbine ad asse verticale ogni qualvolta l'adozione di turbine orizzontali porterebbe a troppo forti altezze di aspirazione.

Qui l'oratore, facendo una breve digressione, illustra un tipo speciale di freno dinamometrico da lui ideato e addotato nel laboratorio sperimentale delle Officine Meccaniche Riva.

Venendo a parlare dei rendimenti dei diversi tipi di turbine, l'Oratore accenna di volo ad un articolo comparso recentemente su di un giornale illustrato, nel quale si dice che il rendimento delle moderne turbine arriva fino al 95 %, mentre trent'anni or sono era appena del 50 %.

Disgraziatamente la realtà è assai più modesta; il rendimento nei tipi più recenti di turbine può variare dall'80 all'88 %, a seconda del tipo di macchina e delle caratteristiche dell'impianto.

Solo eccezionalmente, e in condizioni particolarmente favorevoli, nel rilevare le curve di rendimento di impianti in collaudo, si sono trovati dei valori massimi del 91,5 % e forse persino del 92 %.

Ad ogni modo il miglior rendimento degli impianti attuali, rispetto a quelli di venti o venticinque anni or sono, può in alcuni casi rendere economicamente conveniente la sostituzione del macchinario antico con altro moderno.

I perfezionamenti studiati dai costruttori non si sono limitati alle turbine, ma si sono estesi anche agli altri elementi dell'impianto idraulico, ad esempio alle valvole di arresto.

Alle antiche valvole a saracinesca ed a farfalla la tecnica moderna ha aggiunto nuovi tipi, ad esempio le valvole Larner-Johnson che l'oratore illustra con diverse diapositive.

Anche la valvola a farfalla è stata recentemente perfezionata da un costruttore tedesco che è riuscito a renderne ermetica la chiusura con un accorgimento semplicissimo: inclinando opportunamente l'asse di rotazione rispetto al piano della valvola e guarnendo i bordi di chiusura con un rivestimento di gomma.

Venendo a trattare un problema di grande attualità, quello delle centrali automatiche, l'oratore ha presentato diversi schemi che permettono di ottenere l'automatismo integrale nel funzionamento di una centrale idroelettrica.

Il numeroso uditorio ha seguìto con viva attenzione la dotta relazione, abbondantemente illustrata da interessanti proiezioni, ed ha salutato alla fine l'oratore con vivissimi applausi.

Il Presidente, Ing. Guido Peri, si è calorosamente congratulato con lui e lo ha ringraziato a nome dei soci della Sezione di Torino.

Il socio, Ing. Palestrino, ha chiesto qualche schiarimento circa una turbina Kaplan, alla quale aveva accennato il conferenziere, che dovrebbe sfruttare un salto di 345 metri, mentre per tale altezza parrebbe più conveniente una turbina Francis. L'Ing. Ratti ha risposto esaurientemente spiegando che si tratta di un impianto speciale con scarico in contropressione.

La seduta si è sciolta alle ore 23.

.. .. ATTIVITÀ DELLE SEZIONI .. ..

SEZIONE DI MILANO (Via S. Paolo, 10).

23 Gennaio - ore 21,15. — Ing. Elia MIGLIAU: « Impianti italiani di propulsione elettrica navale ».

SEZIONE DI TORINO (Via XX Settembre, 36).

10 Gennaio - ore 21. — Ing. Vincenzo RUBBO: « Dighe mobili e paratoie a funzionamento automatico diretto ».

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.*

(I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 25 Gennaio 1931 - ANNO IX N. 3

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

I trasporti meccanici nella moderna civiltà.

Una delle caratteristiche più spiccate della evoluzione della moderna civiltà è senza dubbio costituita dal rapido incremento preso dai mezzi di trasporto, sia delle persone che delle cose. E questo non soltanto per ciò che riguarda i viaggi a grandi distanze, pei quali il progresso è stato così sensazionale e registra ogni giorno nuovi grandiosi successi, ma anche nel campo, più modesto, dei trasporti su distanze assai piccole.

La tendenza sempre maggiore verso una migliore utilizzazione del lavoro umano porta come diretta conseguenza alla ricerca dei mezzi più idonei per ridurre i tempi di lavoro e specialmente quelli che possono considerarsi passivi, come sono i tempi di trasporto. Ne sono esempi cospicui gli impianti di molti grandi stabilimenti industriali e officine che hanno attuato i concetti moderni di organizzazione razionale e nei quali i materiali sono condotti con mezzi meccanici continui a portata di mano dell'operaio il quale perciò non ha più motivo di spostarsi dal suo posto di lavoro.

Altrettanto sentita è la necessità di rapidi ed efficienti mezzi di trasporto delle persone. I grandi agglomerati urbani e le necessità della vita civile impongono spostamenti di forti masse di persone, ripetutamente parecchie volte ogni giorno: ed è noto quanto assillante sia il problema dei trasporti per i tecnici dell'urbanesimo. Anche nell'interno di vasti edifici industriali, costruiti in molti piani, devono spesso avvenire movimenti intensi di operai o di pubblico.

Tutto ciò ha portato al rapido sviluppo di rapidi ed efficienti mezzi di trasporto sia nel senso orizzontale che in quello verticale. Nel primo campo le metropolitane segnano per ora il limite superiore raggiunto, mentre pei trasporti verticali è ormai riconosciuta in molti casi l'insufficienza o l'inopportunità degli ascensori; ma la tecnica ha già approntato la nuova e soddisfacente soluzione colla costruzione delle scale mobili. Questo sistema di trasporto, derivazione lontana dei tapis-roulants che a suo tempo suscitarono l'interesse dei tecnici e la curiosità del pubblico anche in alcuni grandi magazzini italiani, si è largamente diffuso all'estero specialmente nelle grandi metropoli pel servizio delle stazioni delle metropolitane, ed anche nell'interno di edifici industriali. Da noi si è introdotto soltanto da pochi anni e l'impianto di Napoli ne costituisce per ora l'esempio più notevole.

Potrà quindi essere di qualche interesse il testo della Comunicazione con la quale il consocio, Ing. MILANO, ha illustrato alla Sezione di Napoli un particolare tipo di scale mobili.

Macchine elettrostatiche.

Il progresso vuole le sue vittime non soltanto fra gli uomini ma anche fra le macchine. Chi non ricorda i vecchi libri di fisica ingombri delle descrizioni di molteplici tipi di macchine elettrostatiche che costituivano allora il mezzo sperimentale principale nel campo dell'elettricità? Ma la pila, prima, e, successivamente, la dinamo hanno detronizzato la vecchia macchina elettrostatica la cui importanza pratica, in confronto a quella di una volta, è stata ridotta a limiti assai ristretti.

Tuttavia, nel suo campo limitato, essa è ancora oggetto di cure e di studi da parte dei tecnici.

Così, oggi l'Ing. LUSCIA ci dà notizia di un perfezionamento apportato al così detto « conduttore diametrale », che permette di aumentare l'intensità di corrente ricavabile dalla macchina.

LA REDAZIONE.

TECNICA DELLE SCALE MOBILI E CENNI ILLUSTRATIVI SULLA LORO GRANDE UTILITA' SIA NEI SERVIZI PUBBLICI E SIA NEL CAMPO INDUSTRIALE E COMMERCIALE

O. MILANO

Comunicazione tenuta alla Sezione di Napoli il 17 maggio 1930.

Ricordata la storia dello sviluppo delle scale mobili, vengono descritti dettagliatamente i tipi più moderni attualmente in uso con speciale riguardo a quelli costruiti dalla Ditta Otis. I dettagli costruttivi e le particolarità di funzionamento sono descritti particolareggiatamente. Vengono anche date notizie sui consumi di energia occorrente per le scale mobili e sono illustrate le più importanti applicazioni di esse nei vari casi della pratica nonchè i vantaggi che esse presentano.

Primi tipi di scale mobili.

La prima scala mobile costruita dalla Ditta Otis risale verso la fine del secolo scorso e di essa molti esemplari sono tuttora in funzione presso vari magazzini degli Stati Uniti e di altre nazioni. Questa scala è del tipo « a listelli » o « Reno » ed è qualche cosa di mezzo tra il tapis roulant e la scala a gradini orizzontali. Infatti in luogo dei gradini orizzontali, essa presenta una successione di tanti gruppi di listelli, ogni gruppo avente un'inclinazione di $12^\circ \frac{1}{2}$ sull'orizzontale tale da costituire un piano di appoggio sufficientemente comodo per i piedi del passeggiero (fig. 1). I listelli sono costruiti e montati in modo da formare tra loro tante gole longitudinali, ove vanno a incastrarsi i denti di due pettini di ghisa disposti ai pianerottoli estremi. Scopo di questa

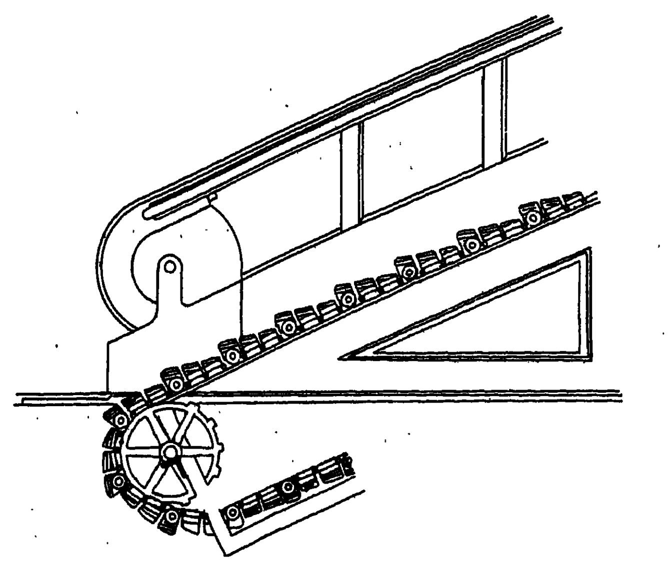


Fig. 1. — Scala mobile tipo « Reno » a gradini inclinati.

disposizione è quello di permettere al viaggiatore il passaggio dal piano mobile a quello fisso in condizioni abbastanza sicure. La trasmissione del moto avviene mediante un'unica catena centrale su cui sono opportunamente fissati i listelli; detta catena si avvolge intorno a due ruote dentate situate agli estremi del rampante, di cui quella superiore è motrice e l'altra di rinvio. Superiormente alle balaustrate scorrono due corrimani flessibili con una velocità uguale a quella del piano mobile. L'inclinazione della scala è di 25° sull'orizzontale, cioè doppia di quella di ogni singolo gradino.

Tipo Seeberger. — Al tipo Reno seguì, a breve distanza di tempo, il tipo Seeberger, in cui appare per la prima volta la formazione dello scalino orizzontale (fig. 2).

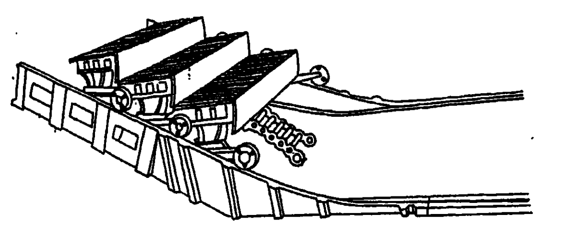


Fig. 2. — Scala mobile tipo «Seeberger» a gradini orizzontali.

Esso fu ideato dall'Ing. Seeberger della Società Otis e fu presentato al pubblico alla grande esposizione di Parigi del 1900, ove ottenne un grandioso successo, tanto che varie Ditte e Compagnie Ferroviarie ne ordinarono immediatamente la costruzione. Impianti Seeberger li troviamo infatti nei magazzini di Macy a New York, nell'anno 1902; in quelli di Gimbel Brothers a Filadelfia, nell'anno 1902; nella stazione della trentaseesima strada, 6ª Ave. di New York, nell'anno 1903, ecc.

La scala Seeberger però, per quanto avesse migliorato molto il tipo «a listelli», pure, non rispondeva appieno alle esigenze del pubblico e dei clienti. Essa era molto pesante e ingombrante; costosissima sia come costruzione che come manutenzione ed esercizio.

Occorreva pertanto un tipo di scala che fosse più leggiero, più economico, che avesse caratteristiche più commerciali insomma, e che fosse munito di apparecchi di sicurezza di cui i primi tipi difettavano. Fu così che gli ingegneri della Otis dedicarono tutti i loro studi alla risoluzione dei vari problemi che loro si presentavano davanti e pervennero man mano ai tipi recenti di scale mobili, che rappresentano il massimo progresso che la meccanica abbia potuto fare, fin'oggi, in questo campo. Naturalmente nella costruzione dei nuovi tipi giovò moltissimo l'esperienza acquistata nei vecchi e le migliori caratteristiche di questi ultimi furono adottate nei nuovi disegni, tra cui quella della formazione dello scalino orizzontale del tipo Seeberger.

Tipi moderni.

Attualmente la Società Otis costruisce due tipi di scale: il tipo «a gradini lisci», a gradini, cioè aventi la pedata perfettamente liscia, ed il tipo «a gradini scanalati» o «a listelli», i cui gradini hanno la pedata costituita da una serie di listelli messi a una certa distanza l'uno dall'altro sì da formare delle scanalature tra loro.

Entrambi i tipi possono avere tre larghezze differenti: di 2, di 3 e di 4 piedi, misurati tra le pareti interne delle balaustre. La scala «a gradini lisci» può essere ascendente, discendente o anche riversibile; quella «a gradini scanalati» è sempre riversibile.

Le scale mobili impiantate nelle stazioni di Piazza Montesanto e Piazza Cavour della Ferrovia Metropolitana di Napoli (4 scale per ogni stazione) sono del tipo «a listelli» e perciò esse sono tutte reversibili. Di questa loro proprietà il servizio pubblico se ne avvantaggia non poco. Supponendo infatti che una delle scale ascendenti, presso una delle suddette stazioni, si fermi per un guasto qualsiasi, in questo caso si può invertire il movimento alle rimanenti scale, di guisa che quelle che funzionavano prima in senso discendente funzioneranno poi in senso ascendente, e viceversa per la terza scala. Si evita così ai passeggieri la faticosa ascesa di uno dei rampanti, e se vi sono di quelli che debbono, purtroppo, subire le conseguenze del guasto, essi le subiscono in discesa e, certamente, è molto più agevole scendere anzichè salire con i propri mezzi.

Il tipo «a gradini lisci» è perfettamente simile come costruzione al tipo «a gradini scanalati» e ne differisce solo per il fatto che, in luogo dei pettini di ghisa, esso richiede ai pianerottoli di arrivo le «balaustre di protezione», le quali, dalla parola stessa, servono per proteggere il passeggiero da eventuali cadute, qualora non si fosse preparato in tempo a smontare dalla scala mobile una volta giunto all'estremità della corsa. Rappresentiamo schematicamente in pianta una scala «a gradini lisci», senza balaustrate di protezione, il cui moto sia nel senso della freccia (fig. 3).

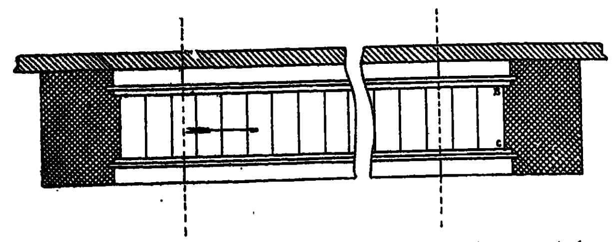


Fig. 3. — Pianta di una scala mobile a gradini lisci senza balaustrata.

Quando il passeggiero giunge all'estremità della corsa, se trovasi distratto, egli va indubbiamente a urtare il bordo *B C*, che è limite tra il pianerottolo fisso e la piattaforma mobile della scala; bordo che, per quanto basso sia, non può del tutto evitare un certo urto o scossa al viaggiatore, compromettendo quindi la sua stabilità. Ad eliminare questo inconveniente si usa prolungare la piattaforma mobile di qualche passo da *C* a *D* (fig. 4) e disporre una balaustrata di protezione DEFGHI, che è destinata, appunto, a sorreggere in ogni evenienza il passeggiero.

Il moto potrebbe essere anche nel senso opposto a quello indicato nella fig. 4, nel qual caso la balaustrata è richiesta all'altro estremo; e per una scala riversibile occorrono due balaustrate di protezione, una per pianerottolo.

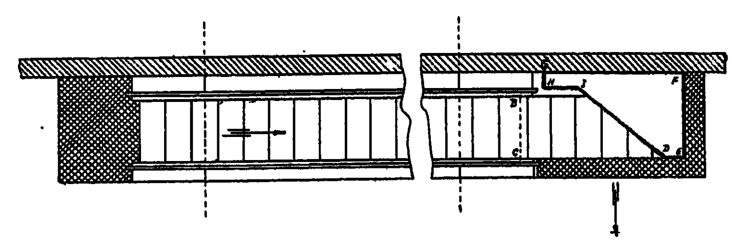


Fig. 4. — Pianta della scala mobile a gradini lisci con balaustrata di protezione a un'estremo.

Questo tipo di scala, evidentemente, non è molto conveniente, sia perchè occupa maggiore spazio ai pianerottoli, sia perchè i passeggieri sono tenuti a smontare sempre di lato a causa delle balaustrate di protezione; e se la scala è riversibile, i passeggieri debbono montare di lato e smontare di lato. Questo fatto ci dice che il pericolo di caduta non è completamente eliminato; infatti, se il viaggiatore monta o smonta con un piede piuttosto che con l'altro, per il movimento stesso della scala i piedi vengono fatalmente a incrociarsi e ciò determina ugualmente la perdita di equilibrio. Per questa ragione nelle stazioni metropolitane di Londra e di New York, si affiggono, presso i pianerottoli di ogni scala, dei cartellini indicatori invitanti il pubblico a montare o smontare prima col piede destro o sinistro a seconda della particolare posizione della scala rispetto ai punti di accesso e di sbocco.

Il tipo di scala mobile più perfezionato, più vantaggioso, sotto ogni punto di vista, è quello «a gradini scanalati», che oggi viene usato a preferenza ovunque, e ciò per la facilità con cui il viaggiatore passa dal piano mobile al piano fisso. I gradini di questo tipo, come ho precedentemente detto, hanno il piano di calpestio costituito da una serie di listelli formanti delle gole longitudinali tra loro, ove vanno a incastrarsi i denti di due pettini di ghisa situati agli estremi della corsa e rigidamente connessi con i pianerottoli fissi. Le cose sono disposte in maniera che, quando lo scalino giunge all'altezza del pettine, i denti di quest'ultimo si introducono nelle rispettive scanalature dei listelli e poichè il profilo dei denti è leggermente inclinato verso l'alto, si ha che più avanza lo scalino e maggiormente la sua superficie di appoggio si abbassa rispetto a quella del pettine, fino a scomparire del tutto. In questo modo il passeggiero viene automaticamente e dolcemente sbarcato dallo scalino stesso sul pianerottolo fisso, senza che di ciò egli abbia a risentire il minimo disagio.

Parti di cui si compone una scala mobile.

La scala mobile consta delle seguenti parti:

1) Dell'incastellatura o scheletro.
2) Dell'insieme delle rotaie.

3) Del sistema rotante degli scalini.
4) Delle balaustrate e dei corrimani.
5) Della macchina motrice.
6) Del controller o organo di comando.
7) Degli apparecchi di sicurezza.
8) Dei circuiti elettrici.

L'incastellatura (fig. 5) è una robusta armatura in ferro, a traliccio, che si estende dal pianerottolo superiore a quello inferiore del rampante. Essa si poggia su pilastri di calcestruzzo convenientemente distribuiti lungo il percorso, se trattasi di impianti in galleria o, comunque, in sede propria; oppure, se trattasi di impianti eseguiti tra due piani successivi, ove manchi l'esistenza di una tromba di scala, essa viene sostenuta dai pavimenti opposti mediante grosse travi in ferro.

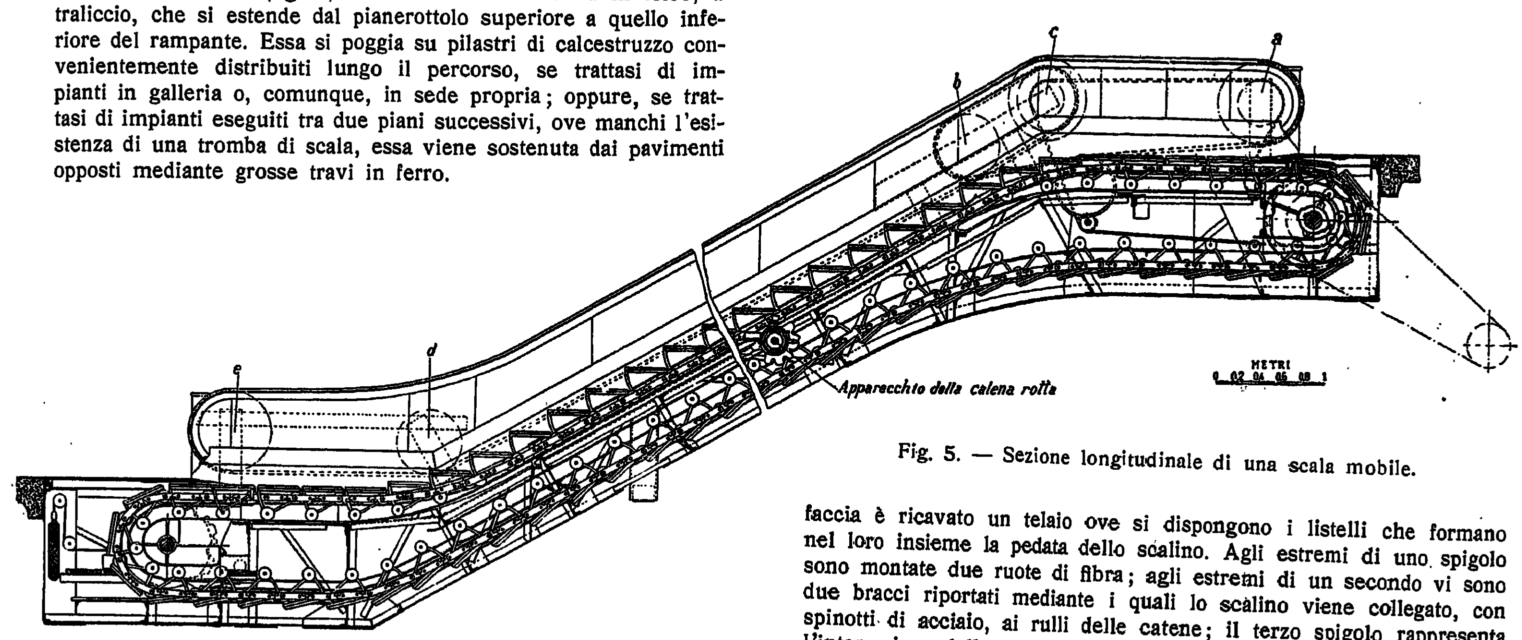


Fig. 5. — Sezione longitudinale di una scala mobile.

L'inclinazione dell'incastellatura è di 30° sull'orizzontale ed è costante per tutti i tipi di scale.

Rotaie. — Sui fianchi dell'incastellatura, mediante apposite mensole, vengono fissate le rotaie, su cui scorrono gli scalini sia nella loro marcia di andata che in quella di ritorno (figg. 7 e 8).

Il sistema rotante degli scalini si compone di due coppie di ruote dentate a profilo speciale, situate nei punti estremi dell'incastellatura; di due catene chiuse munite di rulli di ghisa, che scorrono parallelamente l'una all'altra sui fianchi dell'incastellatura, avvolgendosi sulle coppie di ruote suddette; e dell'insieme degli scalini. La coppia di ruote superiore insieme all'albero su cui è calettata, costituiscono l'argano di trazione propriamente detto, che riceve il moto della macchina motrice a mezzo di altri ingranaggi di cui accennerò in seguito; la coppia inferiore non è rigidamente collegata all'incastellatura, ma è montata su un telaio mobile, il quale può scorrere, a mezzo di quattro rulli, su due guide laterali. Questo telaio è inoltre collegato, con corde di acciaio e puleggine, a un contrappeso, la cui funzione è quella di tenere le due catene di trazione degli scalini costantemente tese (fig. 5). Gli scalini vengono opportunamente fissati alle catene, e a ogni gruppo di tre maglie corrisponde esattamente uno scalino, di maniera che a montaggio completo si ha intorno, intorno come una cortina continua di scalini, che si avvolge sulle due coppie di ruote dentate estreme a guisa di cinghia intorno a due pulegge. Gli scalini sono a traliccio, in acciaio pressato; essi hanno una forma che si avvicina molto a quella parallelepipeda triangolare, di cui una faccia è in lamiera leggermente ricurva e costituisce l'alzata; su un'altra faccia è ricavato un telaio ove si dispongono i listelli che formano nel loro insieme la pedata dello scalino. Agli estremi di uno spigolo sono montate due ruote di fibra; agli estremi di un secondo vi sono due bracci riportati mediante i quali lo scalino viene collegato, con spinotti di acciaio, ai rulli delle catene; il terzo spigolo rappresenta l'intersezione della pedata con l'alzata (figg 9 e 10).

Il rullo di fibra e quello di ghisa sono disposti in modo che la congiungente i due centri forma con la pedata un angolo di 30°; ciò porta di conseguenza che lo scalino viene a disporsi automaticamente orizzontale quando si trova a scorrere sulle rotaie del rampante, per essere quest'ultime inclinate anch'esse a 30° sull'orizzontale.

Quando la scala è in funzione essa appare ai pianerottoli come una piattaforma mobile (fig. 11), che lentamente si snoda poi in tanti scalini dando luogo alla formazione di una perfetta scala in movimento.

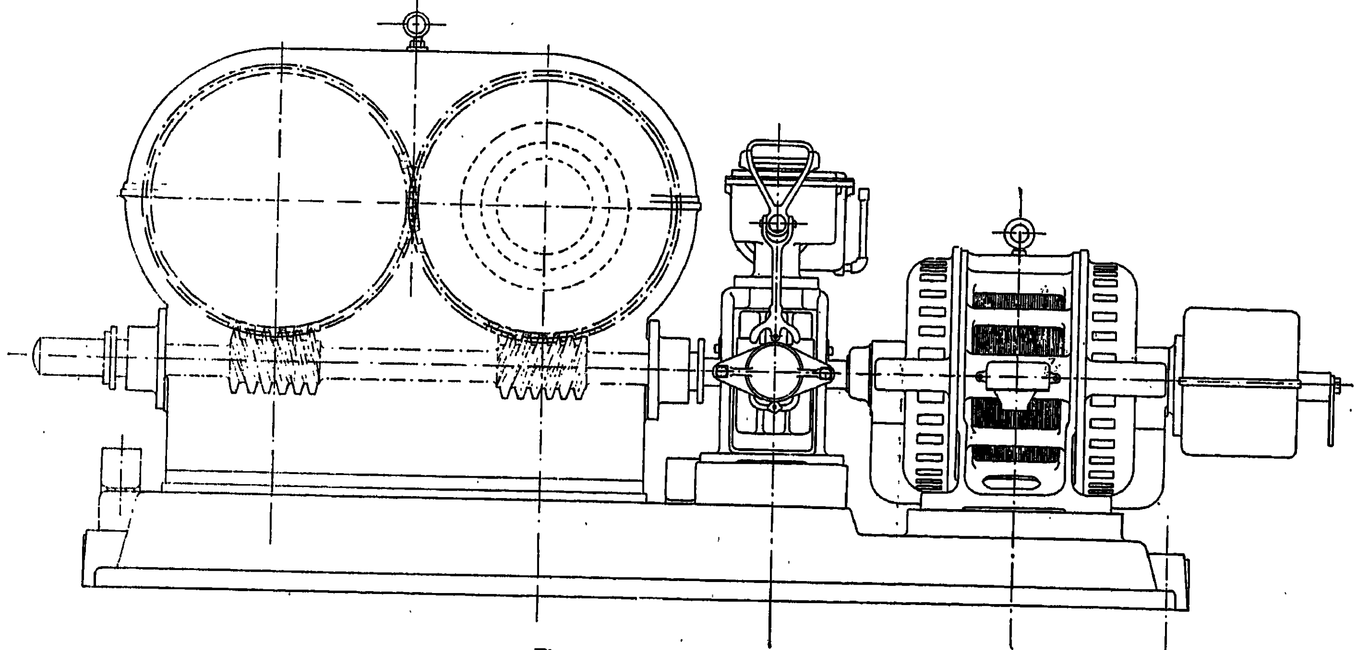


Fig. 6. — Macchina motrice.

La formazione graduale dello scalino avviene mercè un'opportuna disposizione di rotaie nei punti di passaggio tra la parte orizzontale e quella inclinata della scala. Riferendoci al pianerottolo superiore, per esempio, le rotaie si presentano come da disegno (fig. 12), in cui si notano due rotaie parallele nel tratto orizzontale, le quali si raccordano, in un'unica rotaia sul rampante. Lo scalino, non appena lascia l'ingranaggio, si dispone orizzontale sulle due rotaie e, data l'estensione di queste, si ha perciò una successione di scalini aventi tutti lo stesso livello che nel loro insieme formano la piattaforma mobile. Come lo scalino prende il raccordo così esso comincia gradualmente ad abbassarsi rispetto al livello della piattaforma, mantenendosi però sempre orizzontale, e raggiunge la massima altezza sull'unica rotaia

del rampante, ove scorrono e il rullo di fibra e quello di ghisa della catena. Al pianerottolo opposto, gli scalini, con una disposizione inversa di rotaie, si ricompongono a piattaforma, la quale scompare poi al disotto del pettine.

Balaustrate e corrimani. — Superiormente all'incastellatura vengono montate le balaustrate, sull'uno e sull'altro fianco della scala, le quali possono essere in legno di teak, in mogano, in noce, ecc., a

china motrice mediante una ruota principale di trazione montata sull'istesso albero dell'argano, esternamente all'incastellatura; detta ruota è collegata con catena Gall a un pignone riduttore montato direttamente sulla macchina. In complesso, sull'albero dell'argano si trovano chiavettate: le due ruote di trazione delle catene degli scalini, le due piccole ruote di trazione delle pulegge dei corrimani e la ruota principale a dentatura doppia (fig. 13).

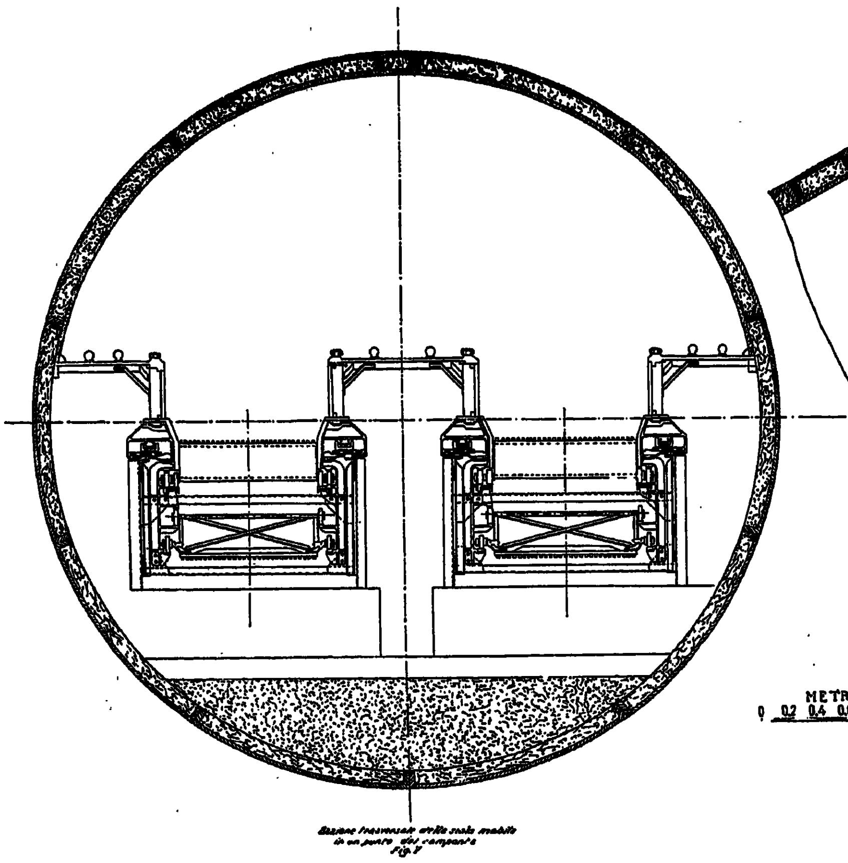


Fig. 7. — Sezione trasversale della scala in un punto del rampante.

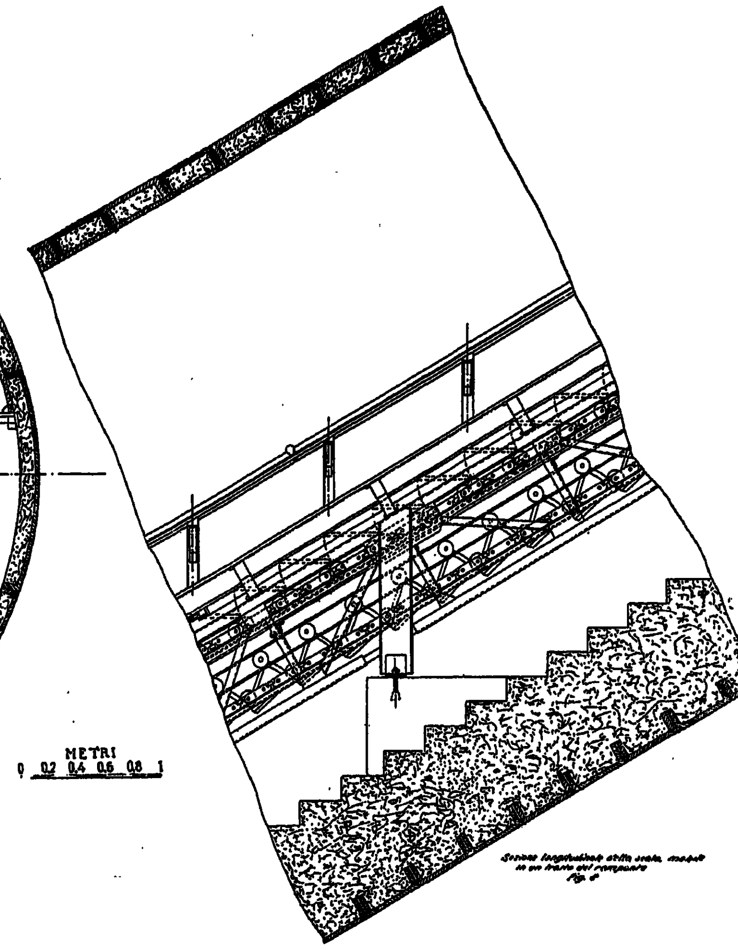


Fig. 8. — Vista longitudinale della scala in un tratto del rampante.

seconda del desiderio del cliente. Le balaustrate racchiudono internamente le pulegge di trazione del corrimano, che ricevono moto da due piccole ruote dentate anch'esse calettate sull'albero dell'argano (fig. 5). Queste due ruote, a mezzo di catene e di altre ruote riduttrici, di cui le pulegge sono munite, imprimono al corrimano una velocità uguale a quella della scala. Il corrimano è in caucciù ad anima di tela. Esso scorre superiormente alla balaustrata su una appo-

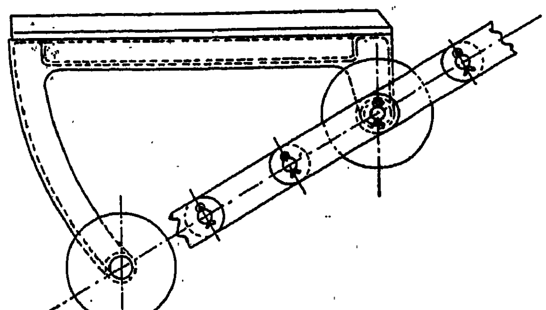


Fig. 9. — Sezione trasversale dello scalino a listelli.

sita guida di ottone, si avvolge intorno alla puleggia estrema *a*, poi intorno alla puleggia *b*, detta del tenditore, indi intorno alla puleggia *c*, detta di trazione, e imbocca infine un canale di legno, che lo guida, nella sua via di ritorno, al pianerottolo opposto, ove tocca ancora la puleggia *d*, e dopo di essersi avvolto sull'altra puleggia estrema *e*, riprende di nuovo a scorrere sul ciglio della balaustrata. La puleggia *b* fa parte dell'apparecchio tenditore; essa può subire un movimento di traslazione lungo due guide longitudinali mercè la manovra a mano di un volantino, e serve per tendere il corrimano qualora questo con l'uso si fosse allentano.

Macchina motrice. — L'argano motore riceve il moto dalla mac-

La macchina motrice è costituita da un motore elettrico a corrente continua o alternata, a seconda della corrente disponibile, dal freno elettrico e dalla macchina a ingranaggi elicoidali. Il tutto poggia su una robusta base di ghisa, che può scorrere su due rotaie incassate nel piano di sostegno e lo scorrimento può avvenire mercè la manovra di due grossi bulloni, i quali facendo pressione contro la base della macchina, la sospingono di tanto di quanto si vuole al fine di correggere gli eventuali allentamenti della catena di trazione.

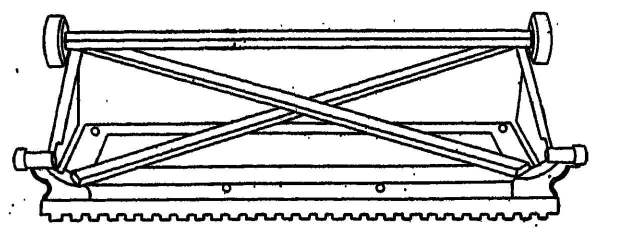


Fig. 10. — Vista posteriore dello scalino a listelli.

Caratteristica importante della macchina Otis è che la vite senza fine è in tandem (fig. 6), cioè sull'istesso asse vi è ricavata una vite senza fine destrogira e un'altra sinistrogira; entrambe ingranano con due ruote elicoidali in bronzo, le quali, a loro volta, ingranano tra loro. Di queste due ruote una è folle, l'altra è motrice. Questa particolare disposizione oltre che dare una maggiore stabilità al macchinario, elimina anche l'impiego dei cuscinetti di spinta.

Il Controller contiene: il reostato di avviamento, l'interruttore principale che immette corrente al motore, gli interruttori a massima corrente, una leva di inversione e un bottone di arresto.

Apparecchi di sicurezza. — L'apparecchio principale di sicurezza è il freno a dischi multipli, che entra in funzione ogni qualvolta agisce uno dei tre apparecchi ausiliari seguenti:

1) il dispositivo a pendolo; 2) l'apparecchio detto «della catena rotta»; 3) l'apparecchio «non riversibile».

Il primo funziona quando la scala subisce un'aumento di velocità superiore al 30 per cento della normale; il secondo quando una delle catene di trazione degli scalini si rompe o si allenta; il terzo quando la scala ascendente inverte il movimento accidentale diventando discendente. Di quest'ultimo parlerò quando tratterò dei circuiti elettrici.

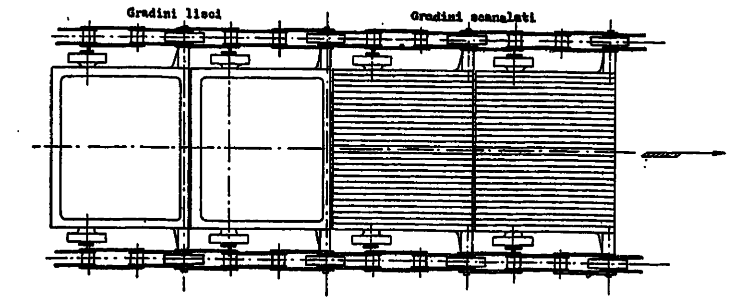


Fig. 11. — Aspetto della piattaforma in pianta.

Il freno a dischi è montato sull'albero dell'argano ed è costituito da un tamburo la cui carcassa è rigidamente collegata alla ruota principale di trazione; internamente al tamburo vi sono vari dischi di frizione fissati alternativamente e alla carcassa e all'albero dell'argano; esternamente il tamburo porta una corona dentata e tre came, contro le quali scorre per aderenza una ruota di fibra del dispositivo a pendolo (figg 13 e 14). A meno di un millimetro di distanza dalla massima oscillazione del pendolo (oscillazione dovuta al movimento delle came), trovasi un interruttore a scatto, il cui contatto è in serie col circuito degli apparecchi di sicurezza. Superiormente alla corona dentata è mantenuto sospeso per azione di un relais, anch'esso in serie col circuito degli apparecchi di sicurezza, un nottolo di arresto, il quale, a sua volta, mantiene sollevata una leva, che chiude il così detto «contatto del nottolo», in serie col circuito dell'interruttore principale sul controller. Se la scala funziona regolarmente, il movimento delle came e le oscillazioni del pendolo sono ugualmente regolari e il rullo di fibra si mantiene sempre a contatto con la traiettoria delle came; se la scala viene, invece, ad acquistare, per una ragione qualsiasi, una velocità superiore al 30 per cento della normale, le came del tamburo fanno subire al pendolo uno sbalzo indietro, tale da fargli superare la piccolissima distanza che lo separa dall'interruttore che, urtato, apre subito il circuito degli apparecchi di sicurezza. In questo caso il relais del nottolo, non più alimentato da corrente, abbandona il nottolo, e questo va a ingranare con la corona dentata sottostante, arrestando la scala; contemporaneamente si abbassa la leva posta al disopra del nottolo e si apre, quindi, il circuito dell'interruttore principale, per cui viene ad interrompersi anche la corrente al motore.

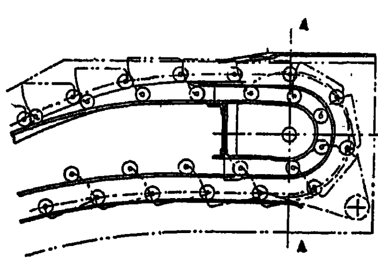


Fig. 12. — Sezione longitudinale della scala nel tratto orizzontale superiore.

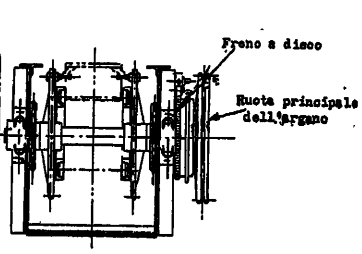


Fig. 13. — Argano di trazione Sezione A-A della fig. 12.

Apparecchio della catena rotta. — L'apparecchio della catena rotta trovasi montato in prossimità del pianerottolo inferiore della scala (qualche volta anche presso quello superiore). Esso consta di un'asse alle cui estremità vi sono due ruote dentate, che s'ingranano con le catene degli scalini. Una di queste ruote è fissa con l'asse, l'altra è folle; a quest'ultima è contraposto un disco, anch'esso fisso con l'asse, il quale reca tre came triangolari imperniate sul suo orlo e dotate di movimento rotatorio intorno ai perni (fig. 15). Due vertici di queste came aderiscono contro la faccia di un secondo disco, che può subire spostamenti indietro; il terzo vertice porta un piolo che va ad alloggiarsi in un corrispondente vano del mozzo della ruota folle. A meno di un millimetro di distanza dal secondo disco è disposto un altro interruttore a scatto, il cui contatto è pure in serie col circuito degli apparecchi di sicurezza. Se le catene di trazione degli scalini si mantengono invariate nel loro movimento, è chiaro che tanto la ruota folle, quanto la fissa, mantengono invariata la loro posizione relativa; se invece, vi è allentamento o rottura di una delle due catene vi sarà allora un certo spostamento differenziale tra la ruota fissa e la ruota folle, spostamento che si rifletterà senz'altro sulla ruota folle e sul disco fisso, determinando la rotazione delle came le cui punte fanno inclinare in fuori il secondo disco. Quest'ultimo, urtando contro l'interruttore a scatto, interrompe il circuito degli apparecchi di sicurezza, per cui la scala si arresta e si arresta anche il motore.

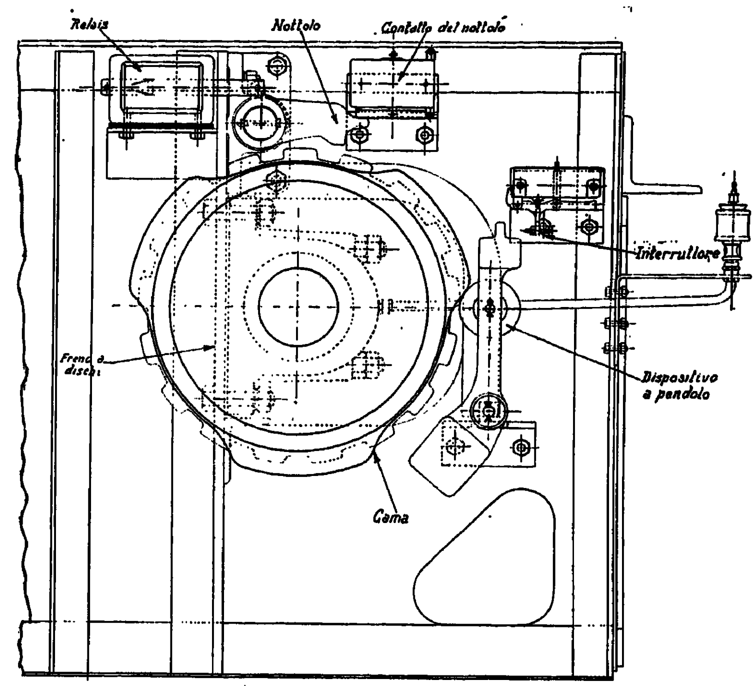


Fig. 14. — Freno a dischi multipli e dispositivo a pendolo.

Circuiti elettrici. — La fig. 16 mostra il diagramma delle connessioni elettriche di una scala mobile con distribuzione trifase e con motori a induzione.

Si hanno i seguenti circuiti: quello del motore, quello del freno elettrico, quello degli apparecchi di sicurezza e quello dell'interruttore principale.

La corrente viene derivata dalla rete esterna mediante chiusura di un interruttore a mano sul quadro; essa passa successivamente ai tre contatti dell'interruttore principale sul controller dopo di avere attraversato tre relais a massima corrente. Chiudendosi l'interruttore principale, il motore riceve corrente e si mette in moto. Con una leva disposta sul controller si possono invertire due fasi e si ha l'inversione di moto nel motore. Sulle tre fasi dello statore è derivata la corrente che alimenta la bobina trifase del freno elettrico. Questo è da distinguersi dal freno di sicurezza situato sull'albero dell'argano; esso serve per gli arresti normali della scala e trovasi montato a cavalcioni sul giunto a dischi che unisce l'albero del motore alla vite senza fine della macchina. Quando il motore riceve corrente anche il freno riceve corrente ed aziona due leve alle estremità delle quali sono fissati i due ceppi del freno. Questi ceppi si allontanano dal giunto vincendo la resistenza di due potenti molle a loro contrapposte e restano in questa posizione per tutto il tempo in cui la scala fa servizio. Interrompendosi il servizio della scala e quindi la corrente al motore, la bobina del freno non riceve più corrente e le due molle riprendono la loro posizione primitiva, stringendo fortemente i ceppi intorno al giunto.

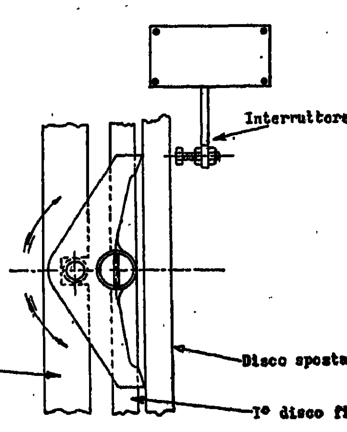


Fig. 15. — Pianta della cama.

Il circuito degli apparecchi di sicurezza deriva la corrente direttamente dal quadro, indipendentemente da ogni azione che si può avere

sul controller. Condizione essenziale per la messa in moto è che questo circuito sia chiuso, altrimenti il macchinario non potrà mai avviarsi a causa dell'interruzione del contatto del nottolo. La corrente parte dalla fase I e va al «relais del nottolo», poi al «contatto del dispositivo a pendolo», indi al «contatto dell'apparecchio della catena rotta» e, dopo di avere attraversato il contatto inferiore dell'interruttore principale, si chiude sulla fase III.

che il motore ha raggiunta la sua velocità di regime bisogna chiudere il rotore in corto circuito manovrando un'apposita leva disposta all'estremità del motore e portandola dalla posizione di «avviamento» a quella di «marcia». Nel movimento che fa la leva automaticamente si sollevano le spazzole, si chiudono i tre anelli del rotore in corto circuito, e viene a interrompersi il «contatto del meccanismo delle spazzole» che serve di protezione al motore. Nel caso che il funziona-

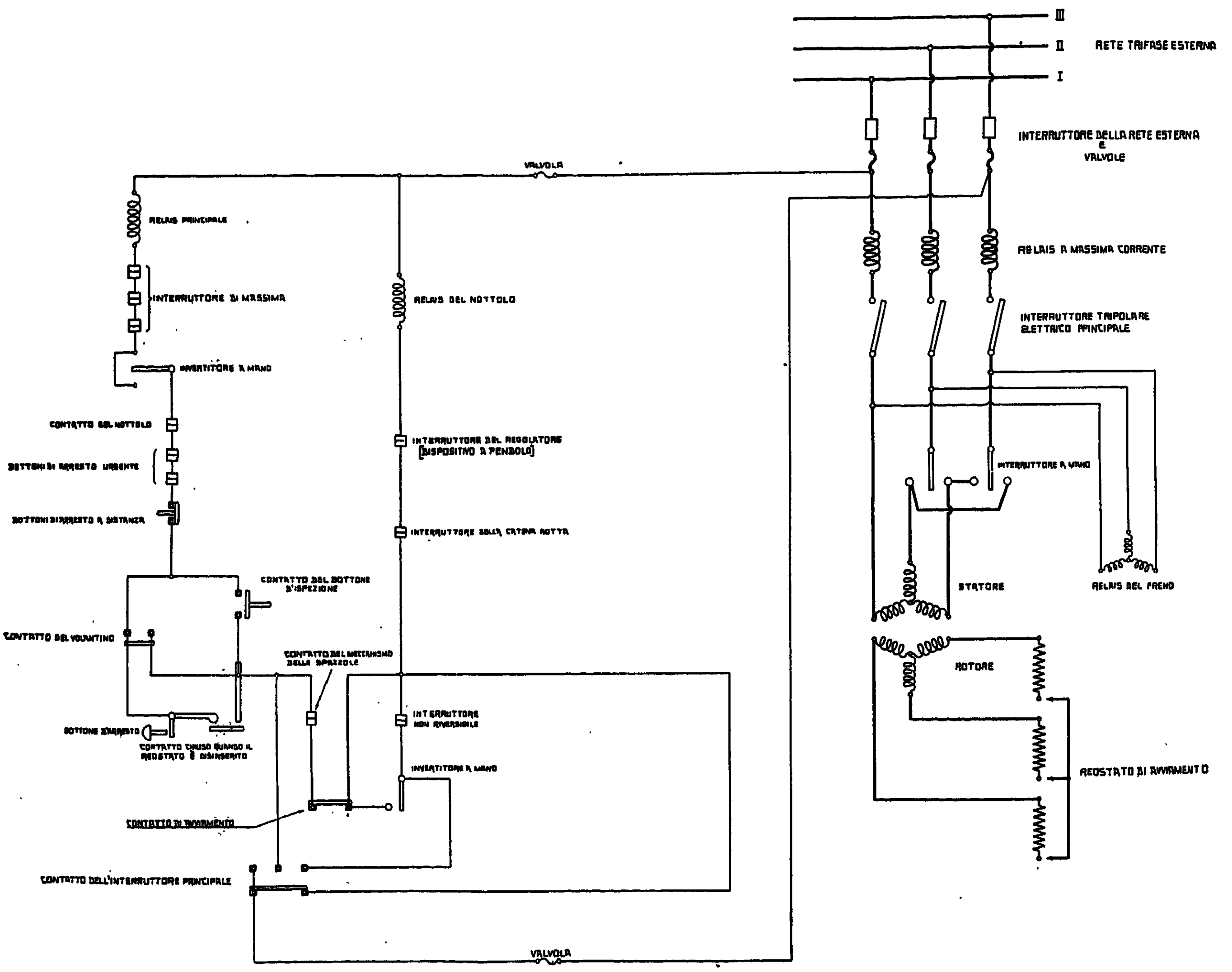


Fig. 16. -- Diagramma delle connessioni elettriche di una scala mobile - Distribuzione trifase.

Vi è inoltre il circuito dell'interruttore principale che è in parallelo con quello degli apparecchi di sicurezza. La corrente parte ugualmente dalla fase I, passa attraverso il «relais principale», i «contatti degli interruttori a massima», poi attraverso il «contatto del nottolo», i «contatti di arresto urgente» (disposti lungo le balaustrate per comodità dei passeggieri), i «contatti di arresto a distanza» (lungo le balaustrate per comodità degli operai che attendono alla manutenzione) e si ferma al «contatto del volantino» sul controller, tenuto aperto per azione di una molla. Nell'atto di girare il volantino per disinserire il reostato viene vinta la resistenza della molla e il circuito riprende il suo cammino passando attraverso il «contatto del volantino», il «contatto del meccanismo delle spazzole», il contatto detto di «avviamento» sul controller (che risulta chiuso fintanto che il reostato è tutto inserito, ma che si apre non appena si comincia a escludere le resistenze) e infine attraverso il contatto inferiore dell'interruttore principale, chiudendosi sulla fase III. In questo istante il relais principale, alimentato da corrente, fa chiudere l'interruttore che interrompe il contatto inferiore e ne stabilisce altri superiori. Se durante la marcia di avviamento si abbandonasse per un attimo il volantino a se stesso, il «contatto del volantino» si aprirebbe subito per azione della molla più sopra accennata, interrompendo il circuito. Per potere ora ricominciare l'avviamento occorrerà riportare il volantino nella sua posizione iniziale, giacchè è nella posizione di partenza che si ristabilisce di nuovo il contatto di «avviamento». Quando il volantino ha completata la sua corsa ossia quando ha escluso tutto il reostato, esso fa chiudere il «contatto chiuso quando il reostato è disinserito» attraverso cui la corrente passerà in definitiva per tutto il tempo che la scala fa servizio, giungendo sempre alla fase III attraverso il contatto superiore dell'interruttore principale. Una volta

mento della scala venisse interrotto, per potere poi ristabilirlo occorrerà non solo riportare il volantino nella sua posizione di partenza, ma occorrerà altresì disporre la leva nella posizione di «avviamento», poichè solo allora si verrà a chiudere di nuovo il «contatto del meccanismo delle spazzole».

Accennerò in ultimo al «bottone d'ispezione» e al «contatto non riversibile».

Il primo fa parte del circuito dell'interruttore principale e serve per la manovra della scala durante il servizio di manutenzione, evitando all'operaio di recarsi al controller ogni volta che deve mettere in moto la macchina. Esso è situato in un punto dell'incastellatura dove la manutenzione è più facile ad eseguire e permette al macchinario spostamenti anche piccolissimi, a seconda della frazione di tempo che si mantiene il contatto chiuso.

Il «contatto non riversibile» è montato sull'apparecchio della catena rotta e funziona solo quando la scala si muove in senso ascendente. Infatti, quando la scala è ascendente questo contatto, mediante un opportuno meccanismo disposto all'estremità dell'asse della catena rotta, si chiude e viene a trovarsi in serie col circuito di sicurezza. Invertendosi accidentalmente il movimento della scala, il contatto si apre e fa intervenire il funzionamento del freno di sicurezza.

Dislivelli massimi.

I dislivelli massimi che si possono raggiungere con i vari tipi di scale sono:

Per una scala da due piedi larga	60 piedi = m 18,28
Per una scala da tre piedi larga	44 piedi = m 13,41
Per una scala da quattro piedi larga	35 piedi = m 10,66

Ultimamente il dislivello massimo della scala da quattro piedi si è spinto fino a 15 metri mediante opportune modifiche al macchinario.

Consumo.

Il consumo di energia varia in rapporto al tipo delle scale, alle dimensioni e al carico. Do alcuni esempi:

Consumo in kW della scala a listelli da due piedi larga:

	Ascendente		Discendente Ascendente	Discendente	
altezza in piedi	pieno carico	medio carico	a vuoto	pieno carico	medio carico
10	5,7	4,4	3,1	1,9	2,5
20	8,9	6,3	3,7	1,3	2,4
30	12,0	8,1	4,2	0,5	2,2
40	15,1	10,0	4,7	— 0,2	2,1
50	18,3	11,8	5,2	— 0,9	2,1
60	21,4	13,7	5,8	— 1,6	2,0

Consumo in kW della scala a listelli da tre piedi larga:

10	7,4	5,4	3,4	1,5	2,5
20	12,0	8,0	4,0	0,3	2,2
30	16,5	10,6	4,7	— 1,0	2,0
40	21,0	13,1	5,3	— 2,3	1,5
44	22,8	14,1	5,6	— 2,8	1,4

Consumo in kW della scala a listelli da quattro piedi larga:

10	9,0	6,4	3,7	1,2	2,4
20	14,9	9,7	4,5	— 0,6	1,9
30	20,9	13,0	5,3	— 2,4	1,4
35	23,9	14,7	5,6	— 3,3	1,2

Le scale mobili dal punto di vista utilitario nei servizi di traffico intenso.

L'utilità delle scale mobili è confermata principalmente dalla loro enorme diffusione all'estero e dalla grande simpatia che esse hanno incontrata ovunque nel pubblico.

Il pubblico ama la praticità delle cose, la semplicità dei mezzi e dirige a preferenza i suoi passi là ove trova maggior *comfort,* ove meno è sottoposto a sforzi fisici o a tensioni nervose. Non ho bisogno di riferirmi a paesi stranieri per dimostrare quanto il pubblico apprezzi questi moderni elevatori poichè anche da noi a Napoli, giornalmente si può assistere a manifestazioni di entusiasmo da parte di passeggeri, i quali quando risalgono le stazioni sotterranee di Piazza Montesanto e di Piazza Cavour si lasciano trasportare dalle scale mobili con evidenti segni di soddisfazione, con un piacere che si può loro leggere in viso; e non v'è persona che non abbia emesso giudizi lusinghieri nei loro riguardi. Questo consenso unanime è dovuto agli innumerevoli vantaggi che le scale mobili hanno sugli ascensori. Infatti esse sono dotate di un movimento continuo che evita ai viaggiatori, specie nei periodi più affollati, soste noiose e irritanti; si muovono con una velocità moderata di 45 cm al secondo, tale da permettere l'uso a persone di qualsiasi età e sesso; sono esenti da pericolo perchè dispongono di apparecchi di sicurezza atti a garantire in ogni momento l'incolumità del pubblico, ed anche quando si dovesse manifestare un allarme qualsiasi, esse possono essere subito fermate ad iniziativa di qualche viaggiatore, mercè l'uso dei contatti di arresto urgente disposti all'inizio di ogni pianerottolo; non danno l'apprensione della sospensione nel vuoto, che è causa qualche volta di diserzioni negli ascensori da parte di viaggiatori timidi; su esse i passeggieri si sentono perfettamente liberi di muoversi a loro agio, di spaziare con la vista, senza essere perciò costretti a stare agglomerati in un ambiente angusto per un tempo che, per quanto breve, è tuttavia insopportabile; quei passeggieri che hanno maggiore fretta possono contemporaneamente muoversi insieme alle scale; inoltre nel caso di guasti o di interruzioni di corrente, essi non sono condannati a restare sospesi nel vuoto per un tempo indeterminato, fino cioè al ritorno della corrente o all'eliminazione del guasto, come accade spesso negli ascensori, ma possono di moto proprio guadagnare ben presto la via di uscita. Oltre a tutti questi vantaggi ve n'è un altro grandissimo ed è la capacità di trasporto. Basti considerare che una scala da due piedi larga trasporta oltre 4000 persone all'ora e quella da quattro piedi 8400. Infatti al disotto di ogni pettine passano 70 scalini al minuto primo 70×60 all'ora. Se la scala è da due piedi larga ogni scalino può contenere una sola persona per cui la capacità di trasporto oraria è $70 \times 60 \times 1 = 4200$. Per una scala da quattro piedi la capacità è doppia: $70 \times 60 \times 2 = 8400$.

Servizi pubblici.

Data l'enorme capacità di trasporto, le scale mobili sono state impiegate con molto profitto nei servizi ferroviari. Esempi tipici del loro vasto impiego in questo genere di servizi sono le metropoli di Londra e di New York, ove gl'impianti si contano a centinaia. Fino a pochi anni or sono, le Compagnie ferroviarie londinesi erano non poco preoccupate per la risoluzione di importanti problemi di traffico, a causa delle continue congestioni che si verificavano agli sbocchi delle stazioni metropolitane. Per comprendere le difficoltà in cui le suddette Compagnie si dibattevano soffermiamoci per un momento a considerare il movimento che si verifica giornalmente nel sottosuolo di Londra. Nelle ore mattutine, quando le masse di operai e di impiegati si recano al lavoro, e a sera, quando ne fanno ritorno, i treni si muovono con una frequenza impressionante e si calcola che per ogni minuto primo giungano in ogni stazione due treni nelle opposte direzioni, riversando migliaia di passeggeri per volta. Ora, al tempo in cui le stazioni furono costruite, esse furono munite di ascensori abbastanza ampi, capaci di smaltire tra una successione e l'altra di treni, tutti i passeggieri in arrivo; successivamente però, dato il rapido incremento di traffico, gli ascensori non furono più sufficienti allo scopo, per quanto gli ingegneri avessero fatte delle larghe previsioni sul futuro. Si avevano molto spesso assembramenti che davano luogo a sensibili ritardi; prima ancora che l'ascensore o gli ascensori avessero smaltito i viaggiatori giunti con un treno, sopraggiungeva quello successivo e la folla si stipava dentro e fuori le cabine in maniera tale da aumentare maggiormente le difficoltà delle comunicazioni con l'esterno. Occorreva pertanto risolvere quello stato penoso di cose nella maniera più sbrigativa e con mezzi che avessero garantita la regolarità del servizio anche nei periodi più affollati. Si sarebbe sì potuto aumentare il numero degli ascensori, ma se si pensa all'attività febbrile che si esplica nelle grandi metropoli, ove al fattore tempo si annette una grande importanza, e ove viene tenuto in gran conto il benessere dell'operaio e dell'impiegato, affinchè questi giungano al loro posto di lavoro in condizioni fisiche e mentali perfettamente serene, si comprenderà di leggieri come il servizio intermittente degli ascensori mal si addica a questo genere di comunicazioni. Si tenga ancora conto che da calcoli eseguiti le scale mobili consumano minore energia degli ascensori che trasportino l'istesso numero di passeggieri tra due piani determinati. Questo vantaggio è dovuto alla continuità di moto delle scale, che non richiedono le continue manovre di avviamento e di arresto eseguite per gli ascensori, per cui questi ultimi assorbono in complesso maggiore quantità di energia.

In base a queste considerazioni di ordine economico e pratico, i dirigenti le Compagnie ferroviarie rivolsero le loro mire alle scale mobili, ritenendole le più adatte per le rapide comunicazioni tra le stazioni sotterranee e l'esterno, e, dopo i brillanti risultati dei primi impianti, essi decisero senz'altro di sostituire, in tutte le stazioni di grande traffico, le scale agli ascensori. Il primo impianto di scale mobili fu eseguito nella stazione di Earl's Court nell'anno 1911. Una volta intrapresi questi lavori essi non furono più arrestati, tanto che la Società Otis ancora oggi stipula contratti ed esegue impianti sia nelle stazioni vecchie che nelle nuove. Dal 1911 al 1923 si ebbero altri 24 impianti; nel 1924 furono eseguiti 11 montaggi; e da quell'epoca fino al 1929 ben altre 47 scale furono impiantate qua e là nelle varie stazioni di Londra.

Nei punti in cui il traffico era eccessivamente esuberante si ricorse ad impianti multipli, come nella stazione della Banca, ove in un solo rampante vi sono tre scale, di cui due funzionano in senso ascendente la mattina e l'altra in senso discendente; a sera si ha l'opposto. Nella stazione di Picadilly Circus si hanno cinque impianti nell'ultimo rampante.

Le cifre suesposte illustrano chiaramente la grandissima importanza che le scale mobili hanno assunto nei problemi di movimento di passeggieri. Numerosi sono anche gl'impianti eseguiti a New York presso le stazioni sotterranee e sopraelevate.

Impianti del genere trovansi pure nelle ferrovie metropolitane di Parigi, di Berlino; in Italia (Napoli), in Ispagna, in Australia.

Scale mobili negli opifici industriali.

Anche nel campo industriale le scale mobili si sono mostrate enormemente vantaggiose. Tra le Ditte che le hanno adottate citerò la American Woolen Mills Co., nello Stato di Massachusett; la Farr Alpaca Co., Mass.; la Victor Talking Machine, in Camden; la Sears Roebuck, in Chicago ed altre. Gli impianti delle scale nei grandi opifici hanno lo scopo di mantenere integre le energie degli operai e degli impiegati, i quali, si è constatato, lavorano più volentieri e più coscienziosamente là dove trovano maggior *comfort.* Il vantaggio non può, certamente, esprimersi in cifre, ma gli studi fatti finora hanno dimostrato in modo evidente che l'uso delle scale fa risparmiare tempo e denaro e compensa in larga misura le spese di impianto e di esercizio.

Gli stabilimenti dell'American Woolen Mills furono i primi a richiedere questi impianti e ne installarono quattro nel 1906, quattro nel 1910 e quattro ancora nel 1923, che complessivamente trasportano

circa 7000 operai e giù dai loro posti di lavoro. Le scale, infatti, funzionano in senso ascendente la mattina, discendente la sera, trasportando il personale dal secondo al sesto piano e viceversa.

Il susseguirsi delle richieste a distanza di tempo è un'altra prova dell'utilità riscontrata negli apparecchi, altrimenti gli industriali, che sono affaristi di prim'ordine, non sarebbero incorsi in un errore per una seconda volta e per una terza volta.

Scale mobili nei grandi magazzini.

L'utilità delle scale mobili appare più manifesta nei grandi magazzini, i cui proprietari le considerano come il migliore investimento commerciale. A conferma di ciò sta il fatto che quei commercianti che ebbero la buona ventura di ordinare i primi impianti, hanno fatto successivamente altre richieste, man mano che i loro affari si sono estesi, raggiungendo delle cifre sbalorditive. Le scale nei magazzini sono da considerare come un ausilio all'equipaggiamento degli ascensori, i quali, però, sono sempre necessari per il rapido trasporto dei clienti agli ultimi piani. Da statistiche eseguite, il rendimento dato dai piani superiori al primo di quei magazzini muniti di scale mobili è risultato doppio di quello di altri magazzini che a parità di condizioni, ne erano sprovvisti.

Le scale mobili costituiscono un potente mezzo attrattivo; esse promuovono la circolazione, offrono una maggiore vista di assieme ai clienti, suscitando spesso in loro il desiderio di visitare reparti visti a distanza che non avrebbero forse giammai visitati. L'incremento dei visitatori ai piani superiori accresce naturalmente le vendite, poichè i compratori si vengono a trovare a diretto contatto con gli articoli di smercio e sono perciò maggiormente invogliati all'acquisto.

Oggi si contano centinaia e centinaia di impianti eseguiti nei più grandi magazzini del mondo, impianti che nel loro insieme trasportano oltre 30 milioni di persone al giorno.

Mi limiterò a citare alcuni dei magazzini tra i più degni di nota:

I magazzini di Kaufmann, in Pittsburg Pa. . . con 66 scale mobili,
quello di Macy, in New York . . . . . » 47 » »
quello di Bamberger, in Newark . . . » 36 » »

Il magazzino di Gimbel Brothers, in New York, a parte gli impianti preesistenti, stipulò con la Società Otis un contratto nel 1927 per la fornitura di 48 scale, di cui 26 sono state già installate e le altre sono in corso di montaggio.

Impianti nei magazzini li troviamo in molte altre città degli Stati Uniti, e altrove, nel Giappone, in Inghilterra, in Germania (tra cui quello di Leonardo Tietz che nelle sue varie succursali ne numera 24), in Francia (a Parigi, Aux Magasins du Printemps, che ne contano 10).

Innumerevoli sono anche le scale mobili fornite nei teatri, nei restaurants, negli hotels e continuerei nell'elenco nominativo se non temessi di diventare eccessivamente prolisso. Colgo l'occasione per formulare voti affinchè anche in Italia si abbia una larga diffusione di questi apparecchi, non soltanto per l'importanza che essi hanno in sè stessi, ma perchè la loro divulgazione denoterebbe certamente un rapido e vasto aumento di traffico ovunque e quindi un grandissimo sviluppo industriale, commerciale e civile.

SULLE EQUAZIONI DEI TRIODI

U. RUELLE

E' messo in evidenza un equivoco che viene qualche volta commesso riguardo alla equazione fondamentale dei triodi e vengono rilevate alcune inesattezze che derivano dall'ammettere che la superficie rappresentata da tale equazione passi per l'origine delle coordinate.

1. — In uno scritto recente sul concetto di resistenza interna di un triodo (1) sembrami di aver rilevato uno di quegli equivoci nei quali è, purtroppo, assai facile incorrere, non appena diminuisca il rigore con cui si controlla l'aderenza di un procedimento matematico alla realtà fisica che si vuole rappresentare (2).

Ritengo perciò non inutile cercar di chiarire l'argomento; e lo faccio tanto più volentieri, in quanto non posso escludere che alcune frasi del mio testo di Radiotecnica (3) non siano del tutto corrette.

(1) C. RIMINI: *Il Nuovo Cimento,* anno VII, n. 5, maggio 1930, pag. 167.

(2) Cfr., per es. U. RUELLE: Principii di Radiotecnica - Milano - Hoepli, 1928, pag. 238.

(3) loc. cit. nota (2).

2. — E' noto che la teoria dei triodi si basa di solito principalmente su di una relazione:

$$i = f(u, v) \qquad (1)$$

che lega la corrente anodica i alla tensione di griglia u e a quella di placca v. L'equivoco che vorrei dissipare consiste nell'ammettere che, entro ampi limiti, tale relazione sia del tipo lineare omogeneo:

$$i = a u + b v. \qquad (A)$$

Infatti, è bensì vero che la funzione

$$i = f(u, v)$$

è lineare per un esteso campo di variazione, ossia che la superficie che la rappresenta può, per un tratto relativamente grande, essere considerata un piano; ma questo piano non passa affatto per l'origine delle coordinate. La sua equazione deve pertanto essere posta sotto la forma:

$$i = a u + b v + c, \qquad (2)$$

come fu mostrato fin dalla più antica teoria dei triodi (4), dalla quale si deduce la:

$$d i = a\, d u + b\, d v, \qquad (3)$$

valevole per le variazioni $d i$ in un intorno più o meno esteso di $i_0 = f(u_0, v_0)$.

Per poter scrivere la (A) non basta che sia $i = 0$ per $u = v = 0$; occorre anche che la (1) possa esser considerata lineare per una estensione che comprenda, oltre alla regione di funzionamento, anche l'origine delle coordinate, ciò che, praticamente, non si verifica mai. Ne segue, che se si determinano i parametri a e b della equazione (A) in modo che soddisfino ad essa due punti qualunque (i_0, u_0, v_0) (i_1, u_1, v_1) del tratto pianeggiante della caratteristica, si ha una equazione a cui gli altri punti non soddisfano affatto; e si ottengono per a e per b valori tra loro diversissimi a seconda della coppia di punti prescelta, e, in ogni caso, affatto disformi da quelli dei parametri della (2) e della (3).

3. — L'ammettere la validità della (A) può condurre (5) ad un'altra inesattezza, ossia ad attribuire a ρ il valore $\frac{v}{i}$, laddove è noto che la grandezza chiamata *resistenza interna* del triodo è:

$$\rho = \left(\frac{d v}{d i}\right)_{u = \text{cost.}}$$

Ciò può dare origine ad una *apparente contraddizione* e ad una *opportuna interpretazione,* delle quali non si avvertono, rispettivamente, l'esistenza e il bisogno, quando si applicano i normali procedimenti. Che anzi esse appariscono suscettibili di confondere le idee di chi non conosca già per altra via l'argomento.

4. — Non meno delicato è l'uso degli artifici, spesso assai utili, con cui si cerca in vario modo e per diversi scopi di sostituire al triodo, agli effetti di un suo determinato comportamento, un circuito equivalente fittizio. Sembra per esempio arbitrario affermare che «in generale, in un circuito ohmico qualunque, ad un aumento di forza elettromotrice applicata si può sempre sostituire una conveniente diminuzione di resistenza» per dimostrare poi che «se pure i due fatti sono perfettamente equivalenti dal punto di vista puramente elettrico, in generale non lo sono dal lato energetico» (6).

Basta considerare che la potenza messa in gioco nei due casi è diversa, per dedurre che la sostituzione non può essere legittima sotto ogni aspetto. Non v'è quindi da fare alcuna meraviglia se, appunto nei riguardi della potenza, si trovano risultati discordi, quando ad una variazione periodica di resistenza, o di conduttanza, si sostituisca, affatto arbitrariamente, una variazione di f.e.m., con la sola condizione che il modo di variare della corrente sia il medesimo nei due casi.

Livorno, dicembre 1930 - IX.
R. Istituto Elettrotecnico
e delle Comunicazioni della Marina.

(4) G. VALLAURI: Sul funzionamento dei tubi a vuoto a tre elettrodi (audion) usati nella radiotelegrafia - Pubblicazione n. 1 dell'I. E. R. T. della R. Marina - Livorno e *L'Elettrotecnica,* 25 gennaio e 5 febbraio 1917. — Volume IV, n. 3 e 4, pag. 43 e 63.

(5) loc. cit. nota (1).

(6) loc. cit. nota (1).

NUOVA FORMA DI CONDUTTORE DIAMETRALE PER MACCHINE ELETTROSTATICHE

F. LUSCIA

Il conduttore diametrale Luscia impedisce il passaggio della corrente parassita nel conduttore stesso. E' composto di due bracci metallicamente congiunti, di cui uno almeno mobile. Ad eccitazione avvenuta si dà al braccio mobile l'angolo richiesto, allontanandolo dal collettore, fino ad ottenere il massimo d'intensità allo spinterometro.

Il conduttore diametrale, che si è introdotto nelle macchine elettrostatiche verso il 1867, e cioè poco dopo che fu inventata la classica macchina di Holtz, pur essendo un organo imperfetto, rimase in uno stato si può dire rudimentale fino a questi ultimi anni.

E ne risulta chiaro il motivo: se torniamo addietro poco più di un decennio non si poteva domandare alla macchina elettrostatica che una elevata tensione, ed a questo scopo il conduttore diametrale rispondeva ottimamente. Ma quando recentemente, dagli esperimenti di laboratorio si cercò di far passare la macchina nel campo pratico, e si chiese ad essa giustamente anche una intensità necessaria alle varie applicazioni, i fisici si accorsero che una delle cause che limitavano la intensità, risiedeva nell'imperfezione del conduttore diametrale.

Si era già constatato che il conduttore diametrale neutralizza una corrente, la quale viene sottratta al collettore.

L'intensità di questa corrente è variabile: nulla o quasi, quando la resistenza del circuito esterno è relativamente debole (elettrodi poco separati, ecc.), diventa invece notevolissima con resistenza esterna troppo grande; e si noti che la macchina elettrostatica lavora ordinariamente a resistenze esterne enormi, poichè vogliamo quasi sempre ottenere tensioni elevatissime.

Non ripeto qui quanto ho succintamente esposto nella mia pubblicazione sulla Tecnologia delle macchine elettrostatiche, in cui riporto alcuni diagrammi sull'intensità di corrente nel conduttore diametrale e nel collettore. Basti aver ricordato l'esistenza di questa corrente nociva per riconoscere la necessità di impedirla.

Ma come riuscirvi? Abbiamo due metodi.

Il primo è dovuto all'Ing. Wommelsdorf [1], il quale ci ha dato macchine molto perfezionate che si usano, con applicazione moderna, anche per la prova degli olii isolanti dei trasformatori.

Il conduttore diametrale Wommelsdorf, che egli preferisce chiamare polarizzatore, è metallico e può durante il funzionamento essere diviso in due parti mediante una forte resistenza d'aria. E' schematicamente rappresentato dalla fig. 1 in cui i dischi sono ridotti a cilindri secondo il sistema Bertin.

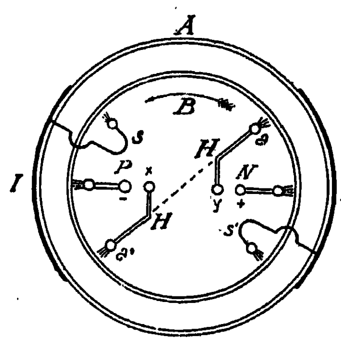


Fig. 1.

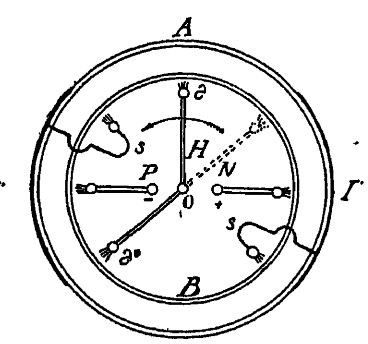


Fig. 2.

In essa vediamo che nel polarizzatore a, a', è inserita la resistenza d'aria x, y. Se però la macchina non funziona, tale resistenza è tolta mediante un pezzo metallico, che fa comunicare elettricamente fra loro le due parti a, a'; questo pezzo mobile è manovrabile con la impugnatura isolante. Quando si vuol eccitare la macchina, il polarizzatore non deve avere resistenza d'aria; ma avvenuta l'eccitazione, e stabilita la resistenza del circuito esterno e l'angolo più opportuno del polarizzatore stesso, si muove l'interruttore che inserisce in tal modo la resistenza, e si constata subito un aumento d'intensità del collettore. E' chiaro che la corrente del conduttore diametrale è ostacolata nel suo passaggio, ed è migliorato il rendimento.

Il secondo metodo è dello scrivente. Esperimentando una macchina elettrostatica a cilindro ideata nel 1919, mi accorsi che alle solite circostanze che favoriscono la corrente del conduttore diametrale, se ne aggiungevano alcune particolari (disposizione degli induttori, ecc.), e proprie di queste macchine, onde l'intensità della corrente parassitaria riusciva troppo forte.

Per impedirla, ho costruito un polarizzatore in due parti metallicamente congiunte, (v. fig. 2) di cui una almeno, mobile intorno ad o.

La figura schematica rappresenta la macchina in funzionamento normale. Allorquando si vuole ottenere l'innescamento basta spostare mediante un'appendice isolante, la parte a del polarizzatore verso l'induttore I' (ottima è la posizione segnata nella parte tratteggiata).

In seguito si riconduce gradualmente la parte a verso la posizione di funzionamento, e si vede diminuire la corrente del polarizzatore, mentre cresce quella del collettore.

Si trova poi sperimentalmente la posizione migliore, la quale è in relazione colla resistenza del circuito esterno e colla distanza dell'induttore [2].

Questo nuovo tipo di polarizzatore, oltre che dimostrasi buono nella pratica ad impedire senza complicate manovre il passaggio della corrente parassitaria, reca forse nuovi elementi anche nella teoria del conduttore diametrale.

[1] H. Wommelsdorf: Annalen der Physik (1907), pag. 601 e seg. - Ann. d. Phys. (1920), p. 295 e seg.

[2] La relazione potrebbe ritenersi più complessa e cioè: l'estremità a del conduttore diametrale è in relazione con la resistenza del circuito esterno, con lo spessore e la distanza dei cilindri, e con la distanza dell'induttore stesso. Credo però che possa ridursi a quanto ho affermato più sopra.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sulla misura della viscosità degli olii.

Riceviamo:

Spett. Redazione de « L'Elettrotecnica »,

Leggo nel numero 1, *anno* 1931 - *IX, de* L'Elettrotecnica *quanto scrive il Prof. S. Pagliani a proposito delle misure di viscosità degli olii per trasformatori. Credo interessante di aggiungere che nel* 1909, *in una estesa memoria da me pubblicata negli atti del R. Istituto di Incoraggiamento di Napoli, riprodotta in gran parte nella* Gazzetta Chimica Italiana *del* 1910, *non solo ho fatto notare, ma ho anche dimostrato con esperienze che per ottenere risultati incontestabili, e comparabili, la misura della viscosità degli oli (cioè della* proprietà fisica *che interessa le loro applicazioni come lubrificante e come agenti refrigeranti) deve essere fatta mediante viscosimetri che, se del tipo a efflusso, debbono soddisfare alle condizioni per cui è verificata la legge di Poiseuille.*

Ne risulta che i valori della viscosità debbono essere espressi in unità fisiche, assolute o relative, e non già in unità empiriche che cambiano con il tipo degli strumenti comunemente usati nella pratica industriale (viscosimetri di Engler, di Saybold, di Redwood, ecc.) e i cui coefficienti di trasformazione variano, e in modo diverso, al variare della viscosità.

Inoltre, in questi strumenti, possono intervenire fattori di diversa natura (non esatta riproduzione del capillare, sua alterazione con l'uso, influenza della tensione superficiale del liquido, ecc.) che, alterando in modo vario i risultati, possono rendere errati i confronti.

Bensì vero si è cercato nel seguito di ovviare ad alcuni degli inconvenienti presentati dai viscosimetri suddetti (i quali per la pratica, hanno generalmente il grande vantaggio della semplicità) determinando delle tabelle di riduzione, delle formole empiriche e dei diagrammi, che permettono di dedurre, dai risultati che essi strumenti forniscono, i valori della viscosità in unità cinematiche (rapporto del coefficiente fisico della viscosità per la densità del liquido).

Ma, a parte la molto discutibile convenienza di usare queste unità (poichè non esiste proporzionalità fra densità e viscosità fisica, tanto che olii di eguale densità hanno in generale differente viscosità), è da osservare che l'impiego delle dette formole è lungo e non preciso, e che l'impiego dei corrispondenti diagrammi può portare a notevoli errori.

Tutto ciò ho fatto rilevare, tutte le volte che mi si presentò l'occasione, in seno al Comitato italiano Olii per trasformatori; e ho anche esposto alla Riunione di Stoccolma, come appare dal mio rapporto al C. E. I. A me sembra infatti che la questione relativa alla misura della viscosità degli oli, ai fini di conoscere quella loro proprietà che veramente interessa le applicazioni anche ai trasformatori, debba nuovamente essere esaminata e discussa in modo più completo di quanto appare sia stato fatto finora.

Aggiungo che nella sopracitata memoria ho descritto, e lungamente discusso, un viscosimetro da me costruito nel 1908 *per le misure di viscosità degli olii (allora si trattava di olii lubrificanti) avendo*

di mira la semplicità dell'uso, la praticità dell'impiego e la rapidità delle misure; insieme con il rigore scientifico delle medesime.

Il viscosimetro ideato molti anni prima dal Prof. Pagliani, concedeva infatti misure rigorose dal punto di vista fisico, ma presentava notevoli inconvenienti per la fragilità, per il tempo necessario alla pulitura dei capillari e dei recipienti connessi e per l'ingombro; ragioni per cui era stato — già allora — pressochè abbandonato dai pratici per sostituirlo con il viscosimetro empirico di Engler.

Il viscosimetro da me ideato, grazie alla sua semplicità e alla precisione delle misure che esso concede, ebbe ed ha ancora impiego in molti laboratori di Chimica e di Fisiologia e materie affini, ma non si diffuse nel campo tecnico, probabilmente perchè dai pratici non fu conosciuto.

Esso fornisce le misure in unità meccaniche; ma con lievi modificazioni (e anzi con notevoli semplificazioni) può fornirle anche nelle nuove unità: Centipoise cinematiche; *cosa che con il viscosimetro del Prof. S. Pagliani richiederebbe far anche, volta per volta, le misure di densità dell'olio in esame a tutte le temperature alle quali deve essere determinata la viscosità cinematica.*

Perciò è con questo viscosimetro che eseguirò le misure di confronto che interessano il Comitato Elettrotecnico.

Prof. OSCAR SCARPA
Laboratorio di Chimica Fisica del R. Politecnico di Milano.

* *

Sulla utilizzazione del calore solare.

Riceviamo:

Sig. Direttore de « L'Elettrotecnica »,

Mi rivolgo alla di Lei cortesia perchè voglia darmi un po' di spazio nella Rivista da Lei diretta, per far conoscere ai Tecnici italiani alcune verità intorno al problema dello sfruttamento dei mari tropicali per la produzione di energia elettrica

Il problema nelle sue grandi linee credo sia abbastanza conosciuto in Italia, benchè, a dire il vero, non abbia suscitato che dello scetticismo. Credo sia noto che l'idea di questo problema è sorta in Italia e precisamente a Milano e la prima notizia fu in verità diffusa da « L'Elettrotecnica » *nel suo numero del 25 novembre 1922, come relazione ad una conferenza tenuta dall'Ing. Dornig, del Politecnico di Milano, nel Circolo degli Ingegneri di detta città. A quell'epoca nessuno aveva avuto l'idea di tale sfruttamento e a dire il vero essa fu accolta con poco interesse e con critiche poco benevoli. Alcune riviste accennarono al fatto che un tecnico americano, Campbell, nel 1913 ebbe una tale idea e la pubblicò nella rivista americana* « Engeneering News » *del 6 agosto 1913. Questa mi fu indicata dall'Ing. Righi durante una mia conferenza a Bologna sull'argomento ed onestamente io ho sempre fatto cenno di questa verità nei miei articoli, dichiarando però, nel modo più assoluto, che nulla ha da vedere la mia idea, in quanto alle sue origini, con quella di Campbell. In tutti i casi nel 1922 questo problema era ben morto tanto è vero che io credo che all'infuori dell'Ing. Righi nessuno ricordasse tale fatto, anche perchè il Campbell rimase troppo nel campo teorico e qui la teoria poco conta ma assai più le idee pratiche. In tutti i modi se l'idea è corsa per il mondo fu merito esclusivo di italiani che non la lasciarono più morire, ma le diedero veste pratica. Maggior notorietà assunse, anche fra il grande pubblico, quando l'ingegnere francese Claude la comunicò all'Accademia delle Scienze di Parigi come cosa sua, malgrado documenti chiari che dimostrano che detto Ingegnere era perfettamente al corrente delle mie idee e della diffusione che ad esse si diede. Infatti la pubblicazione ne* « L'Elettrotecnica » *del 25 novembre 1922 fu raccolta da riviste estere ed anche francesi, come la* « Industrie Electrique », *n. 738 del 25 marzo 1923 di cui Claude è collaboratore.*

Per di più nella Rivista « La Houille Blanche », *n. 206 del maggio-giugno 1927, l'Ing. Guarini ci dice nel modo più esplicito che lui stesso aveva messo il Claude al corrente di ogni cosa. Ma quest'ultimo lanciò ai quattro venti la novità come cosa sua, variata opportunamente. Ma non è la questione di priorità quello che più mi interessa di mettere in evidenza, bensì invitare la stampa italiana ad occuparsi del problema. Stampa e tecnici francesi van predicando dappertutto questa nuova scoperta del genio francese, chiamandola la più grande del secolo. D'Arsonval, Le Chatelier, ed altri accademici francesi van dicendo di questo nuovo prodigio del genio francese che deve liberare la umanità dal pericolo di trovarsi un giorno più o meno prossimo senza fonti di energia. Claude stesso nelle sue continue comunicazioni alla Accademia delle Scienze (vedasi la* « Nature » *n. 2846 del 1° dicembre 1930) va magnificando il suo tentativo a Cuba (che, in verità, visto al lume della critica serena, non è altro che un insuccesso) senza mai fare il nome di chi lo precedette. Per di più l'insuccesso fu causato unicamente e totalmente dalle variazioni che Claude credette opportuno di apportare alla soluzione razionale da me proposta. Precisamente nella sua prima comunicazione alla Accademia delle Scienze del 1926 disse che ogni metro cubo di acqua tiepida dei tropici equivaleva alla sua caduta da 100 metri di altezza. Infatti egli nella sua centrale sperimentale di Matanzas dove, dice lui, faceva entrare nell'evaporatore 250 litri di acqua al secondo (il tubo era di m 1,80 di diametro) ottenne soli 10 kW lordi, mentre 250 litri di acqua cadendo da 100 metri danno almeno 175 kW netti.*

Come si vede, siamo abbastanza lontani dalle sue previsioni: 10 contro 175!

Ma quello che nuocerà sempre al suo metodo è il suo sistema di pompaggio delle acque fredde. Non per nulla il primo tentativo a Matanzas gli costò oltre 40 milioni di franchi per ottenere 10 kW!! Da notarsi che, anche tenuto conto delle eccezionali condizioni dell'esperimento, la turbina doveva rendere 50 kW, secondo le stesse parole di Claude. Col mio sistema per ottenere, in un esperimento del genere, 100 kW non si avrebbe speso certamente un milione. Claude si è ostinato di volere andare a prendere le acque fredde a mezzo di un lungo tubo, oltre un paio di chilometri. La posa di un tale tubo, anche ammesso di riuscire a posarlo nel caso di una vera centrale, cioè con un diametro di almeno 7-8 metri invece di 1,80, come è quello posato da Claude, la posa sarebbe un'operazione costosissima e la vita del tubo molto precaria, causa le correnti sottomarine e la irregolarità del fondo su cui va a posarsi. Infatti Claude ha dovuto scegliere un luogo come la baia di Matanzas, nell'isola di Cuba, dove le acque sono assolutamente tranquille causa la mancanza di marosi e di correnti sottomarine. Ma luoghi così ideali per costruire una centrale costiera praticamente non ne esistono o sono rarissimi. E quando si pensi che nella quasi totalità delle coste tropicali le acque offrono eccellenti condizioni di sfruttamento, ognuno può comprendere che far dipendere la riuscita e la applicazione della invenzione dalle difficoltà della posa di un tale tubo e dalla sua vita precaria equivale praticamente a sacrificare tutto il principio. Fin dal 1928 nella « Revue Scientifique » *esposi che il modo migliore per prendere le acque fredde, il metodo migliore per la sicurezza che offre, è la costruzione di un pozzo di diametro voluto, che dalla spiaggia scenda nelle viscere della terra sino alla profondità di 600-800 metri, seguendo un andamento più o meno parallelo all'andamento del declivio della costa e sboccando nel mare alla profondità suddetta. Scavare detto pozzo non è nè più nè meno che eseguire un lavoro minerario corrente, l'unica difficoltà consistendo nel far saltare l'ultimo tratto di terreno che dovrà comunicare il tunnel col mare.*

Ma colla perfezione a cui è giunta la tecnica della perforazione di gallerie tutto è prevedibile e lo sfondamento, a mezzo di mine fatte brillare elettricamente a distanza, dell'ultimo diaframma è un'opera eseguibilissima.

La galleria sarà un lavoro di durata eterna e di assoluta sicurezza.

L'altra variante che il Claude ha voluto apportare al mio sistema è che lui intende usare evaporatori e condensatori a miscela invece che a superficie, allo scopo di usare direttamente il vapore d'acqua come fluido motore, invece di voler impiegare un gas, come acido solforoso, ammoniaca, acido carbonico, ecc. Naturalmente usando direttamente il vapore d'acqua si risparmia economicamente qualche cosa nella costruzione degli evaporatori e dei condensatori, perchè un evaporatore o condensatore a miscela costa meno di un evaporatore o condensatore a grande superficie, ma ha il grande inconveniente di richiedere dimensioni enormi se si tien conto che col piccolo salto di temperatura che si può avere tra le acque superficiali e quelle profonde, si verrà ad avere nell'evaporatore una pressione di circa 25 millesimi di atm. ass. e nel condensatore non più di 13 millesimi di atm. ass.

Se si tien conto che con una centrale di 100 mila kW son necessari circa 2100 kg di vapore al secondo e una quantità di acqua di condensazione di circa 450 metri cubi al secondo ed altrettanta per l'evaporazione, ognuno può immaginare, con così enormi volumi di vapore, oltre (230 mila m^3 al secondo) che installazione sarà necessaria per tenere il vuoto e come detta installazione risulterà costosa, con un vuoto di 0,987, in condensatori tanto grandi e con tali masse di vapore e acqua in gioco. Naturalmente Claude può prendersi il lusso di fare tutte le prove che vuole, ma la pratica si incaricherà di dimostrare la impraticità tecnica ed economica delle soluzioni che vuole realizzare. Unisco una copia di un mio articolo sulla « Revue Scientifique » *del 9 giugno 1928 e un articolo del* « Messaggero » *del 3 luglio 1929, come documentazione dell'opera mia su una questione tanto importante e confido nella cortesia de* « L'Elettrotecnica » *affinchè voglia render noto ai tecnici italiani quello che è frutto del lavoro italiano.*

Ringraziando vivamente, dev.mo CARLO BOGGIA.

Malaga, 12 dicembre 1930.

SUNTI E SOMMARI

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

L. De Florez — **Applicazioni del comando a distanza Selsyn nell'industria della raffinazione degli olii.** (Gen. Elec. Rev., luglio 1930, pag. 378).

I recenti perfezionamenti apportati agli impianti di raffinazione degli olii sono stati consentiti dall'aumentata facilità di controllo delle diverse operazioni del ciclo di lavoro. Strumenti e apparecchi automatici di ogni genere sono stati studiati per conoscere e regolare in ogni momento della lavorazione le condizioni e le caratteristiche del fluido.

Dopo aver considerato gli inconvenienti derivanti dall'applicazione dei comuni dispositivi di comando a distanza meccanici, idraulici ed elettrici, l'A. espone l'applicazione dei comandi a distanza «Selsyn» in particolare per l'azionamento delle valvole.

Il comando «Selsyn» è costituito da un elemento trasmettitore e da uno ricevitore, aventi ciascuno l'aspetto di un piccolo motore asincrono, ma con rotore provvisto di espansioni polari, e alimentati con corrente monofase. Gli statori sono opportunamente connessi fra di loro. Alimentando i rotori con la medesima sorgente, essi tendono a disporsi nella stessa direzione e il ricevitore segue in perfetto sincronismo i movimenti impressi al trasmettitore.

La limitata adozione di questo tipo di comando, diffusissimo invece come segnalatore, è dovuta alla sua relativamente debole coppia torcente. Questo ostacolo è stato sormontato provvedendo il comando di due ruotismi, uno che aumenti la velocità del trasmettitore e uno che diminuisca quella del ricevitore: la potenza necessaria viene così trasmessa con debole coppia e forte velocità; si ha inoltre il vantaggio che l'angolo di sfasamento, per ottenere la coppia, viene ridotto nel rapporto del ruotismo.

Questo meccanismo viene normalmente costruito per trasmettere una coppia da 20 a 28 kgm, che risulta più che sufficiente per ruotare il volantino di una valvola. Il rapporto dei ruotismi può essere variato per ottenere sia una regolazione più precisa, sia una coppia diversa da quella motrice, realizzando in alcuni casi il vantaggio di eguagliare lo sforzo esercitato sul comando a quello necessario per agire direttamente sulla valvola. *C. G. E.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

N. R. Stansel — **Riscaldamento elettrico industriale. Il forno ad arco trifase.** (Gen. Elec. Rev., luglio 1930, pag. 404).

L'A. in questo articolo si occupa del modo di ottenere dal trasformatore le tre tensioni diverse necessarie al servizio del forno: di queste la più bassa viene generalmente ottenuta con la connessione a stella del primario. In corrispondenza ai vari metodi di inserzione, si hanno diversi modi di applicazione dei reattori. E' da tener presente che, se il reattore è inserito nel filo di linea, il suo effetto si riduce alla terza parte, allorchè si passa dal collegamento a triangolo a quello a stella; invece, quando il reattore è collegato nell'interno del triangolo, il suo effetto rimane invariato.

Le varie prese richieste per le diverse tensioni di funzionamento esigono molti passanti, fino a quattro per fase, sul coperchio del trasformatore. Si può ovviare a quest'inconveniente mediante il variatore di rapporto collocato nell'interno del trasformatore stesso. In tali casi si può eseguire ancora, volendo, la connessione stella-triangolo all'esterno del trasformatore. Questi apparecchi funzionano normalmente senza carico, occorre però togliere anche la tensione al trasformatore allo scopo di evitare fenomeni transitori dovuti alla interruzione non contemporanea della corrente magnetizzante delle diverse fasi del trasformatore. In molti casi sono stati adottati trasformatori con variazione di rapporto sotto carico; essi hanno doppio avvolgimento e sopo provvisti di due variatori di rapporto bloccati fra di loro con due interruttori esterni.

La regolazione della potenza assorbita dal forno si eseguisce mediante la regolazione della posizione degli elettrodi. Questi sono comandati indipendentemente d'uno dall'altro per mezzo di tre arganelli da tre motori a corrente continua in derivazione asserviti a tre amperometri a contatti inseriti sulle tre fasi; è possibile però comandare i motori anche a mano. Si deve inoltre usare un relais di nulla tensione che impedisca ai motori degli elettrodi di immergerli nella massa quando manca la tensione.

Gli apparecchi usati sono: tre ampermetri, un wattmetro indicatore e uno registratore. Si hanno generalmente due pannelli: uno di comando, destinato ad eseguire le manovre, recante gli apparecchi di misura ed i pulsanti di comando; l'altro, ausiliario, recante i contattori ed i relais per il comando dei motori degli elettrodi; quest'ultimo si può collocare in qualsiasi posizione, mentre il primo deve essere in posizione adatta per eseguire le manovre. *C. G. E.*

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

CONDUTTURE.

D. H. Rowland — **Gli ultimi miglioramenti nella costruzione di isolatori per alta tensione.** (Gen. Elec. Rev., luglio 1930, pag. 384).

Le cause dei guasti, sia meccanici che elettrici negli isolatori per alta tensione, sono assai complesse, perchè influenzate contemporaneamente da molti fattori: la composizione del materiale (e cioè le percentuali del caolino, del feldspato e del flint che lo costituiscono); lo strato superficiale vetrificato che ha, benchè di minimo spessore, un'influenza fondamentale sul comportamento elettrico e meccanico dell'isolatore, e, soprattutto, le saldature ed i giunti: tutti questi elementi hanno notevole influenza sul comportamento dell'isolatore. A questo si aggiunge che prove severe ed attendibili sono tutt'altro che facili, appunto per la difficoltà di ottenere un materiale perfettamente omogeneo, non solo per composizione e per trattamento, ma anche per le successive manipolazioni, per le condizioni d'ambiente, ecc., fino al momento della prova.

Un miglioramento notevole nelle proprietà degli isolatori si è ottenuto col ricorrere ad un duplice trattamento con sostanze vetrificanti nei punti di saldatura e di unione della porcellana alla carcassa dell'isolatore, in luogo del trattamento semplice sinora in uso. Il primo trattamento, fatto con colla, sostanze vetrificanti e sabbia di porcellana, lascia sempre sulle superfici di saldatura, (superfici ruvide e non smaltate), un complesso di cavità cristalline, che naturalmente diventano sede di scariche elettriche locali, quando l'isolatore sia sottoposto a tensione. Non essendo la porcellana duttile, le incrinature superficiali prodotte dalla scarica si propagano facilmente a tutta la massa del materiale costituente l'isolatore, provocandone la rottura. Il doppio processo di vetrificazione elimina invece in gran parte queste cavità, ed i collaudi hanno dimostrato un comportamento assai migliore, sia elettrico che meccanico, degli isolatori così trattati; questo è vero ancor più quando gli isolatori sono soggetti a vibrazioni.

Le prove furono eseguite, sinora, soltanto su isolatori del tipo a sospensione, ma dovranno venire estese a tutti gli altri tipi, ed in questo campo, vasto e complesso, rimane ancora molto ed importante lavoro da svolgere. *C. G. E.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

H. Cotton — **La natura e l'entità delle oscillazioni prodotte in un convertitore rotante da un carico variabile e dai corti circuiti.** (J. I. E. E., Londra, agosto 1930, pag. 989).

L'A. ha studiato teoricamente il problema e ne ha confermato i risultati sperimentalmente su di una convertitrice di 3,5 kW girante ad una velocità di 1500 giri/1'. Per rilevare le oscillazioni del rotor è stato disposto un filo parallelamente all'asse sopra una delle estremità polari, le oscillazioni del campo magnetico di reazione generavano nel filo una f.e.m. variabile che previa amplificazione poteva essere registrata da un oscillografo. Si è potuto stabilire in 0,436 secondi il periodo proprio di oscilazione libera del rotor.

Per ottenere delle variazioni di carico regolari nella convertitrice si ricavava dal collettore a corrente continua una corrente variabile da 0 ad un massimo e poi di nuovo a zero con legge sinusoidale in modo da indurre nel rotor delle oscillazioni forzate di frequenza variabile da 0 a 4 periodi al secondo. Il valore massimo dell'ampiezza delle oscillazioni del rotor veniva misurato con il metodo stroboscopico. Il massimo dell'ampiezza delle oscillazioni venne registrato ad una frequenza di 2,5 periodi/sec. Analoghi risultati sono stati ottenuti facendo variare la corrente continua in modo brusco (diagramma non sinusoidale) e con frequenza variabile; l'oscillazione raggiungeva il massimo di ampiezza quando la frequenza delle variazioni del carico o una sua armonica coincideva colla frequenza propria del rotor.

Un'altra serie di prove è stata svolta allo scopo di determinare il comportamento della macchina in condizioni di corto circuito; la durata di questo era limitata a mezzo di un fusibile di sezione tanto maggiore quanto più si voleva prolungare il corto circuito. Le misure di tensione e di corrente dal lato a corrente continua sono state fatte con un oscillografo mentre lo spostamento angolare del rotor venne dedotto col metodo stroboscopico. I numerosi grafici riportati in questo studio permettono di stabilire fino a qual punto il convertitore può mantenere il sincronismo quando il corto circuito è di breve durata. In particolare è stato osservato che la presenza di un circuito di smorzamento delle oscillazioni sulle estremità polari dello stator non determina un sensibile miglioramento della stabilità della macchina. *I. L.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

C. E. Webb, L. H. Ford — **Il rilievo del ciclo d'isteresi sulle sbarre rettilinee e sulle strisce di ferro.** (J. I. E. E., Londra, agosto 1930, p. 1018).

Le misure sono state eseguite col metodo del galvanometro balistico rilevando direttamente tanto la forza magnetizzante quanto l'induzione nel campione in prova. Alla spirale di magnetizzazione principale sono state aggiunte due spirali ausiliarie per la compensazione dei flussi dispersi; esse sono alimentate con una corrente regolabile in modo indipendente. L'entità della corrente di compensazione è diversa per i vari punti di uno stesso ciclo d'isteresi e va perciò stabilita di volta in volta per tentativi in modo da ottenere lo stesso valore

dell'induzione lungo tutto il campione in prova; questo controllo viene eseguito con tre bobinette di esplorazione situate nel mezzo ed agli estremi del campione. Gli AA. hanno determinato il ciclo d'isteresi con e senza compensazione sullo stesso campione di ferro dolce molto permeabile; per un'induzione massima di 10.000 gauss la forza magnetizzante è risultata del 40 % maggiore, l'induzione residua del 12 % minore e la forza coercitiva del 10 % maggiore dei corrispondenti valori ottenuti con compensazione. Questi ultimi valori si ritrovano ripetendo le prove su un campione di ferro laminato fatto ad anello, naturalmente con lo stesso materiale del campione rettilineo.

Con dei campioni di acciaio temperato si trovano praticamente gli stessi valori sia che si eseguiscano le misure tenendo conto della compensazione che senza. Per tutte queste misure è stato ideato un adatto commutatore che assomiglia ad un controller con 8 posizioni fisse della manovella; esso permette di percorrere per punti tutto il ciclo d'isteresi eseguendo tutte le inversioni di corrente sia nella bobina principale che in quelle di compensazione nel giusto ordine.

I. L.

ELETTROTECNICA GENERALE.

H. B. Dwight, R. W. Purssell — **Forza esercitantesi tra bobine di reattanza diseguali, aventi assi paralleli.** (Gen. Elec. Rev., luglio 1930, pag. 401).

Partendo dalla formula del Butterworth per il calcolo della mutua induzione tra due circonferenze disuguali formate da filo di spessore infinitesimo, e separate da una distanza maggiore della somma dei loro raggi, gli AA. sviluppano, con tre successive integrazioni per tener conto dello spessore e della lunghezza dei solenoidi, una formula valida nel caso più generale di due bobine in aria (solenoidi), disuguali di dimensioni e ad assi paralleli. La formula, che dà l'induzione mutua tra queste bobine, quando siano entrambe percorse da una corrente unitaria, in funzione delle dimensioni delle bobine stesse, della loro distanza, e della distanza dei loro centri nella direzione parallela agli assi, è alquanto lunga e complessa e comprende i primi termini dello sviluppo di una serie di Fournier.

Prendendo la derivata parziale, rispetto alla distanza tra gli assi dei solenoidi, di questa espressione, si ottiene la componente della forza (sempre per correnti unitarie) in direzione normale agli assi delle due bobine; e prendendo la derivata parziale rispetto alla distanza tra i centri delle due bobine in direzione agli assi, si ottiene la componente della stessa forza in direzione parallela agli stessi. Moltiplicando le espressioni così trovate per il prodotto dei valori istantanei delle due correnti, si ottengono i valori istantanei delle due componenti della forza, e moltiplicando invece per il prodotto dei valori efficaci delle correnti e per il coseno del loro angolo di fase (supposte le correnti entrambe sinusoidali) si ottengono le componenti efficaci, si ha cioè la ripulsione effettiva che si manifesta tra le due bobine.

Gli AA. danno quindi alcuni esempi e svolgono alcune considerazioni sul modo di eseguire il calcolo, che può essere talvolta un po' laborioso, perchè le serie di Fournier, che costituiscono le formule, sono talvolta, soprattutto se le bobine sono assai vicine tra loro, poco rapidamente convergenti.

C. G. E.

F. C. Lindvall — **Il valore didattico del teorema della concatenazione di flusso costante.** (Gen. Elec. Rev., maggio 1930, pag. 273).

I fenomeni di autoinduzione e di induzione mutua sono governati, come è noto, dalla legge di Lenz, secondo la quale le correnti indotte hanno direzioni tali da opporsi alla variazione di flusso che le produce; le correnti indotte dipendono anche dalla resistenza del circuito, nel quale esse vengono a circolare. Qualora questa resistenza fosse zero, la minima tendenza del flusso a variare indurrebbe una corrente tale da riportare il flusso stesso al valore primitivo.

Questa condizione limite si può ritenere verificata per le variazioni rapide e quindi è applicabile alla determinazione dei valori delle correnti e delle tensioni iniziali nei fenomeni di induzione, come nella chiusura o nel corto circuito brusco di un circuito induttivo.

L'A pone in evidenza come l'applicazione di questo principio semplifichi notevolmente la trattazione di molti problemi. Fra gli esempi riportati notiamo: un relais a tempo ritardato, nel quale l'azione ritardante è data da un anello massiccio di rame, che circonda le espansioni polari; un secondo relais di questo tipo, in cui la bobina stessa, posta in corto circuito, produce il ritardo di tempo necessario; un circuito magnetico, le cui variazioni di riluttanza provocano delle variazioni corrispondenti nella corrente di un circuito elettrico ad esso concatenato; un trasformatore alimentato da pile con tasto di inversione; un altro alimentato da corrente sinusoidale; un alternatore chiuso improvvisamente in corto circuito; un generatore asincrono nelle stesse condizioni, ecc.

C. G. E.

FISICA, CHIMICA E MATEMATICA.

T. A. Wilson — **Studio della struttura dei cristalli e sue applicazioni. Calcolazione della orientazione da fotografie simmetriche di Laue.** (Gen. Elec. Rev., luglio 1930, pag. 412).

I procedimenti matematici per determinare la orientazione dei cristalli per mezzo dei raggi X ad alta tensione sono molto semplificati dall'impiego delle fotografie simmetriche di Laue.

Prima di tutto occorre identificare una zona di riflessione sulla pellicola. Da questa si può derivare un procedimento grafico approssimato per determinare l'orientazione del cristallo. La proiezione gnomonica della pellicola è portata su carta trasparente, sulla quale si trovano in trasparenza la rete di rotazione Hilton e la proiezione gnomonica normale del particolare sistema, cui appartiene il cristallo in esame. Illuminandole opportunamente dal basso, le tre trasparenze possono essere ruotate intorno al centro comune fino a che la zona identificata dalla pellicola, quella corrispondente sulla proiezione e le linee della rete di rotazione siano parallele. Tutto si riduce, quindi, ad accertare dalla rete di rotazione l'angolo necessario per portare la zona riportata a coincidere con quella sulla proiezione.

I metodi ottici sono più rapidi di quelli coi raggi X e, per risultati approssimati, sono più convenienti, laddove per determinazioni precise i metodi coi raggi X sono indubbiamente i migliori, poichè qualunque fotografia Laue, simmetrica o no, può essere risolta rivelando l'orientamento del cristallo.

L'A. riferisce i procedimenti di calcolo per la soluzione delle fotografie simmetriche nel caso del sistema cubico e ne fa un esempio d'applicazione ai cristalli di acciaio al silicio.

C. G. E.

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

H. R. S. McWhirter — **La distribuzione uniforme della luce sopra le superfici molto estese.** (J. I. E. E., Londra, agosto 1930, pag. 1018).

La bontà dell'illuminazione su una superficie piana può essere rappresentata numericamente mediante il rapporto α fra l'illuminazione minima e la media e il rapporto β fra l'illuminazione massima e la media; se la luce è ben distribuita entrambi i rapporti saranno prossimi all'unità: il primo, minore ed il secondo, maggiore. Secondo l'A. queste condizioni sono realizzate quando le lampade sono disposte verticalmente al centro di tanti esagoni regolari ed uguali fra di loro in cui si può ritenere divisa l'area da illuminare; infatti l'esagono è una figura geometrica che si avvicina molto alla circonferenza. Se si riportano in pianta le lampade così disposte si trova che esse coincidono coi vertici di tanti rombi aventi l'angolo minore di 60° e quello maggiore di 120°.

Per definire completamente i due rapporti suddetti occorre conoscere la curva fotometrica polare della lampada munita del proprio diffusore, la sua altezza sul piano illuminato e l'area della zona di questo che si trova sotto la lampada; queste ultime due grandezze possono anche essere sostituite dal rapporto fra la radice quadrata dell'area e l'altezza. Da un esempio pratico risulta che se quest'ultimo rapporto è uguale a 1,5, si ha il valore $\alpha = 0,85$ quando le lampade sono ai vertici di un quadrato, mentre è $\alpha = 0,9$ quando sono disposte secondo il rombo detto sopra; l'esempio si riferisce al caso che la lampada sia coperta da un riflettore industriale smaltato. Lo stesso rapporto α si riduce a 0,85 quando l'angolo acuto del rombo si riduce a 45° pur rimanendo sempre la stessa la superficie illuminata e l'altezza della lampada. L'articolo riporta anche una curva dalla quale è possibile dedurre il valore di α per valori del rapporto geometrico diversi da 1,5.

I. L.

Illuminazione moderna dei magazzini e degli uffici. (A. E. G. Mitteilungen, marzo 1930).

La «A. E. G. Beleuchtungskörper G. m. b. H.» esamina i concetti che devono presiedere al progetto di un impianto di illuminazione per magazzini e uffici. Essa consiglia l'illuminazione diretta per i magazzeni, sale di vendita, scale, ecc. a soffitto e pareti scure; quella semi indiretta per le scuole, gli uffici, le sale, ecc. a soffitto e pareti chiare; e quella indiretta per le sale di disegno, le gallerie, ecc. che devono avere muri e soffitti completamente bianchi. Per il progetto bisogna tener presente che il rendimento luminoso è il rapporto del flusso luminoso della sorgente al flusso luminoso della lampada nuda. Indicando con E_m l'illuminazione media necessaria e con F la superfice in m², il flusso luminoso necessario all'illuminazione di un locale in L_m sarà

$$\varphi = \frac{E_m\, F}{\eta}$$

dove η è il fattore d'utilizzazione che tiene conto dell'effetto luminoso della sorgente, e del locale. L'esperienza ha dimostrato che per locali di $3 \div 4$ m di altezza η è 0,45 per l'illuminazione diretta di locali a pareti scure, 0,4 per l'illuminazione semi-indiretta di locali a pareti chiare, e 0,3 per quella indiretta di locali a pareti bianche.

I diffusori per illuminazione diretta dirigono la maggior parte del flusso verso il basso e illuminano debolmente le parti superiori dei locali. Inversamente i diffusori per illuminazione semi-indiretta. Quelli per illuminazione indiretta dirigono il flusso esclusivamente verso i soffitti. L'illuminazione indiretta ha un rendimento inferiore a quella semi-indiretta e costa all'incirca 30 % di più.

A. Bs.

IMPIANTI.

L. Selmo — **Nota sul lavoro di sfangamento del bacino del Lete.** (Energia Elettrica, giugno 1930).

Lo sfangamento del bacino del Lete, uno dei primi impianti della Soc. Meridionale di Elettrctà, entrato in servizio nel 1911, ha richiesto particolari cure, dovute sopratutto ai compatti ammassi di fango forma-

tisi intorno alla valvola di fondo a pistone di tipo antiquato, che era rimasta quasi bloccata.

Opere preliminari di spurgo furono eseguite per l'occasionale vuotatura del bacino nel 1927 e nel 1928. Nel 1929 con un lavoro di 32 giorni e dell'importo di L. 80.000 fu eseguita la pulizia completa di tutte le opere coperte dal fango.

Il bacino sbarrato da una chiusa provvisoria fu vuotato e l'acqua affluente dal Lete fu convogliata mediante pompe nell'opera di presa e di qui smaltita attraverso il primo tratto, quasi orizzontale, della condotta forzata.

I. P.

W Gaarz — **Impianto per la determinazione dei difetti di isolamento delle linee di contatto. (El. Bahnen, N. 5-7, maggio-luglio 1930).**

Il difetto che più comunemente si verifica nell'isolamento delle linee di contatto è dovuto alla perforazione degli isolatori, i quali possono presentare delle fessure capillari invisibili. In altri casi, il difetto va attribuito a rottura di isolatori oppure a scarica superficiale dei medesimi. Per la determinazione del punto difettoso della linea, non sono, pertanto, in generale, sufficienti dispositivi di prova a bassa tensione, ma è necessario disporre di una tensione eguale almeno a quella di esercizio e regolabile fino alla tensione di prova.

Il dispositivo descritto dall'A. è basato sul seguente principio: la sezione guasta della linea, disinserita della rete, viene messa sotto tensione da un trasformatore ad alta tensione montato, col generatore monofase che lo alimenta, sopra una vettura, munita di pantografo, che percorre il binario della ferrovia. Se nel tronco percorso, esiste un difetto d'isolamento, circola una corrente lungo la spira chiusa formata dal palo difettoso, la linea di contatto, la vettura ed il binario.

A seconda della distanza della vettura dal punto difettoso, varia la posizione della spira e quindi la direzione del flusso generato dalla corrente che circola in essa. Questo flusso influenza una bobina di self le cui spire giacciono costantemente in piani normali alla direzione dello spostamento della vettura. Quando quest'ultima è lontana dal punto difettoso, il piano della spira è pressochè parallelo alla direzione dello spostamento ed il flusso, quasi parallelo alla giacitura delle spire, ha influenza trascurabile sulla bobina di self: l'influenza su questa cresce coll'avvicinarsi della vettura diventando massima in corrispondenza del guasto, cioè col diventare la spira normale alla direzione del binario. Le variazioni del flusso concatenate colla bobina vengono segnalate da un ricevitore telefonico ad essa collegata, oppure, amplificate convenientemente, da un voltmetro che misura la f. e. m. indotta.

Con alcuni accorgimenti è possibile dare al complesso di verifica una sensibilità estrema e rendere, pertanto, il dispositivo adatto alla ricerca dei difetti di isolamento di qualunque natura.

Due vetture per la verifica di isolamento delle linee sono state allestite per le Ferrovie tedesche dello Stato. Esse sono equipaggiate con un trasformatore da 100/50 kVA, 380/30.000/60.000 V, 50 per/sec, alimentato da un generatore monofase da 95 kVA, 380 V, 1000 giri comandato da un motore a benzina a quattro cilindri da 45 kW a 1000 giri. La segnalazione dei guasti viene data mediante un fischio ed un ricevitore telefonico.

V. D. Ma.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

A. E. Moore, W. T. Slater — **Una ricerca sulle variazioni di frequenza nei contatori ad induzione. (J. I. E. E., Londra, agosto 1930, pag. 1023)**

Gli AA. hanno eseguito una serie di prove su un contatore montando successivamente sull'albero dei dischi di alluminio di spessore diverso ed anche di materiale diverso; pur mantenendo costante il carico si osservano delle variazioni nella velocità del disco al variare della frequenza, esse però sono meno sentite quando il disco è di spessore più piccolo ed è fatto con materiale che abbia una resistività ohmica molto elevata. Le curve che rappresentano il modo di variare della costante del contatore in funzione della frequenza presentano sempre un massimo. Il disco è frenato nel suo movimento oltrechè dalla calamita permanente, anche dal flusso magnetico prodotto dalla bobina voltmetrica; la coppia frenante da esso prodotta è proporzionale al quadrato del flusso e quindi diminuisce col crescere della frequenza se la tensione è mantenuta costante. Il flusso voltmetrico attraversando il disco produce delle correnti parassite che sarebbero di intensità costante al variare della frequenza se il disco non presentasse reattanza, in realtà esse diminuiscono di intensità col crescere della frequenza e quindi anche la coppia attiva che nasce dalla reazione elettromagnetica fra le correnti parassite e il flusso generato dalla bobina ampermetrica (che è praticamente indipendente dalla frequenza) diminuisce nello stesso senso. Per esaminare separatamente l'influenza di queste due cause di errore sono state eseguite delle prove su di un contatore doppio; uno dei due elementi era alimentato con corrente e tensione costanti ($\cos\varphi = 1$) e con frequenza variabile da 30 a 100 periodi/sec, mentre soltanto la bobina voltmetrica dell'altro veniva alimentata con tensione costante e frequenza eguale alla precedente. Il secondo elemento aveva soltanto un'azione frenante sul disco che era in parte prodotta dalle correnti parassite nel disco e per il resto dalla calamita permanente; si determinava la costante prima con la bobina voltmetrica eccitata e poi diseccitata, la differenza dei due valori così trovati era proporzionale alla coppia frenante prodotta dal flusso voltmetrico. Si è potuto così stabilire che la diminuzione di tale coppia è molto rapida per le frequenze più basse e diventa più lenta col crescere della frequenza, mentre la coppia attiva ha un'andamento opposto. La curva che dà la costante del contatore per diverse frequenze si può dividere in due parti: nel primo tratto crescente con la frequenza prevale la diminuzione della coppia frenante del flusso voltmetrico, mentre nel secondo tratto decrescente prevale la diminuzione della coppia attiva. La posizione del massimo è tanto più spostata verso i valori alti della frequenza quanto più sottile è il disco e quanto maggiore è la resistività del materiale che lo compone. Il rapporto fra la coppia frenante del flusso voltmetrico e quella della calamita permanente è risultato di 0,187 a 50 periodi e di 0,318 a 30 periodi.

La costante di tempo del disco è risultata di 0,0004 per un disco di alluminio di spessore normale e di 0,0002 per un disco di spessore molto ridotto; a parità di spessore il rame ha una costante di tempo maggiore. Un'altra serie di prove è stata svolta per determinare il valore dello sfasamento esistente fra la tensione applicata e la corrente indotta nel disco alle diverse frequenze e per diversi spessori. Le variazioni nel valore della costante sono più sensibili con $\cos\varphi$ minore dell'unità, perchè allora l'influenza dell'errore di fase dello strumento si fa sempre più sentire ed è noto che la sua correzione è possibile in modo soddisfacente soltanto per un determinato valore della frequenza. La resistenza ohmica della bobina voltmetrica e le perdite nel ferro hanno in generale un'influenza trascurabile sul valore della costante quando varia la frequenza.

Un metodo per ridurre l'entità delle variazioni della costante è di diminuire la velocità del disco da 40 giri/minuto a 12 aumentando l'effetto frenante della calamita permanente. Si può anche studiare il contatore in modo che il massimo della costante si verifichi per la frequenza alla quale dovrà funzionare, così le variazioni di frequenza rispetto a questo valore, in più o in meno, avranno un effetto molto ridotto sulla costante. Per ottenere tale risultato basta scegliere lo spessore del disco d'alluminio tanto minore quanto maggiore è la frequenza, ad es., per $f = 100$ periodi/sec è adatto un disco di 1/2 mm di spessore, per $f = 50$ lo spessore dovrebbe essere di 1 mm e per $f = 25$ di 2 mm.

I. L.

E.B. Moullin — **Alcuni perfezionamenti del voltmetro termoionico. (J. I. E. E., Londra, agosto 1930, pag. 1039).**

Un voltmetro termoionico è costituito da un galvanometro, da una valvola termoionica e da una batteria di pile a secco; la taratura dello strumento si eseguisce di volta in volta a circuito voltmetrico aperto (circuito di griglia) regolando la corrente nel filamento fino a che il galvanometro dà la deviazione prestabilita. L'A. ha costruito questo strumento secondo tre schemi diversi nel modo di realizzare il circuito di griglia; la principale difficoltà da superare è di realizzare la proporzionalità fra la corrente di placca e la tensione applicata alla griglia sebbene la caratteristica della valvola sia rettilinea soltanto per un breve tratto. L'isolamento imperfetto fra griglia e filamento dà luogo a delle dispersioni di energia specialmente sensibili alle frequenze molto elevate; si può ritenere che il fattore di potenza della valvola sia in media di 0,02. La resistenza di griglia diminuisce col crescere della frequenza; in un tipo di valvola alla tensione di 1,5 volt (val. eff.) applicata fra griglia e filamento corrispose una resistenza di griglia di 0,4 MΩ a 1000 periodi e di 0,08 MΩ a 30 milioni di periodi al secondo.

La forma d'onda della corrente di griglia è molto alterata anche se la tensione applicata è di forma sinusoidale perchè la resistenza di griglia varia anche con la tensione. Per tensioni maggiori di 5 volt può convenire di inserire il galvanometro sul circuito di griglia mentre per tensioni minori si ottiene una maggiore sensibilità inserendo il galvanometro sul circuito di placca; il voltmetro può quindi avere due portate diverse a seconda che si sceglie l'uno o l'altro schema. Col secondo schema di collegamento si può ritenere che il voltmetro dia delle indicazioni esatte della tensione applicata anche per frequenze dell'ordine di 30 milioni di periodi al sec. Le indicazioni dello strumento si mantengono invariate anche per periodi di tempo di parecchi anni purchè la tensione di griglia non scenda mai al disotto di 0,4 volt. Il voltmetro termoionico è specialmente adatto per rilevare il valore massimo di una grandezza alternativa. Con una resistenza in serie sul circuito di griglia è possibile ottenere dal voltmetro tre portate: 0, 4, 20, 200 volt semplicemente variando la sensibilità del galvanometro (montato sul circuito di placca).

I. L.

Edward Hughes — **Un'analisi delle prove di riscaldamento sulle macchine elettriche. (J. I. E. E., Londra, luglio 1930, pag. 912).**

In questo studio l'A. si propone di esaminare separatamente l'influenza di diversi fattori sul riscaldamento di una macchina elettrica allo scopo di potere determinare la temperatura finale degli avvolgimenti in funzione delle perdite. Le esperienze sono state condotte su due piccoli alternatori di 3,5 e 5 kVA rispettivamente col campo magnetico fisso e rotante; le temperature sono state misurate con pinze termoelettriche, con termometri a mercurio e col metodo della variazione di resistenza degli avvolgimenti. Considerando a sè il riscaldamento della bobina di eccitazione, per l'alternatore a campo fisso, si può ritenere che nelle macchine autoventilate il rapporto fra le perdite totali e la temperatura a regime sia una funzione lineare della radice quadrata della velocità periferica del rotor. Il riscaldamento è influenzato anche dalla temperatura dell'avvolgimento del rotor, la legge è però la stessa, soltanto cambiano i parametri. Il rotor invece non è influenzato dallo stator e il suo riscaldamento si manifesta con gli stessi

caratteri. La legge suddetta vale per velocità periferiche del rotor comprese fra 5 e 30 m/sec e a condizione che la temperatura venga dedotta da misure di resistenza. Se le stesse temperature sono misurate a mezzo di coppie termoelettriche o di termometri si trovano de valori minori. Le pinze termoelettriche si possono utilmente applicare per seguire la variazione della temperatura in funzione del tempo e per stabilire quando le condizioni di regime sono state raggiunte.

Nelle macchine a campo rotante è confermata la stessa legge quadratica tanto per il rotor quanto per lo stator soltanto che in questo caso l'influenza del riscaldamento risulta reciproca. Le prove sono state ripetute sulla stessa macchina completamente chiusa, la mancanza della circolazione dell'aria ha fatto diminuire la dispersione del calore ed aumentare le temperature degli avvolgimenti; i parametri della legge quadratica sono stati perciò alterati. Alle due macchine così modificate è stata applicata la circolazione forzata dell'aria e per diverse velocità di questa (a parità di velocità periferica del rotor) è stato calcolato il valore del rapporto fra la temperatura in un punto della macchina e le perdite totali. Col crescere della velocità dell'aria il rapporto diminuisce, però la diminuzione, che è rapida in principio, diventa sempre meno accentuata passando per un massimo; questo risultato dimostra che per ogni valore della velocità periferica esiste un massimo della velocità dell'aria oltre il quale non conviene andare. Per valori della velocità dell'aria minori del massimo si può ritenere che l'aumento di temperatura in un punto della macchina sia una funzione quadratica della medesima velocità. Le conclusioni molto diverse alle quali sono giunti diversi sperimentatori nelle prove termiche sono da attribuire alla differente costruzione delle macchine provate e alla difficoltà di tenere conto di tutti i fattori che influiscono sul riscaldamento degli avvolgimenti. *I. L.*

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

T. H. Soren — **L'efficienza economica del ciclo a vapore di mercurio.** (E. W., 5 luglio 1930, pag. 35).

Sette anni di esperienza nell'impianto termoelettrico americano di South Meadows col ciclo a vapore di mercurio ha portato a questa constatazione finale che riassume l'importanza economica e commerciale del sistema: circa 315 grammi di buon litantrace per kWh. L'impianto-pioniere in questione è costituito da una gruppo a 10.000 kW, dal quale si ricavano inoltre condensando i vapori di mercurio che scaricano dalla turbina, circa 60.000 kg di vapore d'acqua a 19 kg/cm^2 e a 370°. Le preoccupazioni destate dalla tossicità dei vapori di mercurio si è mostrata infondata; nessun avvelenamento cronico si è verificato e qualche disturbo cui alcuni operai andarono affetti, scomparve con tre o quattro giorni di riposo e di vita all'aria aperta. Naturalmente erano state prese tutte le precauzioni per evitare fughe e disperdimenti. A questo proposito i progressi della tecnica della saldatura possono oggi permettere la costruzione di eccellenti caldaie tubolari a vapore di mercurio. Il materiale da impiegarsi per la costruzione dell'equipaggiamento è un acciaio molto dolce. Il buon rendimento economico dell'impianto è legato a una installazione che permetta il recupero integrale del mercurio e consenta quindi di metterne in ciclo piccole quantità. *G. Cc.*

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

W. H. F. Criffits — **Proprietà dielettriche degli isolanti.** (Wireless World. N. 555, 16 aprile 1930, pag. 402, e N. 556, 23 aprile, pag. 441).

Articolo di carattere divulgativo. L'A. parla delle varie perdite che si hanno nei materiali isolanti, con particolare riguardo al loro uso per le alte frequenze; si sofferma sull'angolo di perdita dei condensatori e sul modo di tener conto delle perdite con una resistenza in serie o in parallelo. Sottolinea l'importanza del prodotto dell'angolo di perdita per la costante dielettrica del materiale, e dà, a titolo informativo, i valori di tale grandezza (che chiama «fattore di perdita») per diversi materiali. Spiega infine come, sottraendo il più possibile i materiali isolanti al campo elettrico, se ne possano diminuire le perdite. *M. B.*

[Gli esempi portati ad illustrare tale concetto non sono tutti persuasivi. (*N. d. R.*)].

H. F. Smith — **Interruttore automatico per radio ricevitore.** (Wireless World, N. 545, 5 febbraio 1930, pag. 132).

Descrizione di un interruttore a relais, azionato da un triodo permanentemente alimentato dalla rete-luce, il quale inserisce automaticamente il ricevitore, quando la stazione locale è in funzione. *M. B.*

Misura delle frequenze delle emissioni radioelettriche - Frequenziometro di precisione S. F. R. (Bulletin de la Société Française Radio-Electrique, Anno IV, N. 4, maggio 1930, pag. 73-79).

Il frequenziometro è composto di un circuito risuonante ad induttanza e capacità, e quest'ultima è realizzata mediante un condensatore variabile di costruzione particolarmente studiata, derivato su di un condensatore fisso a capacità notevolmente più grande. L'indicatore di risonanza è costituito da un detector amplificatore a triodo, incorporato nell'apparecchio, il quale permette di tenere il frequenziometro anche a notevole distanza dal generatore. Allo scopo di ottenere un'elevata precisione il rilievo viene eseguito con un sistema di quasi risonanza, cercando di ottenere eguali deviazioni al galvanometro sia che venga o non venga derivata sul circuito una piccolissima capacità supplementare inseribile mediante pressione di un bottone.

La lettura può essere eseguita con la precisione di 1 su 20.000 e la precisione di taratura si può ritenere, a temperatura costante, eguale a circa la metà.

Necessariamente la gamma di frequenza abbracciata mediante una data bobina d'induttanza è assai piccola e così per ricoprire ad es., un intervallo di frequenza di un'ottava sono necessarie cinque bobine intercambiabili. Per prevenire gl'inconvenienti in caso di guasto dei triodi del detector, le cui costanti possono avere qualche influenza sulla taratura, il frequenziometro è corredato di cinque triodi perfettamente sostituibili l'uno con l'altro. *F. Ve.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

C. L. Fortescue — **L'impiego degli scaricatori lungo le linee di trasmissione dell'energia.** (The El. J., giugno 1930, pag. 330).

Il requisito principale a cui devono rispondere gli scaricatori in genere è di presentare un rapporto più basso possibile fra la tensione di adescamento della scarica e quella di spegnimento; nei moderni tipi autovalvolari tale rapporto può scendere al valore di 2,5. Il funzionamento degli scaricatori risulta migliore negli impianti elettrici col neutro a terra, perchè il sistema delle tensioni risulta più stabile; se invece il neutro è isolato ed una delle fasi và a terra, la tensione verso terra delle altre due diventa eguale a quella di linea e perciò maggiore della tensione di spegnimento dell'arco. Per garantire la stessa sicurezza anche negli impianti col neutro isolato si è perciò costretti di scegliere un tipo di scaricatore per una tensione maggiore di quella di fase.

Gli scaricatori vanno distribuiti lungo la linea con criterio; se ad es. si pongono ad una distanza di 18 km e si produce una sovratensione nel punto di mezzo di tale intervallo, gli isolatori di linea sono sottoposti in questo punto alla tensione massima per un periodo di 6 microsecondi (velocità di propagazione degli impulsi elettrici eguale a quella della luce) prima che l'onda parzialmente rifessa dallo scaricatore più vicino sia tornata al punto di partenza. Dalle esperienze eseguite è risultato che l'isolatore può resistere per un tempo così breve ad una tensione che è del 23% maggiore di quella che produrrebbe la scarica superficiale con c. a. a frequenza industriale. Se gli scaricatori fossero ancora più vicini l'onda di tensione manterrebbe il suo valore massimo sugli isolatori per un tempo più breve e la capacità di resistere alla scarica superficiale per l'isolatore sarebbe maggiore.

Una linea può essere protetta contro le sovratensioni di valore massimo minore di 1.500 kV con catene di 13 isolatori sistemando gli scaricatori alla distanza di 18 km. Se poi le catene di isolatori sono anche provviste degli anelli di protezione agli estremi, la loro capacità di resistere alle sovratenzioni è anche maggiore e possono bastare anche 11 elementi per offrire la stessa garanzia di sicurezza. Si vede da ciò che la sistemazione degli scaricatori permette una maggiore economia nel numero degli isolatori da montare sulla linea. Il ragionamento ora fatto vale per il caso che l'onda di tensione sia a fronte ripido, in realtà la fronte d'onda è sempre più o meno inclinata e le condizioni di funzionamento dell'impianto sono perciò migliori. *I. L.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

B. Boehm — **Una vettura-scuola della Deutschen Reichsbahn.** (El. Bahnen, N. 5, maggio 1930).

La vettura è allestita dalle Ferrovie Tedesche dello Stato, per l'istruzione del personale destinato al comando, alla manutenzione ed alla riparazione delle motrici elettriche. Essa è suddivisa in tre scomparti: il primo, che costituisce la scuola propriamente detta, coi banchi per 32 allievi; il secondo scomparto costituisce un piccolo laboratorio nel quale vengono allestite le esperienze per la scolaresca; il terzo, infine, è riservato esclusivamente all'insegnante e contiene tutto il comfort necessario per quest'ultimo.

A scopi didattici, sulla vettura è disponbile: corrente continua a 60 V, ottenuta con una batteria d'accumulatori, corrente continua da 0 a 80 V generata da un gruppo convertitore da 3 kW e corrente monofase da 90 a 110 V trasformata da 15.000 V mediantè un trasformatore da 4 kVA.

La corrente a 15.000 V è captata alla linea di contatto mediante un pantografo manovrabile con l'aria compressa di una pompa a mano e munito di un dispositivo di agganciamento meccanico.

Completano il corredo didattico della vettura parti e modelli di macchinario ed apparecchiature forniti gratuitamente dalle varie Ditte fornitrici degli impianti fissi e del materiale mobile. Sono da ricordare, in particolare, un modello di locomotore completo ed alcuni istrumenti dimostrativi appositamente allestiti. *V. D. Ma.*

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

Le cassette di manovra con relais termici si sono dimostrate particolarmente adatte per la protezione dei motori. La *Revue Brown Boveri* del settembre 1930 dà alcuni esempi delle applicazioni di esse e ne mette in rilievo le caratteristiche più notevoli, che sono pure illustrate da fotografie riportate. *V. D. Ma.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

Nel numero di marzo 1930 di *A. E. G. Mitteilungen* è data notizia di un *tipo di fornello elettrico economico* per cucina che comprende due piastre riscaldanti delle quali una ha un diametro di 190 mm, può consumare 1200 watt, e può servire tanto per cotture rapide e in padella, quanto come forno economico, mediante cappuccio; l'altra ha un diametro di 150 mm e può consumare 600 watt. Un solo combinatore permette di inserire una o tutte due le piastre riscaldanti, mentre un regolatore, collocato di fianco, permette di variare la temperatura. *A. Bs.*

APPLICAZIONI INDUSTRIALI E VARIE.

Un *elettro-cardiografo* portatile è stato costruito dalla Westinghouse. L'apparecchio è munito di alcune pile a secco e non richiede nessun'altra sorgente d'energia, nè qualsiasi accessorio. Le correnti debolissime, generate dal cuore e percorrenti il corpo umano, vengono trasmesse al cardiografo attraverso gli elettrodi applicati alle due braccia e alla gamba sinistra del paziente. Queste correnti vengono amplificate a mezzo di dispositivi a valvole ioniche e provocano le vibrazioni di un piccolo specchio nel galvanometro facente parte dell'apparecchio. Un fascio di luce viene proiettato su questo specchio e le sue oscillazioni vengono quindi registrate su una pellicola cinematografica girata da un motorino speciale.

Un tipo particolare di comando elettrico per le *macchine a lavare* è descritto nella *Révue Brown Boveri* dell'agosto 1930. Il comando è reversibile ed il movimento di rotazione del motore è invertito periodicamente, in modo, diretto, mediante un commutatore automatico posto a lato della macchina. La caratteristica del commutatore è tale da consentire una regolazione dell'intervallo che separa la disinserzione dall'inserzione del motore il quale può essere fermato prima di essere reinserito. Il consumo di energia del comando è assai limitato e l'uso del motore a gabbia di scoiattolo può essere ammesso per tutte le reti. *V. D. Ma.*

Sul *comando elettrico individuale delle carde* riferiscono W. E. Baltz e O. Kääb sul numero di marzo della *Revue Siemens*. Nel caso delle carde il comando singolo, per mezzo di ingranaggi, oltre ai soliti vantaggi dal punto di vista accessibilità, libertà e pulizia dei locali, consumo e sicurezza di funzionamento, permette una costruzione molto compatta della carda giacchè l'ingranaggio comandato può essere installato all'interno dei supporti del cilindro principale, e il motore tenuto dentro le linee d'ingombro della macchina. Oltre a questo anche la rapidità e la regolarità di avviamento risulta notevolmente accresciuta rispetto al comando a cinghia. Gli AA. lo dimostrano calcolando il tempo d'avviamento necessario per portare alla velocità di 160 giri al minuto un normale cilindro da carda, per mezzo di un motore da 1,5 kW a 960 giri che abbia una coppia d'avviamento di 3,5 volte la normale. Tale tempo risulta di 12 sec circa, mentre quello con trasmissione a cinghia si aggira sui $20 \div 30$ sec.

Gli AA. descrivono e illustrano dettagliatamente il sistema di comando mettendone in evidenza i vantaggi (tra l'altro quello di poter controllare per mezzo di un amperometro l'energia assorbita, e giudicare attraverso ad essa quando è necessario eseguire la pulizia delle carde e dei pettini, e quella di eseguire agevolmente tutte le varie pulizie con gli attrezzi normalmente usati). *A. Bs.*

CONDUTTURE.

Un metodo di *calcolo per pali delle linee di trasporto d'energia* è indicato in *E. u. M.* dell'11 maggio 1930. Il calcolo si basa sulle prescrizioni austriache (E. V. W. 18) ed è condotto con criteri eminentemente analitici. *V. D. Ma.*

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

Un rotore pesante 55 *tonnellate* per un alternatore ad asse verticale da 15.000 kVA è stato fissato a caldo sull'albero mediante riscaldamento elettrico con una stufa a doppia parete rivestita d'amianto e quattro radiatori da 5 kW. L'operazione, sorvegliata accuratamente con coppie termoelettriche poste nella massa metallica e nell'ambiente è durata 64 ore e mezzo e il rotore fu portato a una temperatura di 148°,5. L'aumento del diametro del mozzo fu di 825/1000 di millimetro e il gioco radiale tra mozzo e albero (tenuto questo raffreddato ad acqua) risultò di 325/1000 di millimetro. L'operazione è descritta da M. M. Mc Intire in *E. W.* del 12 luglio 1930, pag. 77. *G. Cc.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

G. Richter-Rethwisch riferisce nel numero di marzo 1930 di *A. E. G. Mitteilungen* sui *dispositivi di comando e di controllo degli impianti d'illuminazione delle strade pubbliche* notando che essi sono per lo più comandati da un posto centrale perchè solo in tal modo si ha la possibilità di adottare un sistema di sorveglianza automatico. In tali impianti le lampade possono essere inserite individualmente o a gruppi di più lampade. Il comando individuale implica il montaggio e la posa di un numero maggiore d'apparecchi di controllo e di canalizzazioni; però le lampade vengono alimentate dalla rete di distribuzione luce ai privati e non sono quindi necessari cavi speciali d'alimentazione. Nel montaggio a gruppi si rendono necessari solamente alcuni interruttori abbastanza potenti; però occorre una rete speciale di cavi d'alimentazione. Il montaggio a gruppi è in generale più costoso ma ha il vantaggio di rendere l'illuminazione pubblica indipendente dalle avarie della rete pei privati. L'A. osserva da ultimo che non è indispensabile che l'impianto di segnalazione automatica dei difetti indichi anche la posizione esatta del difetto e ne faccia riconoscere la natura giacchè un montatore dovrà essere in ogni caso inviato sul posto per constatare i dettagli e procedere alla riparazione. *A. Bs.*

IMPIANTI.

I più importanti *impianti di produzione e trasporto dell'energia elettrica* in Jugoslavia sono descritti in *E. u. M.* del 18 maggio 1930. Le descrizioni riguardano, in particolare, le installazioni di Zagabria, Serajevo, Spalato e la linea di trasporto Zagabria-Karlovac. Una relazione tratta in dettaglio degli impianti della Società per l'Utilizzazione delle Forze Idrauliche in Dalmazia. Un'ampia documentazione fotografica illustra le notizie riportate. *V. D. Ma.*

Un caso notevole di equipaggiamento elettrico è offerto dalla sottostazione a 24.000 V di Waterman della Dedroit Edison Company in cui sbarre, sezionatori, riduttori, spirali di reattanza, ecc., hanno le fasi separate e rinchiuse in casse metalliche di lamiera (oppure di bronzo e rame, in prossimità di conduttori che portino grandi intensità di corrente). Isolando le varie strutture del quadro dall'edificio per mezzo di sopporti-isolatori e mettendole a terra in punti definiti attraverso riduttori di corrente, si realizza un sistema di protezione verso terra con relai che, unita al fatto della divisione cellulare dei circuiti conferisce all'impianto un grado di sicurezza notevolissimo. Così riferiscono S. M. Dean e W. F. Wetmore in *E. W.* del 23 maggio 1930, pag. 1024. *G. Cc.*

Interessanti e singolari esperienze sulle catene per la messa a terra sono riferite da R. E. Johnson (*E. W.* 10 maggio 1930, pag. 929) per la determinazione della tensione dalla quale ha inizio la conduzione e della resistenza a conduzione avviata. E' stato pure studiato il modo di variare della resistenza con la temperatura e l'influenza degli straterelli di ossido che hanno acquistate proprietà isolanti. *G. Cc.*

La complessiva energia idroelettrica, che presumibilmente è ritraibile dai bacini italiani, è valutata in uno studio degli Ingg. P. Marinoni e A. Testa, comparso nell'*Energia Elettrica* del giugno 1930 a complemento di quanto già esposto in proposito al II Congresso della Unfiel del maggio u. s. *I. P.*

Sulla *compensazione della corrente reattiva*, riferisce H. Cypra sul numero del giugno 1930 di *A. E. G. Mitteilungen*. L'A. esamina le caratteristiche principali dei motori asincroni trifasi con eccitatrici in serie, eccitatrici a corrente trifase eccitate dalla rete, ed eccitatrici a corrente continua, insieme a quelle dei condensatori rotanti sincroni, e dei condensatori statici per forti intensità. L'esame dei rendimenti economici dimostra che i motori asincroni e quelli sincroni che forniscono anche energia meccanica sono indicati solamente là dove la corrente attiva assorbita serve principalmente ad alimentare alcuni grossi motori. Negli impianti dove sono installati parecchi motori di piccola e media potenza sono più indicati i condensatori rotanti che non forniscono energia meccanica. Infine, per potenza fino a 1000 kW si dimostrano più vantaggiosi i condensatori statici che hanno un consumo proprio molto piccolo e richiedono una manutenzione quasi nulla. *A. Bs.*

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

In *El. Bahnen* dell'aprile 1930 sono spiegati alcuni metodi per la *verifica dell'isolamento delle linee di contatto*. L'articolo contiene una rassegna dei metodi applicati dalle Ferrovie Federali tedesche e mette in rilievo i vantaggi che alcuni metodi presentano in confronto agli altri sistemi. *V. D. Ma.*

Su un *sistema di misurazione a distanza* col sistema a compensazione riferisce B. Schäfer nel numero di giugno 1930 di *A. E. G. Mitteilungen*. L'idea fondamentale del sistema a compensazione è quella di equilibrare la coppia prodotta dalle grandezze che si devono misurare a distanza, oppure una coppia proporzionale, per mezzo di una corrente ausiliaria che si trasmette quindi su una linea e si misura al posto di ricezione. Il sistema lavora quindi con una sorgente di corrente ausiliaria che presenta il vantaggio di permettere per la

ricezione l'impiego di apparecchi normali, anche registratori a coppia elevata. Il grado di approssimazione della misura è assolutamente indipendente dalla tensione ausiliaria e dalla resistenza nella linea di trasmissione. Per la trasmissione di n valori occorrono $n + 1$ conduttori. La realizzazione del sistema descritto e illustrato dall'A. funziona secondo il principio del regolatore rapido Tirrill il quale regola a un dato valore la corrente continua da trasmettere. La realizzazione del sistema è ottenuta con apparecchi molto semplici e permette anche la totalizzazione di potenze asincrone. *A. Bs.*

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

Il calcolo e la costruzione dei *condensatori a superficie*, adottati quasi generalmente negli impianti termici a vapore, non possono essere condotti con metodo scientifico e rigoroso a causa dei numerosi fenomeni che non sono rappresentabili con formule matematiche esatte. E' tuttavia possbile, come dimostra S. Hvistendahl in *Revue Brown Boveri* del luglio 1930, trovare delle equazioni, corrette con risultati pratici, che formano la base per la determinazione delle dimensioni di un condensatore soddisfacente a certe determinate condizioni. *V. D. Ma.*

STATISTICA.

Sulla *produzione e distribuzione dell'energia elettrica in Grecia*, riferisce J. Grabscheid in *E. u. M.* del 18 maggio 1930. La maggior parte degli impianti in esercizio appartengono alla Compagnie Héllénique d'Eléctricité che provvede alla fornitura dell'energia alla città di Atene e ad altri numerosi centri. Le particolarità delle installazioni della compagnia predetta e delle altre società esercenti sono dettagliatamente descritte. *V. D. Ma.*

TARIFFICAZIONE E VENDITA.

La vendita dell'energia fuori punta in sovraproduzione, a un prezzo all'incirca eguale a quello del solo combustibile necessario per la produzione, porta ad un sicuro profitto. La constatazione risulta dalle osservazioni compiute sull'esercizio annuo di una centrale a carbone polverizzato riferite in *E. W.* 10 maggio 1930, da Mc. Michael. Il fatto è in relazione all'eliminazione dei periodi di fluttuazione del carico ed all'aumento del fattore d'utilizzazione della potenza, derivante dall'utilizzazione dell'energia sovrabbondante. *G. Cc.*

TELEFONIA E TELEGRAFIA.

Le linee bavaresi delle Ferrovie Statali Tedesche hanno deciso di cambiare gli *impianti delle centrali telefoniche* onde rendere la rete telefonica meno influenzata dalle linee monofasi di trazione ed, al tempo stesso, per uniformare il sistema telefonico. In *El. Bahnen* del giugno ed agosto 1930 sono descritti ampiamente i criteri per il calcolo dei nuovi impianti e le particolarità costruttive di alcuni apparecchi che entrano in considerazione. *V. D. Ma.*

TRASFORMATORI.

Sul progetto dei grandi trasformatori, espone le proprie idee in *The Elec.* del 9 maggio 1930 a pag. 580, E. T. Norris, mettendo in evidenza le crescenti difficoltà a cui si va incontro coll'aumentare della potenza del trasformatore. Mentre le sollecitazioni di natura dielettrica non destano preoccupazioni, essendo funzione della tensione e non della potenza, le sollecitazioni meccaniche e termiche, sono le più difficili da studiare: l'extrapolazione semplice delle norme comuni non basta a dare risultati soddisfacenti. Fra l'altro l'A. cita l'influenza che sulle perdite nei grandi trasformatori esercita la cassa, con variazioni del 40 per cento in più su quelle del nucleo libero. Di qui la necessità dello studio di forme appropriate, oltrechè di dimensioni, sia per gli avvolgimenti che per la cassa, senza trascurare quei fattori che nei trasformatori piccoli sembrano privi di importanza. *G. Cc.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

L'ineguale distribuzione delle correnti di terra negli impianti, è stata oggetto di recenti esperienze in America, sulle quali riferisce L. F. Hunt in *E. W.* del 3 maggio 1930 a pag. 881. Il fenomeno proviene dal fatto che la messa a terra degli impianti raggiunge necessariamente nelle diverse località, diversi strati del suolo. Le esperienze hanno mostrato che il 60 % della corrente di terra passava sui fili della linea, impiegati come funi di terra. In seguito a queste constatazioni, furono installate delle effettive funi di terra, collocate sulla base dei risultati forniti dall'esperienza. Tali funi adempirebbero anche all'ufficio di regolarizzare la distribuzione del potenziale. *G. Cc.*

Una critica dei quadri a valvole fusibili specialmente impiegati nei piccoli impianti interni di abitazioni e stabilimenti è fatta da T. C. Gilbert in *The Elec.*, 18 luglio 1930. L'A. dopo aver messo in evidenza tutti i difetti inerenti e sopratutto la difficoltà della taratura, conclude per l'adozione di piccoli interruttori comandati da relais termici (senza campo magnetico, nè a caduta di tensione) e tali da potersi operare anche sotto carico, e con connessioni frontali in modo da facilitare le riparazioni e le derivazioni. Si richiederebbe a questi interruttori un certo carattere di selettività cosicchè il circuito non fosse interrotto in caso di sovraccarichi di breve durata, che non fossero in grado di danneggiare l'impianto. *G. Cc.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Un metodo grafico per la *determinazione delle proprietà geometriche delle catenarie sghembe* è spiegato da Th. Bucchold in *El. Bahnen* dell'aprile 1930. L'A. determina, in modo particolare, lo spostamento del filo di contatto sotto l'azione del vento e dà quindi i criteri che devono presiedere alla scelta della lunghezza delle campate nelle linee di contatto a catenaria sghemba. *V. D. Ma.*

La Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft, ha deciso di migliorare il *servizio ferroviario suburbano di Stoccarda coll'introduzione della trazione elettrica.* Il sistema di trazione sarà monofase a 15 kV, 16 2/3 per/sec; i treni saranno composti di due automotrici a quattro assi e da quattro rimorchiate a due assi. L'economia annua che si presume coll'introduzione della trazione elettrica è valutata di circa un milione di lire. *V. D. Ma.*

:: :: NOTE LEGALI :: ::

Delle espropriazioni per pubblica utilità e il termine per la liquidazione delle relative indennità.

Il Ministero dei Lavori Pubblici avendo il 16 giugno 1927 dichiarata urgente ed indifferibile una linea progettata dalla Società Meridionale di Elettricità, interessando essa la costruendo Direttissima Roma-Napoli, l'Alto Commissario per la Provincia di Napoli, con suo decreto 12 agosto 1927, autorizzò d'urgenza l'occupazione degli immobili da attraversare con riserva di emettere un successivo decreto per la determinazione delle indennità, valendosi così della facoltà concessa dall'art. 72 della legge 25 giugno 1865, per la quale il Prefetto con il decreto che autorizza l'occupazione o con decreto successivo fissa le indennità dovute agli espropriati.

Non ancora erano trascorsi quattro mesi dalla emissione di tale decreto che uno degli espropriati convenne la Società Meridionale di Elettricità, davanti al Tribunale di Napoli, perchè fosse condannata al pagamento delle indennità a lui dovute per l'occupazione del suolo e per mancato raccolto di prodotti, per il fatto della occupazione.

Va osservato a questo riguardo che il R. D. 9 ottobre 1919 consente che invece della normale procedura tracciata da quest'ultima legge per la imposizione della servitù di elettrodotto, possa applicarsi la legge 25 giugno 1865, sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità e per occupazione temporanea.

Ora rettamente interpretando e coordinando le due leggi il Tribunale di Napoli prima con sua sentenza in data 16 aprile 1928, la Corte d'Appello poi con sentenza in data 10 aprile, 1929, ed infine la Corte di Cassazione del Regno con sua sentenza 27 maggio 1930, con decisioni sempre conformi hanno stabilito come l'Autorità giudiziaria sia incompetente ad assegnare all'espropriante, su istanza dell'espropriato, un termine più breve di quello contemplato nell'art. 73 della legge di espropriazione, al fine di ottenere dal Prefetto il decreto di fissazione delle indennità.

Infatti se l'art. 73 della legge 25 giugno 1865 consente al Prefetto un termine di due anni per fissare le indennità promesse con il decreto di occupazione d'urgenza, giustamente le sopra citate sentenze hanno ritenuto che nel frattempo non fosse consentito ai privati di adire il Magistrato Ordinario per ottenere la determinazione delle indennità e neppure perchè fosse prefisso un termine ad una delle parti per ottenere un provvedimento dalla Autorità Amministrativa.

Infatti il privato non può avere nè la possibilità, nè tanto meno il diritto di costringere una Autorità ad emanare un provvedimento in un termine più breve di quello concessogli dalla legge, e che l'Autorità stessa può esercitare a sua discrezione nel biennio.

Ancora sulla responsabilità negli infortuni dovuti a elettrodotti.

A pag. 459 del Giornale — anno 1930 — segnalavo alcune sentenze in materia.

Riporto ora una decisione della Suprema Corte di Cassazione in data 20 novembre 1930.

«La legge 7 giugno 1894, n. 232 e il Regolamento 25 ottobre 1895, n. 642, sulle trasmissioni elettriche, impongono quegli impedimenti ed ostacoli cautelari che non sian superabili se non mediante un'azione particolare e non comune; per cui non può ritenersi sussistere una colpa da parte di chi tali ripari avrebbe dovuto porre, qualora il danno alla persona offesa sia derivato dall'uso da parte di essa di mezzi straordinari contro i quali tali ripari, pur conformi alle norme in vigore, sarebbero stati inefficaci».

Decisione la cui logicità ed evidenza è tale da non aver bisogno di commento alcuno. Infatti se responsabilità può sussistere da parte dell'esercente di una linea elettrica il quale abbia omesso di apporre i ripari prescritti dalla legge e dal Regolamento, evidentemente non può farsi colpa allo stesso se il danneggiato abbia usato mezzi tali contro i quali tutti i ripari conformi alle norme in vigore sarebbero sempre stati insufficienti. AVV. LEONE PESCI.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

W. PETERSEN. — *Forschung und Technik.* — Berlino - J. Springer, 1930. — Un volume di cm 21×29, di 576 pagine con 597 figure. Prezzo, rilegato, 40 marchi.

Questo interessantissimo volume, sebbene esca sotto il nome del Petersen, è in realtà costituito da una serie di monografie scritte da diversi Autori su argomenti fra loro svariatissimi ma che tutti riflettono problemi e studi eseguiti per iniziative facenti capo alla grande Casa tedesca A. E. G.

Esso costituisce una magnifica documentazione dell'attività tecnica e scientifica che si svolge nella sfera di influenza della A.E.G. ed è anche un monito che merita di essere attentamente raccolto e meditato.

Sono una quarantina di monografie, di varia lunghezza, ma tutte riguardanti problemi di attualità e di vivo interesse; fra gli AA. si notano molti dei migliori nomi della scienza e della tecnica tedesca. Non è possibile dare una idea della materia contenuta data la grande varietà di essa: si passa da problemi di elettrofisica alle caldaie a vapore, dai materiali isolanti ai motori a combustione interna, dagli istrumenti di misura a tipi speciali di macchine elettriche, ecc.

Il libro, presentato in veste tipografica elegantissima, con grande ricchezza di belle illustrazioni, sarà consultato con profitto e con diletto da tutti i tecnici.

*

P. DAVID. — *Manuel de réception radio électrique.* — Parigi, 1930, Masson - Un volume di 308 pagine con 154 figure, formato di cm 22,5×14,5 - Numero medio di parole per pagina 265 - Prezzo franchi 36.

L'A., che si è proposto di rendere il suo libro accessibile anche ai lettori non specializzati, svolge l'interessante argomento seguendo una via di compromesso fra l'esposizione prevalentemente descrittiva e la trattazione a carattere matematico.

Il libro è diviso in otto capitoli. Il I. tratta delle onde elettromagnetiche, loro natura e propagazione. Nel II., dedicato ai collettori d'onda, con accenno alla loro mutua azione, sono esaminati il problema delle antenne e quello delle antenne direttive e dei quadri. Nel III., fissati i limiti teorici che presiedono alla separazione dei segnali, sono descritti i vari metodi che realizzano tale separazione. Il capitolo IV è dedicato all'amplificazione ed in esso l'A., dopo d'aver trattato del triodo come amplificatore in genere, esamina l'amplificazione di tensione e quella di potenza. Il V. è relativo alla reazione e al suo impiego; mentre il VI. tratta della rivelazione nelle sue forme principali. Degli ultimi due capitoli, il VII. è dedicato ai sistemi a cambiamento di frequenza con particolare riguardo alla selezione, e l'VIII, alla ricezione telegrafica e telefonica ed al problema della «qualità» nella riproduzione.

La pubblicazione ha bella veste tipografica e figure accurate.

R. Ga.

*

A. BARBAGELATA. — *Metodi fondamentali per le Misure elettriche industriali.* — Pubblicazione n. 3 della Scuola Speciale di Perfezionamento per ingegneri elettricisti, presso il Politecnico di Milano. — Volume di 96 pagine, 18×25 cm con 83 figure. — *Libreria Editrice Politecnica* - Milano, 1930-VIII — L. 22.

Questo volume appartiene alla serie di pubblicazioni della Scuola di perfezionamento per ingegneri elettricisti, di cui ci siamo occupati recentemente (*Elettrotecnica,* 5 agosto 1930, pag. 521). In esso l'A. ha riassunto il capitolo del suo corso di Misure dedicato alle misure industriali: quel capitolo che lo scorso anno egli svolse in una serie di lezioni serali frequentate da moltissimi ingegneri già impiegati nell'industria. Essenzialmente l'A. osservando come la gran maggior parte delle misure elettriche nell'industria non siano che la ripetizione di pochi procedimenti fondamentali, ha cercato di riordinare tutta la vasta materia intorno a tali procedimenti fondamentali, considerando separatamente le misure sui sistemi a due, a tre ed a più di tre conduttori. Di gran lunga più importante è, nel volumetto, la parte dedicata ai sistemi a tre fili che comprendono, naturalmente, i sistemi trifasi. In essa l'A. ha ripreso e sviluppato precedenti studi pubblicati su questa rivista (25 giugno 1928 e 25 gennaio 1930), mostrando come il problema delle misure su un qualunque sistema di correnti trasportabili con tre soli conduttori, possa agevolmente studiarsi ricorrendo ai componenti simmetrici nel quale il sistema stesso può sempre considerarsi decomposto. Le tabelle di coefficienti già pubblicate sul nostro giornale sono completate, nel libro, con tutte le altre che considerano tutte le possibili inserzioni sia di un ordinario wattmetro monofase, sia dei wattmetri speciali per le misure della potenza reattiva, che l'A. chiama *Varmetri,* estendendo una recente deliberazione della Commissione elettrotecnica internazionale (Vedasi il rapporto del Prof. Lombardi - *L'Elettrotecnica,* novembre 1930, pag. 752). Noi pensiamo che, a poco a poco, l'uso di queste tabelle di coefficienti dovrà divenire famigliare a quanti si occupano frequentemente di misure sui sistemi trifasi, dato che esse offrono il mezzo più rapido e più semplice di controllare i risultati ottenibili con qualsiasi schema di inserzione degli strumenti di misura.

La Libreria Editrice Politecnica ha dato a questo volume la consueta, accurata veste tipografica.

*

G. FURLANI. — *La Televisione* — Trieste - La Editoriale Libraria. — Un volume di cm 12×19, e di 201 pagine con 36 figure — Prezzo Lire 12.

Il libro di carattere essenzialmente descrittivo intende presentare un quadro generale e fedele dello sviluppo, che hanno avuto sino agli ultimi giorni gli studi e le ricerche sulla televisione, ed i risultati pratici raggiunti.

Tenuto presente che la natura dell'argomento non attrae l'attenzione solamente il mondo dei tecnici e che le opere di carattere generale sull'argomento sono assai scarse, l'A. ha inteso fare una trattazione che potesse interessare il maggior numero di lettori. L'esposizione è quindi piana e chiara quale si conviene ad un'opera divulgativa di argomento scientifico, e non presuppone nel lettore pressochè alcuna conoscenza preliminare dell'elettricità.

Dopo un brevissimo cenno sui primi sistemi di trasmissione delle immagini (teleidografia e telefotografia) l'A. si sofferma a dare alcune elementari nozioni di radiotecnica per poter permettere al profano di interpretare quanto egli successivamente espone. Segue la descrizione della cellula fotoelettrica che ha permesso la pratica realizzazione della teleidografia, e di iniziare i primi studi sulla Televisione.

Viene poi dettagliatamente esposta l'opera svolta in Inghilterra, Germania, America, ecc. dai vari studiosi, inventori e dalle varie Società per portare il problema nel campo delle realizzazioni pratiche. L'A. si riferisce principalmente ai sistemi che analizzano l'immagine con mezzi meccanici, e riserva un capitolo a parte per gli apparecchi di televisione privi di inerzia.

*

SALVATORE ATTAL. — *San Francesco d'Assisi* - Livorno - S. Belforte e C., editori - Via della Madonna, 12. — Un volume in 8° grande di 600 pagine. — Lire 60.

La rubrica bibliografica della nostra Rivista, usa ad elencare soltanto severe opere scientifiche, rompe questa volta la sua tradizione per citare questo libro che porta una nota di mistica idealità e un'eco di vita profondamente umana. L'eccezione è giustificata dal nome dell'A., vecchio socio dell'A. E. I. e che sa alternare assai bene all'arido lavoro del tecnico quello dello storico, non meno severo ma soffuso di un alito di poesia. Abbiamo perciò creduto interessante citare ai nostri lettori questo esempio di simpatica versatilità.

In questo libro l'A. traccia la vita di S. Francesco sulla scorta della più sicura documentazione studiandosi specialmente di mettere in luce l'intime ragioni della mirabile fecondità dell'opera Sua e di rivelarne la vasta somma di verità umana che essa contiene.

Il libro, stampato in elegante veste tipografica su carta di lusso, è diviso in 17 capitoli.

*

A. BUFFAT - G. DURAND - G. FOEX - R. L. FORTRAT - N. MARINESCO - N. THON. — *Electricité Magnetisme Electrochimie* (*Données Numeriques*) — Estratto dal Vol. VII delle Tables Annuelles de Constantes et Données Numeriques (Anni 1925-26) — Parigi - Gauthier Villars, 1930. — Un volume di cm 22 × 27, di pag. XVIII - 136. — Prezzo: 90 franchi.

La preziosa raccolta di costanti e di dati numerici che viene periodicamente pubblicata sotto il patronato del Consiglio Internazionale delle Ricerche e della Unione Internazionale di Chimica, per opera del Comitato nominato nel VII Congreso di Chimica Applicata, a Londra nel 1909, è troppo nota ai tecnici e agli sperimentatori perchè ne debba essere data qui particolare illustrazione.

Diamo qui notizia dell'estratto per la parte riguardante la elettricità e le scienze affini, che opportunamente è stato pubblicato per mettere a disposizione degli elettrotecnici questa ampia fonte di informazioni ad un prezzo molto più accessibile di quello dell'intero volume.

Come è noto le tabelle contenute in questa raccolta sono il frutto di un accurato e completo spoglio della letteratura tecnica e scientifica mondiale, e comprendono perciò il risultato di tutto l'intenso lavoro sperimentale che si va compiendo in tutti i Paesi civili. La citazione delle fonti è sempre riportata, ciò che dà modo di risalire, eventualmente, al lavoro originale.

La pubblicazione costituisce una documentazione fondamentale e un'opera di riferimento indispensabile per i tecnici e gli studiosi in genere.

L'elenco dei Soci vitalizi e perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. Le Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiscono il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

Riunione del 5 dicembre 1930.

La sera di venerdì, 5 dicembre, nella Sede Sociale di via San Paolo, il Socio, Ing. **Vincenzo Rubbo** tenne la sua comunicazione sul tema: « **Dighe mobili e paratoie a funzionamento automatico diretto** ».

Fra il numeroso uditorio notavansi parecchi colleghi del Sindacato Fascista Ingegneri, al quale la Presidenza della Sezione dell'A.E.I. aveva esteso l'invito.

Il Presidente, Ing. *Manfredi,* rivolto un cordiale saluto ai colleghi dell'A.E.I. e del Sindacato, convenuti ad udire la parola dell'Ing. Rubbo, presentò ad essi l'Oratore, mettendone in particolare rilievo la specifica competenza e porgendogli i ringraziamenti della Sezione.

L'Ing. *Rubbo* esordì ponendo in evidenza i vantaggi che le paratoie mobili a funzionamento automatico in genere e quelle ad automatismo diretto in ispecie presentano negli impianti idroelettrici ed in quelli di irrigazione. Espone poi alcune considerazioni sulle caratteristiche generali delle dighe mobili, soffermandosi sui fenomeni delle oscillazioni pendolari e sugli accorgimenti atti ad attenuarle.

Passò quindi alla descrizione delle principali installazioni del genere, che illustrò con numerose proiezioni, partendo, nel campo delle paratoie a ventola, dal grandioso impianto sulla Wissota Dam della Light and Power Company, costruito nel 1916, accennando poi all'impianto di Fiumerotto sull'Aniene, a quello di Eguzon in Francia e ad altri recentissimi.

Nella categoria delle paratoie a settore, fatto un cenno del grandioso impianto di Brema sulla Weser e di quello di Raanaasof in Norvegia, si soffermò sulla recente importantissima installazione sul Piave al ponte di Fenèr (Consorzio Irriguo Brentella di Pederobba). Qui si hanno due paratoie automatiche con luci di m 22,50 ciascuna; esse presentano tutte le garanzie di sicurezza di funzionamento e sono munite di speciali dispositivi di asservimento che ovviano al fenomeno di surregolazione.

L'Oratore passò successivamente in rassegna le paratoie automatiche dell'impianto di Cadarese della Società Edison, quelle del Ceno della Società Forze Idrauliche del Pione, gli scaricatori automatici di superficie della diga di Suviana delle FF. SS., le paratoie di sbarramento sul fiume Sele della Società Bonifiche, che comprendono quattro sistemi per luci da m 17×6 ciascuna, le paratoie automatiche dell'impianto di Coindre, ed altre.

Le paratoie dei vari impianti, pur presentando struttura uniforme, differiscono invece negli organi fondamentali di comando e di asservimento e questi organi, che determinano la regolarità e la stabilità di funzionamento, devono essere attentamente studiati per ogni singolo caso a seconda delle diverse e varie caratteristiche degli impianti.

Nel campo delle paratoie in cemento armato, l'Oratore illustrò l'installazione di Camarasa in Spagna e quella del Bacino del Tirso in Sardegna.

Infine, rilevando la delicatezza e la sensibilità di movimento di alcuni tipi di paratoie, azionate automaticamente da regolatori a galleggiante, l'Oratore trasse lo spunto per un parallelo fra dighe mobili e paratoie automatiche da una parte ed i gruppi idroelettrici delle sottostanti officine generatrici dall'altra. Infatti la regolazione nei gruppi idroelettrici è funzione delle masse rotanti e dei dispositivi di compensazione dei regolatori applicati; nelle paratoie automatiche è funzione del volume di invaso del bacino a monte e dei dispositivi di asservimento.

Alla fine della comunicazione che fu vivamente applaudita, il Presidente, Ing. Manfredi, rilevato come l'argomento, così bene ed ampiamente trattato dall'Ing. Rubbo, abbia diretta attinenza cogli impianti idroelettrici, ed augurandosi perciò che la comunicazione possa essere pubblicata integralmente sul nostro giornale, si congratulò vivamente con l'Oratore per la ricca documentazione portata di impianti in esercizio e di notevoli costruzioni per la regolazione delle acque, ringraziandolo per il notevole interessamento suscitato negli ascoltatori.

*

Riunione del 12 dicembre 1930.

La sera di venerdì, 12 dicembre, nella Sede Sociale di Via San Paolo, 10, il Socio Ing. **Tranquillo Novelli**, tenne una interessante comunicazione sul tema: « **I colpi di ariete negli impianti di pompe** ».

Alla riunione intervennero numerosissimi i soci dell'A. E. I. e molti colleghi del Sindacato Fascista Ingegneri, richiamati dalla novità dell'argomento, dalla nota competenza in materia dell'Oratore, nonchè dalla annunciata presenza dell'Ing. *Lorenzo Allievi* della Sezione di Roma, l'illustre scienziato italiano che fin dal 1913 ha dato alla tecnica degli impianti idroelettrici la sua « Teoria generale del moto perturbato dell'acqua nei tubi in pressione ». Quest'opera, universalmente conosciuta, ebbe piena conferma dai risultati della pratica negli impianti di turbine idrauliche, per i quali l'Ing. Allievi determinò le leggi che regolano i fenomeni di perturbazione, tanto in forma analitica, quanto in forma grafica.

La crescente importanza che in seguito vennero ad assumere gli impianti di sollevamento d'acqua sia per accumulazione (per questi si costruiscono unità di 30.000 HP), sia per impianti di acquedotti, di irrigazione ed anche di bonifica, rendeva quanto mai interessante uno studio che concedesse ai Tecnici l'esame delle condizioni dei colpi di ariete nelle condotte alimentate da pompe.

Il Presidente, Ing. *Manfredi,* rivolto un saluto ai colleghi dell'A. E. I. e del Sindacato Ingegneri, premesso come il nome dell'Ing. Novelli non richiedesse presentazioni, rivoltigli i ringraziamenti più vivi per avere accolto l'invito fattogli di parlare alla Sezione di Milano dell'A. E. I. su di un argomento di così alto interesse, rileva subito l'importanza della comunicazione e la competenza specifica dell'Oratore, specializzatosi nella costruzione ed installazione di grosse pompe centrifughe e venuto per esporre i risultati di lunghi studi e ricerche, corredandoli di dati sperimentali rilevati in oltre venti anni di attività.

« I risultati, dice il Presidente, confermano la teoria generale del fenomeno datoci dall'Allievi. A questo illustre tecnico, che volle onorare di sua presenza la riunione porgo il saluto della nostra Sezione e l'espressione della nostra riconoscenza per questo suo intervento, che ci dà modo di rivederlo fra noi dopo tanto tempo e che ci procurerà forse il piacere di udire più tardi la sua alta parola ».

Uu caldo applauso si eleva da tutti i presenti e si rivolge all'Ing. Allievi, il quale ringrazia, si dice lieto di ritrovarsi fra amici nella Sede della Sezione Milanese dell'A. E. I. per udire la trattazione di un argomento al quale tanti studi e tanta attività egli ha dedicato, e non esclude che quanto l'Ing. Novelli andrà esponendo possa dargli lo spunto a proseguire in altri suoi lavori in materia.

Prende quindi la parola l'Ing. *Novelli.* La sua comunicazione sarà integralmente pubblicata sul nostro giornale e quindi ci limitiamo ad accennare brevemente come l'oratore, citando ed illustrando una serie di casi da lui vissuti e rilevati, dimostra alla stregua dei fatti l'importanza e la gravità dei fenomeni di colpo di ariete negli impianti di sollevamento, le cui condizioni possono essere ancora più pericolose di quelle degli impianti di derivazione.

Esposte in forma breve e comprensiva le leggi fondamentali dell'Allievi sui fenomeni di moto perturbato, l'Ing. Novelli riassume i suoi studi sull'applicazione di tali leggi agli impianti di pompe, e illustra diversi tipi di onde teoriche di pressione.

Il conferenziere espone il sistema da lui adottato di determinare nei singoli casi le così dette onde componenti tracciate separatamente per ogni ritmo o fase, e derivare da esse l'onda risultante.

Segue un cenno ai nuovi acquedotti per l'alimentazione delle città, con condotte la cui lunghezza supera spesso i $2 \div 3$ km, quando non arriva anche ai 10 km.

In questi impianti la resistenza delle tubazioni è messa a dura prova in caso di arresto istantaneo delle pompe per improvvisa mancanza di corrente.

Interessanti diagrammi sono stati rilevati dall'Ing. Novelli in due importanti Acquedotti di recente avviamento, e precisamente: nell'Acquedotto « Giovanni Randaccio » della città di Trieste e nell'impianto di Beinasco che alimenta la città di Torino con l'acqua dei Pozzi di Scalenghe.

Per attutire i colpi di ariete vennero fin dal 1913 dallo stesso conferenziere studiati ed introdotti speciali dispositivi che trovarono nel loro principio generale applicazione anche all'estero.

Infine venne illustrata una recente applicazione di cassa d'aria con la quale viene risolto in forma pratica ed efficace il grave problema dell'alimentazione d'acqua potabile attraverso lunghe condotte in pressione.

L'interessante comunicazione tende a dimostrare come anche per impianti di sollevamento le teorie dell'Allievi, opportunamente applicate, diano sia nella forma dei fenomeni, come nella loro entità, risultati pienamente rispondenti ai rilievi della pratica.

Le leggi dell'Allievi sono pertanto da annoverarsi fra le più grandi opere di scienza applicata di questo ultimo trentennio.

La comunicazione, seguita con grande interesse da tutto l'uditorio, fu coronata alla fine da lunghi nutriti applausi, cessati i quali il Presidente, Ing. Manfredi, ringraziò e complimentò vivamente l'Oratore per la bella, interessante, brillante esposizione fatta, nella quale egli aveva parlato con passione di tecnico e di costruttore, non tralasciando uno spunto solo per elevarsi, in un inno alla tecnica italiana, alle manifestazioni più grandi e più belle di essa nel vasto campo di applicazione degli impianti con pompe.

Fra i rinnovati applausi prese quindi la parola l'Ing. *Allievi,* i cui studi generali l'Ing. Novelli aveva così bene illustrati portando il suo plauso a quanto esposto dall'oratore ed additando quanto le pratiche esperienze giovino alla comprensione del complesso fenomeno.

All'omaggio di applausi che nuovamente l'Assemblea porge all'Ing. Allievi si associa pure il Prof. *De Marchi* e ne segue una breve ma interessante discussione circa l'orientamento degli studi

moderni e l'indirizzo che ad essi dovrebbe essere dato nelle scuole di Ingegneria.

La simpatica riunione che coronò di meritato successo l'Ing. Novelli e che segnò una affettuosa indimenticabile dimostrazione all'Ing. Allievi, si chiuse coi rinnovati ringraziamenti del Presidente e col voto condiviso da tutti che altre riunioni così belle possano presto ancora attuarsi.

* *

SEZIONE DI TORINO

Verbale della Riunione del Consiglio - 10 dicembre 1930.

La seduta si apre alle ore 21,15. Sono presenti il Presidente, Ing. G. Peri, il Vice Presidente, Ing. Dalla Verde, i Consiglieri di Sezione, Ferraris, Formica, Brunetti, Sacchi, il Cassiere, Giordana, il Segretario, Marchetti. Hanno giustificata la loro assenza i Consiglieri Ajani, Morelli e Biroli.

Constatata la validità della riunione, il Segretario dà lettura del verbale della riunione precedente (18 giugno 1930) che viene approvato. Si inizia quindi lo svolgimento dell'ordine del giorno.

a) *Comunicazioni del Presidente.*

Il Presidente comunica di aver presentato le condoglianze della Sezione all'antico Presidente, Prof. Soleri, colpito da gravissimo lutto per la morte della madre. Poichè per desiderio della famiglia dell'estinta non si è potuto far omaggio di fiori in occasione del funerale, propone di versare L. 300 sulla sottoscrizione aperta dalla R. Prefettura in sollievo dei disoccupati. Il Consiglio approva e dà facoltà al Presidente di provvedere in casi analoghi di sua iniziativa, senza prima interpellare il Consiglio.

Il Presidente riferisce circa le probabili sedi del Congresso dell'A. E. I. nei prossimi due anni e sulla eventualità che la scelta possa cadere su Torino, dove l'ultimo Congresso si è avuto nel 1918. Le altre Sezioni che ambirebbero l'onore di ospitare la Riunione annuale dell'A. E. I. nel 1931 o nel 1932 sono Bologna e Firenze, che furono sedi del Congresso negli anni 1914 e 1916 e che perciò per anzianità avrebbero maggiori diritti di Torino, poi Bari che non fu mai sede di Congresso, e infine Trento e Roma, dove si ebbero le Riunioni del 1919 e 1920. Il Consiglio gradirebbe assai che la scelta cadesse sulla nostra Città.

In seguito al desiderio espresso da alcuni Consiglieri nella Riunione del 18 giugno 1930 la Biblioteca è stata riordinata; si è preparato un nuovo catalogo che verrà stampato quanto prima insieme al nuovo Regolamento interno. Anche lo schedario è stato rifatto.

Dopo le disposizioni governative per la riduzione degli stipendi ai dipendenti dello Stato, delle Provincie e dei Comuni e dopo il deliberato delle diverse Federazioni che estendono tali riduzioni anche ai dipendenti delle aziende private, è pervenuta alla Presidenza qualche richiesta di diminuzione della quota sociale. Già nella riunione del 18 giugno il Presidente aveva fatto notare al Consiglio che non era il caso di pensare a ridurre la quota dal momento che il bilancio della Sezione per l'anno in corso con ogni probabilità chiuderà appena in pareggio. Ora dai primi dati sommari raccolti dal Cassiere per l'esercizio in corso pare che si avrà una minore entrata di L. 3000 e una minore spesa di L. 5000, rispetto alle cifre del bilancio preventivo. L'esercizio in corso potrebbe dunque chiudersi con un avanzo attivo di L. 2000, pari a circa il 3 % delle entrate. Per l'anno prossimo si prevede una minore spesa di un migliaio di lire per la diminuzione dell'affitto e degli stipendi, ma si ha una sensibile diminuzione nel numero dei soci.

In queste condizioni una riduzione anche modesta delle quote sociali rischierebbe di compromettere la solidità del bilancio. Il Consiglio condivide tali conclusioni del Presidente e lo prega di illustrarle convenientemente ai soci in occasione della prossima assemblea.

b) *Ammissione di nuovi Soci.*

Il Consiglio approva l'ammissione dei seguenti nuovi soci per il 1931.

Ing. Guido Chiarelli, individuale residente — Gr. Uff. Mario Pellissero, individuale residente — Vergnano Luigi, individuale non residente (proposto dal Delegato di zona, Ing. Simondetti) — Società An. Conduttori Elettrici e Affini (C.E.A.T.), collettivo — Camagna Gino, studente — Lisanti Luciano, studente.

Approva il passaggio di cinque soci provenienti da altre Sezioni.

c) *Regolamento della Sezione.*

Il Presidente comunica che, in seguito alle decisioni prese dalla Commissione per il lavoro delle Sezioni il 15 settembre u. s. a Trieste, in occasione della Riunione annuale dell'A.E.I., e nell'intento di unificare le norme interne ed amministrative con le quali le Sezioni si reggono, la Presidenza Generale ha compilato una bozza di Regolamento interno ed una bozza di Bilancio delle Sezioni. Tali bozze vennero inviate a questa Sezione il 15 novembre u. s. e su di esse è stato redatto il nuovo Regolamento interno, che dovrà venir sottoposto alla prossima assemblea dei soci.

Il Regolamento venne letto, discusso ed approvato.

d) *Rinnovazione delle cariche sociali.*

Con la fine dell'anno decadono i cinque Revisori dei conti: Jean, Giorelli, Dumontel, Foschini, Nocilla, e i sette Consiglieri delegati eletti nel 1929: Bisazza, Loria, Lualdi, Giupponi, Monnet, Roncaldier e Tedeschi.

In applicazione del nuovo Regolamento interno i Consiglieri della Sezione decadono per un terzo ogni anno, disposizione questa che non era in vigore finora. Perciò si dovranno rinnovare quattro Consiglieri di Sezione eletti nel 1930. La scelta dei quattro Consiglieri che decadono viene affidata alla sorte. I nomi dei dodici Consiglieri di Sezione, scritti su liste di carta, sono introdotti nell'urna; poi il Segretario estrae dall'urna quattro liste che portano i nomi dei Consiglieri: Ferraris, Morelli, Biroli, Lutz Hans.

Pure in applicazione del nuovo Regolamento i Revisori dei conti sono ridotti a tre, invece di cinque.

A ricoprire i posti vacanti il Consiglio designa i seguenti soci:

Consiglieri Delegati: Morelli, Biroli, Lutz Hans, Bertoldo, Bordiga, Campari, Chiodi.

Consiglieri della Sezione: Jean, Giorelli, Loria, Roncaldier.

Revisori dei conti: Dumontel, Foschini, Nocilla.

*

Esauriti gli argomenti posti all'ordine del giorno, il Consigliere Ferraris chiede schiarimenti sugli accordi intervenuti colla Federazione fra Società Scientifiche e Tecniche per la ripartizione delle spese comuni.

Il Presidente spiega che per gli impegni presi dal suo predecessore per il corrente anno, andrà divisa tra i quattro Enti che formano la Federazione in proporzione del numero dei soci di ciascun Ente.

Questa decisione venne presa per favorire i Sindacati degli Architetti e dei Chimici che avendo un numero di soci di gran lunga minore del Sindacato Ingegneri e dell'A. E. I. sarebbero stati sacrificati da una ripartizione della spesa fatta in modo diverso e avrebbero forse dovuto staccarsi dalla Federazione con danno di tutti gli Enti interessati.

Il Consigliere Ferraris approva queste direttive in via di eccezione per l'anno in corso, ma raccomanda di ristabilire la ripartizione che si faceva negli anni passati: cioè suddividere la spesa totale in due parti, per esempio metà e metà: ripartire la prima parte tra i quattro Enti in parti uguali: ripartire la seconda parte tra i quattro Enti in proporzione del numero dei soci di ciascuno. Per favorire gli Architetti e i Chimici si potrà tutt'al più considerarli come un Ente solo, e perciò dividere la prima parte della spesa totale in tre anzichè in quattro parti uguali. Il Consiglio accetta questa raccomandazione e dà mandato al Presidente di trattare colla Federazione in tale senso.

La seduta si scioglie alle ore 22,45.

*

Assemblea generale ordinaria dei Soci - 22 dicembre 1930.

La seduta si apre alle ore 21,15, presenti un centinaio di soci.

1) - *Comunicazioni del Presidente.*

Il Presidente, Ing. Guido Peri, ricorda ai soci il grave lutto che ha recentemente colpito l'antico Presidente, Prof. Soleri, con la perdita della mamma, quindi commemora il Consigliere Delegato alla Sede Centrale, Cav. Uff. Ing Carlo Sodano, recentemente deceduto in Torino a soli 60 anni. Ricorda che il defunto, nativo di Gattinara, compì i suoi studi presso i Politecnici di Torino e di Monaco di Baviera e si perfezionò in elettrotecnica a Berlino ed a Colonia. In Italia diresse importanti aziende a Spezia, a Catania, ad Ascoli Piceno. Fu per lunghi anni Direttore di esercizio della Società «Forze Idrauliche del Moncenisio». Attualmente era Direttore tecnico della Ferrovia Elettrica Ciriè-Valle di Lanzo. Il Presidente comunica l'ammissione dei nuovi soci: Chiarelli Ing. Guido, Gr. Uff. Pelissero Mario, Ing. Marchesini Mario, Vergano Luigi, Società C.E.A.T. e dei soci studenti Camagna Gino e Lisanti Luciano.

2) - *Comunicazione del socio Ing.* **Mario Mezzana** *sul tema*: «**Moderni sistemi di orologi elettrici**».

L'oratore, premesse alcune considerazioni di carattere generale sulla importanza della misura del tempo nella vita commerciale e industriale, passa a parlare dell'ausilio dato dall'elettricità a tal genere di applicazioni.

Illustra i sistemi di orologi elettrici a comando centralizzato, costituiti essenzialmente da un orologio principale di grande precisione e da orologi secondari, collegati con apposita rete al principale e riceventi dal medesimo gli impulsi necessari alla regolazione e al movimento, secondo i tipi. Fa vedere una figura schematica di un dispositivo di contatto per orologio principale e mostra come possono essere realizzati i dispositivi elettromagnetici degli orologi secondari. Parla dell'inserzione nei circuiti degli orologi stessi e dei relais aggiuntivi necessari, specialmente in impianti sviluppati, per controllare le condizioni di linea. Osserva che la rete per l'allacciamento degli orologi secondari porta una difficoltà finanziaria non indifferente allorchè si tratta di impianti estesi. Accenna ai sistemi che, per superare la difficoltà della rete, rinunziano al comando centrale, come quelli con orologi elettrici che vengono alimentati dalla corrente alternata di illuminazione.

Tali orologi risolvono bene il problema dei piccoli impianti e delle applicazioni domestiche, soddisfacendo completamente alle condizioni di eliminazione della carica e di tranquillità di esercizio. Quando però trattisi di grandi impianti, come gli impianti urbani, nei quali si debbono curare in sommo grado le condizioni di precisione e di

uniformità di indicazione di tutti i quadranti, l'oratore ritiene che siano tuttavia più adatti i sistemi a comando centralizzato. Una geniale unione, recentemente studiata, fra il servizio telefonico e il servizio dell'ora, permette nei sistemi a comando centralizzato di superare le difficoltà della rete, portando un giovamento allo stesso servizio telefonico. L'oratore rammenta che il problema tecnico-finanziario della rete se è gravoso per il servizio dell'ora elettrica lo è anche non meno per il servizio telefonico, per la forte percentuale richiesta nell'investimento. Fa notare che per gran parte delle linee telefoniche, specialmente quelle destinate ad abitazioni, l'utilizzazione è bassissima e come, in vista di questo, i tecnici telefonici hanno pensato già ad accorciare i collegamenti, a stabilire i sistemi Duplex, Multiplex, così un ulteriore ausilio può aversi da altri servizi. Mostra con schemi che è possibile utilizzare uno dei fili della coppia telefonica per un servizio di segnalazione, in particolare per quello dell'ora. La separazione fra il servizio telefonico e il servizio di segnalazione è ottenuta, utilizzando un procedimento ben noto ai telefonisti, con speciali dispositivi chiamati ponti di alimentazione, specie di filtri costituiti da impedenze e condensatori.

Un tale sistema, che oltre per la trasmissione dell'ora si adatta anche per invio di allarmi, è già stato adottato a Norimberga ed esperimentato a Torino.

In fine l'oratore illustra alcune applicazioni ausiliarie degli orologi elettrici, come il comando degli orologi da torre, dei timbratori del tempo degli apparecchi di controllo di entrata e di uscita, le segnalazioni orarie, i controlli delle ronde, il movimento dei registratori di misura, molte delle quali sono adatte specialmente per una organizzazione scientifica di azienda.

Chiude il suo dire augurando che tali applicazioni possano diffondersi sempre più ed essere apprezzate.

Il Presidente complimenta e ringrazia l'oratore per la sua interessante comunicazione: preannuncia che in una prossima riunione parlerà sullo stesso tema degli orologi elettrici il socio Rostain.

3) - *Discussione ed approvazione del nuovo Regolamento interno della Sezione.*

Il Presidente comunica ai soci il progetto del nuovo Regolamento interno della Sezione, già approvato dal Consiglio nella Riunione del 10 dicembre. Illustra i punti in cui il nuovo Regolamento differisce dall'antico, richiamando specialmente l'attenzione sull'articolo 7, relativo ai soci studenti, sull'articolo 15 relativo alla rinnovazione dei Consiglieri di Sezione da farsi nella misura di un terzo ogni anno, sull'articolo 35 relativo alla riduzione dei Revisori dei conti da 5 a 3.

Constatata la validità dell'assemblea in seconda convocazione il nuovo Regolamento viene posto in votazione ed è approvato all'unanimità.

L'Ing. Arigo, antico Presidente, raccomanda di studiare un'aggiunta all'art. 17 per meglio definire le attribuzioni del Presidente: l'aggiunta potrebbe essere concretata in questi termini: « il Presidente rappresenta legalmente e validamente la Società e la Sezione per tutto quanto ha tratto alle Pubbliche Amministrazioni e più particolarmente per firmare e quietanzare vaglia e mandati presso le RR. Poste e gli Istituti di Credito, riscuotere interessi e liberare depositi ».

Il Consigliere, Comm. Bolognini, osserva che non è sufficiente includere tale clausola nel Regolamento Interno perchè le Amministrazioni Pubbliche e gli Istituti di Credito la riconoscano.

Il Presidente assicura l'Ing. Arigo che studierà l'aggiunta da lui proposta e la sottoporrà all'esame della Sede Centrale.

Sull'articolo 10, relativo alle quote sociali, il Presidente riferisce che per ora non è possibile prendere in considerazione eventuali proposte di riduzione per non compromettere la solidità del Bilancio.

4) - *Rinnovazione delle cariche sociali.*

Il Presidente comunica che per l'articolo 13 dello Statuto decadono e non sono rieleggibili i sette Consiglieri alla Sede Centrale: Bisazza, Loria, Lualdi, Giupponi, Monnet, Roncaldier, Tedeschi.

E' inoltre scoperto il posto occupato dal defunto Consigliere Delegato, Ing. Sodano. Sono perciò da eleggere otto Consiglieri Delegati alla Sede Centrale.

Per l'articolo 15 del nuovo Regolamento i Consiglieri di Sezione devono rinnovarsi per un terzo ogni anno: perciò decadono quattro Consiglieri di Sezione, e precisamente, i Consiglieri: Ferraris, Morelli, Biroli, Lutz Hans.

Per l'articolo 35 del nuovo Regolamento i Revisori dei conti sono ridotti da 5 a 3, decadono ogni anno e sono rieleggibili. Perciò scadono gli attuali Revisori: Jean, Giorelli, Dumontel, Foschini, Nocilla.

Il Segretario distribuisce le schede contenenti i nomi proposti dal Consiglio per coprire i posti disponibili nelle cariche sociali.

Le schede, poste in votazione a prova e controprova, sono approvate per acclamazione all'unanimità.

Risultano perciò eletti i soci seguenti:

Consiglieri Delegati alla Sede Centrale: Morelli Ing. Ettore, Biroli Ing. Rinaldo, Lutz Ing. Hans Gustavo, Bertoldo Ing. Cav. Giovanni, Bordiga Ing. Clemente, Campari Ing. Giuseppe, Nocilla Ing. Cesare, Jean Ing. Cav. Gaspare.

Consiglieri della Sezione: Tedeschi Ing. Cav. Giulio, Giorelli Ing. Angelo Corrado, Loria Ing. Mario, Roncaldier Ing. Cav. Aldo.

Revisori dei Conti: Dumontel Ing. Gilberto, Foschini Ing. Luigi, Chiodi Ing. Carlo.

Il Presidente, Ing. Guido Peri, ringrazia i soci intervenuti all'assemblea e presenta loro i propri auguri per le imminenti Feste Natalizie e pel nuovo anno.

La seduta è sciolta alle ore 22,30.

Necrologio

Cav. Uff. Ing. CARLO SODANO.

Il Cav. Uff. Ing. Carlo Sodano, nato a Gattinara 60 anni or sono, fece i suoi studi presso il Politecnico di Torino e presso quello di Monaco di Baviera. Laureato si dedicò precipuamente al ramo elettrotecnico e perfezionò la sua coltura a Berlino ed a Colonia dove risiedette per parecchi anni alle dipendenze di importanti aziende industriali. Queste, che avevano saputo apprezzare la sua capacità lo inviarono in missione in Italia dove svolse poi ininterrottamente la sua attività, prima a Spezia, poi a Catania dove compilò i progetti e diresse la esecuzione e gli impianti del servizio elettrico e di qui passò ad Ascoli quale Direttore della costruzione di importanti impianti idroelettrici. Ritornato infine nel suo Piemonte che tanto amava fu addetto all'esercizio degli impianti della Società « Forze Idrauliche del Moncenisio » per un lungo periodo di tempo, Società che lasciò nel 1922, per dedicarsi in collaborazione con altri tecnici a studi e preparazione di progetti idroelettrici.



Nel frattempo non tralasciò di occuparsi di quello che era la sua passione « la terra », dedicandosi alla coltivazione del suo vigneto di Gattinara dei cui prodotti era fondatamente orgoglioso.

Era tornato da qualche tempo alla vita attiva di Elettrotecnico, quale Direttore Tecnico della Elettrificata Ferrovia Ciriè-Valle di Lanzo quando un morbo crudele troncò l'attività di quest'uomo integro e laborioso, mentre era ancora pieno di energia e di vita.

Lascia una vedova desolata ed amici che ricordano l'indole sua mite, gioviale e franca, la sua bella figura morale, la sua profonda coltura e la sua fervida e feconda intelligenza.

.. .. ATTIVITÀ DELLE SEZIONI .. ..

SEZIONE DI MILANO (Via S. Paolo, 10).

30 Gennaio - ore 21,15. — EMANUELI Ing. Comm. Luigi: « Considerazioni sull'influenza dell'elemento tempo sulla tensione di perforazione dei dielettrici ».

3 Febbraio - ore 21,15. — CLERICI Ing. Comm. Carlo: « Il sole artificiale ».

SEZIONE DI NAPOLI (Via Chiaia, 216).

23 Gennaio - ore 21,30. — MICHELONI Ing. Ezio: « Come si costruisce una linea ad altissima tensione con pali Scac ».

25 Gennaio - ore 9 - 11,30. — Visita allo Stabilimento di Torre Annunziata della Società SCAC.

SEZIONE DI TORINO (Via XX Settembre, 36).

29 Gennaio - ore 21. — ROSTAIN Ing. Giuseppe: « I misuratori elettrici del tempo ».

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.*

(I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 5 Febbraio 1931 - ANNO IX N. 4

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Recenti progressi nelle turbine idrauliche.

La storia delle turbine idrauliche in questi ultimi dieci o quindici anni — per quanto specialmente è accaduto nel nostro Paese — è quanto mai istruttiva e costituisce una delle migliori documentazioni della importanza assolutamente preminente che il metodo sperimentale ha in ogni ramo della tecnica. Il rapido e meraviglioso sviluppo degli impianti idroelettrici verificatosi nel 1° decennio di questo secolo aveva portato, nella costruzione delle turbine idrauliche, progressi assai notevoli, ma localizzati soprattutto nel campo tecnologico e formale: poco ne avevano risentito le caratteristiche essenziali delle macchine cosicchè il rendimento anche delle più grosse turbine era tutt'al più riuscito a salire dal classico 75 % che figurava in tutti i libri di testo di 40 anni fa all'80 ÷ 82 %. E parve quasi, per molti anni, che i nostri costruttori si fossero adattati con una specie di rassegnato fatalismo a non poter superare queste nuove colonne d'Ercole. Giova riconoscere, a loro scusa, le condizioni particolarmente difficili in cui si trovavano. Mentre il costruttore degli alternatori poteva facilmente studiare e provare le sue macchine in officina, sceverarne e localizzarne con ogni precisione le varie perdite, il costruttore delle turbine doveva accontentarsi di rare, sporadiche misure di rendimento complessivo fatte sugli impianti. Rare e sporadiche, perchè nei periodi di prosperità dell'industria idroelettrica si fa volentieri a meno di collaudi rigorosi che intralciano il servizio e riducono la produzione. E, in ogni caso, dal risultato dei collaudi poteva solo, il costruttore della turbina, farsi un'idea delle perdite globali della sua macchina, senza alcuna possibilità di separazione o di analisi.

Doveva sopravvenire qualche « infortunio sul lavoro » (nato dall'aver creduto di poter estendere semplicemente gli stessi criteri costruttivi a macchine via via più potenti) per aprire gli occhi ai costruttori ed indirizzarli secondo l'unica via sicura di progresso. Non potendo facilmente sperimentare sulle grosse macchine e sugli impianti, ricorrere ai modelli ed alle sale di prova, con la possibilità di procedere nei tentativi per elementi separati, in modo da poter determinare indirettamente l'importanza delle varie cause di perdita. I frutti cospicui non sono tardati e, si può dire, in pochi anni, il rendimento delle grandi turbine ha guadagnato una decina di punti, passando dall'82 al 90 ed in qualche caso anche al 92 %.

L'Ing. N. RATTI che, con la sua antica e nota competenza, ha portato personalmente un assai grande contributo a questi magnifici risultati, ha voluto esporre ai soci della Sezione di Milano criteri, tendenze e risultati odierni nella costruzione delle turbine, ed il testo della bella comunicazione, che oggi pubblichiamo, sarà certamente letto da tutti con grande interesse. Con la sua abituale modestia il Ratti giunge alla fine a conclusioni piuttosto prudenti; ma, da profani, ci permettiamo di pensare, che l'ultima parola non sia stata ancora detta e che l'affinamento del metodo sperimentale, specie se potrà rivolgersi allo studio separato delle singole cause di perdita, debba permettere ancora ulteriori, sensibili progressi.

Gli avvolgimenti a passo raccorciato.

Per la seconda volta, a breve distanza di tempo, dobbiamo ricrederci — e lo facciamo con piacere — sulla scarsità delle pubblicazioni attinenti alle costruzioni elettromeccaniche. E' oggi un « veterano » che ce ne dà l'occasione: il Prof. REBORA di cui tutti apprezziamo la mirabile costanza e tenacia di lavoro. Egli tratta oggi con la consueta, incisiva precisione, di quegli avvolgimenti a passo raccorciato — nei quali cioè i due lati di una stessa matassa distano meno di un passo polare — che, esclusivi un tempo per gli indotti delle macchine a corrente continua, si vanno da qualche tempo affermando anche nel campo delle macchine trifasi. Quello che una volta pareva quasi un assioma, che, cioè, in uno stesso canale non potessero trovarsi conduttori appartenenti a fasi diverse, è oggi un preconcetto superato: la possibilità di ottenere forme d'onda più pure eliminando « matematicamente » determinate armoniche ed il notevole minore sviluppo dei collegamenti frontali, possono infatti compensare ampiamente quella meno buona utilizzazione del rame che deriva dal mettere in serie f.e.m. di fase sensibilmente diversa.

Campioni di frequenza di grande stabilità.

Fin da quando il Cady propose di usare i piezorisuonatori come campioni di frequenza, si intravide la grande importanza, che essi erano destinati ad assumere nelle misure elettriche, specie nel campo delle frequenze elevate. Ai primi entusiasmi seguì qualche scoraggiamento, quando, in base a studi accurati si cominciarono a individuare ed a rilevare tutte le influenze, che provocano una sia pur limitata instabilità di frequenza dei quarzi usati nella tecnica (1).

Ma ben presto quegli stessi studi, sempre meglio approfonditi, hanno dimostrato per quali vie si possa giungere a neutralizzare le cause di instabilità di frequenza o a contenerne gli effetti entro limiti sempre più ristretti. Un notevole contributo in tal senso è stato recato dai recenti scritti dell'Ing. Boella (2) ed esso viene ora integrato da un altro lavoro più generale, del Prof. VECCHIACCHI. Il campione piezoelettrico di frequenza può ormai essere costruito, secondo gli accorgimenti studiati nell'Istituto di Livorno, in modo da poter contare sulla stabilità entro limiti dell'ordine di una unità su un milione.

LA REDAZIONE.

(1) *L'Elettrotecnica*, 15 giugno 1928, vol. XV, n. 17, pag. 462.
(2) *L'Elettrotecnica*, 15 ottobre 1930, vol. XVII, n. 29, pag. 672 e 15 novembre 1930, vol. XVII, n. 32, pag. 734.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di inscriversi Soci vitalizi.

ATTUALITA' E TENDENZE NELLA TECNICA DELLE TURBINE IDRAULICHE

N. RATTI

AEI Comunicazione alla Sezione di Milano - 14 novembre 1930

Senza dipartirsi dai tipi fondamentali già noti, la tecnica delle turbine idrauliche è in continua evoluzione verso costruzioni sempre più perfette. Nell'articolo si espongono i più recenti progressi e si illustrano i risultati ottenuti in alcuni impianti notevoli per la loro importanza.

In relazione ai rendimenti elevatissimi attualmente ottenibili, si accenna alla convenienza di sostituire il macchinario nelle centrali troppo antiquate, seguono brevi notizie sui nuovi materiali resistenti alle corrosioni, sugli impianti di accumulazione, e sui dispositivi per le centrali automatiche.

1. — Le Turbine idrauliche che si costruiscono oggigiorno non si scostano dai tre tipi fondamentali, da tempo ormai rimasti soli nell'uso e cioè: Turbine ad elica per le basse cadute; Turbine Francis per le basse e medie cadute; Turbine Pelton per le alte cadute.

E' però fuori dubbio che, pur essendo immutate le basi, la tecnica dei motori idraulici, lungi dall'essere rimasta stazionaria, è sempre stata ed è ancora attualmente in continuo progresso verso forme di maggiore perfezione.

L'uso sempre più frequente di unità di grande potenza e di grande capacità, ha portato una modifica radicale nell'apprezzamento dei vantaggi e degli svantaggi dei diversi tipi di turbine; così, ad esempio, gli impianti di turbine Francis ad asse verticale che, in tempi ancora non lontani, erano considerati con diffidente avversione, oggi sono molto spesso preferiti.

Raggiungere giri sempre più elevati è stata per qualche tempo l'aspirazione suprema dei Costruttori che, della maggiore economia del macchinario, si facevano arma di concorrenza: ora questa tendenza è di molto attenuata ed è probabile che continui il ripiegamento verso costruzioni aventi i migliori requisiti di solidità e durata.

Le ricerche negli impianti sperimentali, ormai considerati come parte integrante ed indispensabile dell'attrezzatura delle ditte specialiste, continuano attivissime, sia per il perfezionamento delle forme costruttive, come per lo studio dei fenomeni sempre nuovi ed inaspettati che si presentano nelle costruzioni idrauliche. Per i casi più importanti, è invalso l'uso di sperimentare modelli di impianti completi, essendosi riconosciuta la necessità di tener conto delle influenze esterne alla turbina che, bene spesso, ne modificano in misura sensibile il comportamento.

In poche parole si può dire che la tendenza attuale è, in modo deciso, verso tipi di turbine che permettano di raggiungere il massimo rendimento e che assicurino la maggiore tranquillità di funzionamento.

2. — *Turbine per basse cadute.* - Negli impianti con basse cadute è notevole la diffusione, ormai rapidissima, della Turbina Kaplan con

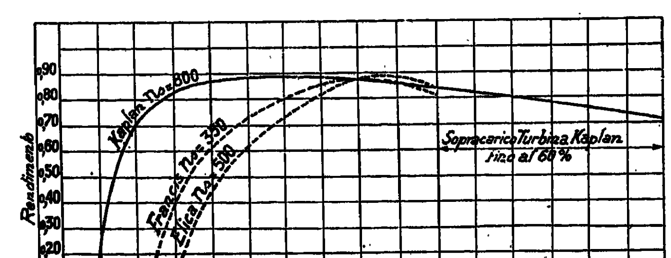


Fig. 1. — Curve comparative di rendimento per diversi tipi di turbine veloci.

ruota a pale registrabili, diffusione dovuta al fatto che, mentre si sono dimostrati del tutto infondati i dubbi che si avevano circa la durata ed il comportamento di queste ruote di costruzione complessa, i suoi vantaggi di rendimento e numero di giri elevatissimi si impongono sempre meglio all'apprezzamento della clientela.

Il diagramma fig. 1 mostra, a scopo comparativo, le curve di rendimento di tre diversi tipi di turbine veloci, funzionanti, s'intende, nelle stesse condizioni di caduta e portata, e da esso appare evidente di quanto la curva di rendimento della Kaplan, nonostante il notevole maggior numero di giri, superi le altre due.

Se si aggiunge la possibilità di sopracaricare la turbina fino al 50 ÷ 60 % del normale, con sacrificio non eccessivo del rendimento, è facile persuadersi che questa turbina è quanto di meglio si può desiderare per l'utilizzazione delle cadute e delle portate molto variabili.

Nella figura 2 è rappresentato il diagramma a conchiglia (curve di egual rendimento) per una turbina di questo tipo.

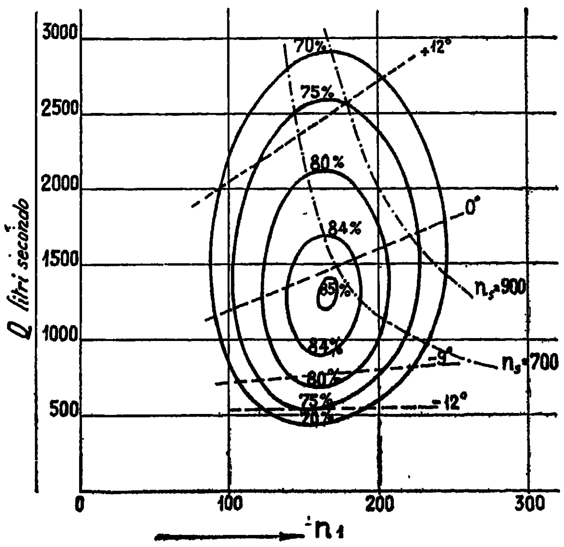


Fig. 2. — Diagramma a conchiglia del rendimento di una turbina « Kaplan ».

Le ruote Kaplan si costruiscono normalmente per numero di giri specifico $n_s = 800 \div 1000$ per le cadute inferiori a 5 m — per $n_s = 600 \div 800$ per le cadute maggiori.

La massima caduta utilizzabile colle Kaplan è praticamente limitata a $12 \div 14$ metri, mentre si può dire che non vi sono limiti per quanto riguarda la portata unitaria.

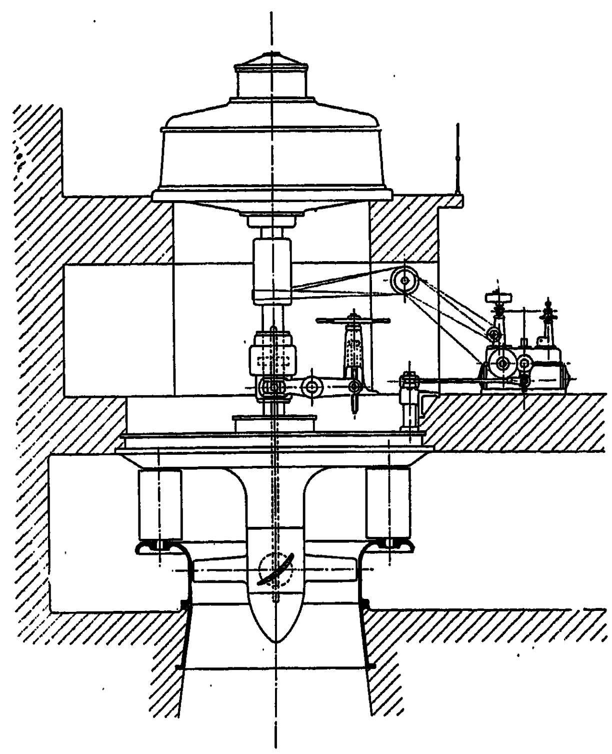


Fig. 3. — Turbina « Kaplan » con pale della ruota comandate meccanicamente.

Basta accennare all'impianto di Ryburg Schwörstad sul Reno, che si sta ultimando in questi giorni, nel quale sono installate turbine Kaplan capaci di erogare 300 m³ al secondo ognuna, con una caduta di circa 11 m. La potenza di ogni unità è di 29.000 kW e la velocità 75 giri al minuto. Il diametro delle ruote è di 7 m e da questo è facile arguire la grandiosità di questa eccezionale costruzione.

Nelle turbine di limitate dimensioni, il comando delle pale si fa con mezzi puramente meccanici; a mano con turbina ferma, quando la registrazione è richiesta solo a lunghi intervalli di tempo: a mano con turbina in movimento (fig. 3), quando le registrazioni sono richieste più frequentemente: per mezzo del regolatore automatico, quando si desidera che la turbina funzioni in ogni istante nelle migliori condizioni, indipendentemente dall'intervento del personale.

Per le turbine di maggiore importanza si preferisce il comando mediante servomotore a pressione d'olio, applicato nel mozzo della ruota, fig. 4 (brevetto Englesson) oppure fra due flangie in un punto intermedio dell'albero; in ogni caso l'albero deve essere forato per tutta la sua lunghezza per l'ammissione e lo scarico dell'olio in pressione dalla sommità dell'alternatore.

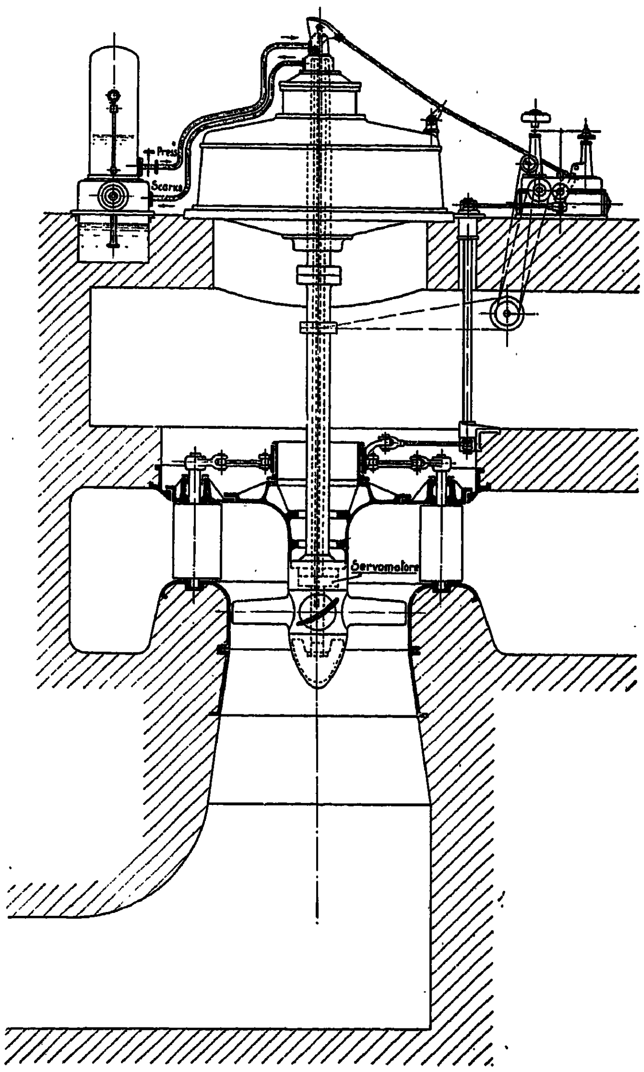


Fig. 4. — Turbina «Kaplan» con pale della ruota comandate mediante servomotore a pressione d'olio.

Questo sistema richiede naturalmente l'impianto di una apposita pompa, con accumulatore a cassa d'aria, per fornire l'olio in pressione nel caso in cui questo non sia altrimenti disponibile.

La turbina Kaplan, offrendo la possibilità di utilizzare con poche unità le più grandi portate, rende economicamente convenienti impianti con bassa caduta che, prima del suo avvento, non si sarebbero potuti prendere in considerazione, ed è facile previsione quella che le sue applicazioni saranno sempre più numerose in avvenire.

Per ora, in Italia, le turbine Kaplan più importanti, in funzionamento, sono quella di Mori per 50 ÷ 60 m³ al sec. con 10 m di caduta e quelle di Sessa Aurunca sul Garigliano per 40 m³ ognuna colla stessa caduta di circa 10 m. Sono poi attualmente abbastanza numerosi i piccoli impianti nei quali la Kaplan sostituisce vantaggiosamente le turbine ad asse orizzontale con ruote multiple, in tandem, ecc. essendo ormai riconosciuto che il costo, relativamente alto della turbina, è più che largamente compensato, oltre che dal rendimento elevatissimo, dalla grande semplificazione dell'impianto in generale e delle opere murarie in particolare.

3. — *Turbine Francis per medie cadute.* - Ho già accennato come, per queste turbine, la disposizione ad asse verticale venga ora molto più frequentemente usata che in passato, per il fatto che essa consente rendimenti elevati. Il percorso dell'acqua attraverso una turbina ad asse verticale si effettua nel modo più semplice, col minor numero cioè di curve o deviazioni: inoltre la turbina può essere collocata a quella altezza, sul pelo di scarico, che è prudente di non superare se non si vuole incorrere nel pericolo dei cosidetti fenomeni di cavitazione tanto dannosi per il rendimento e per la conservazione della macchina, mentre i generatori elettrici possono essere collocati a quella

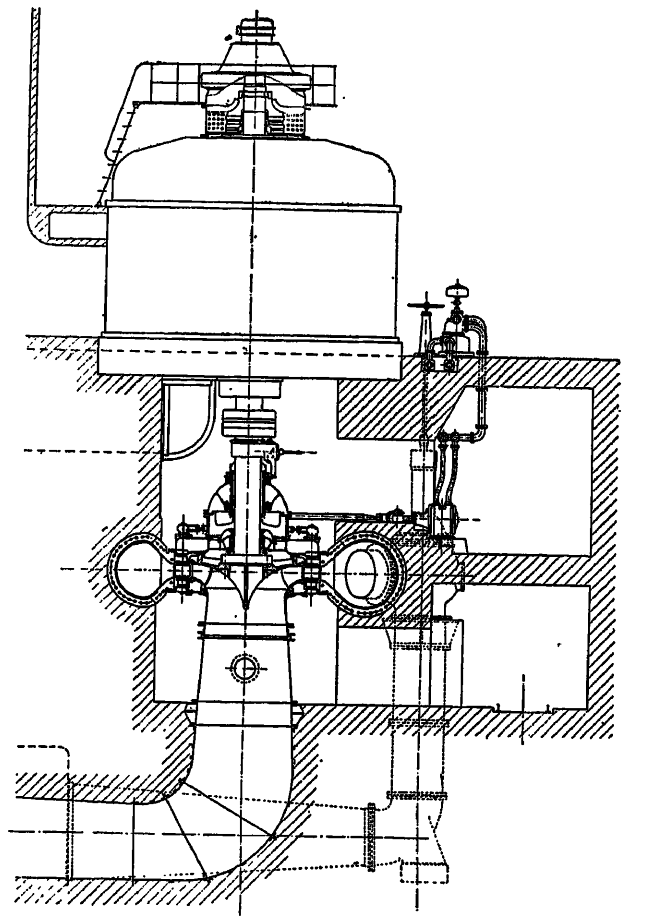


Fig. 5. — Impianto Isarco - Turbina da 33.000 kW - $H = 155$ m - giri 252 e 300.

maggiore altezza che più si ritiene conveniente in considerazione delle circostanze locali. La caduta di 200 m, per molto tempo ritenuta come limite massimo di applicazione per questo tipo di turbina, è stata ultimamente di gran lunga sorpassata e si è arrivati ai 300 m ed oltre.

In un impianto italiano in corso di esecuzione, verranno installate turbine Francis sotto la caduta di 375 m.

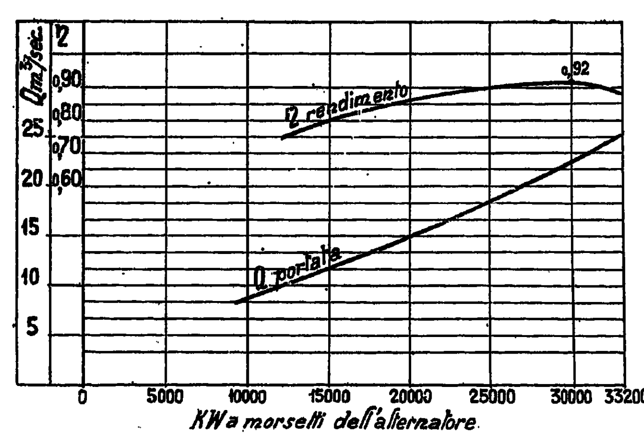


Fig. 6. — Impianto Isarco - Turbine ad asse verticale $H = 155$ m - $Q = 25.000$ l - Rendimento a 300 giri (50 periodi).

Quale esempio di grandioso e moderno impianto con turbine di questo genere si può citare quello di Cardano sull'Isarco, con 5 unità da 33.000 kW ognuna. Caduta 155 m, giri 252 e 300.

La figura 5 mostra una delle turbine col perno di sospensione applicato sopra l'alternatore. Ogni turbina è provvista di scarico sincrono e di regolatore, del sistema così detto a pressione costante, cioè con pompa indipendente ed accumulatore a cassa d'aria per l'olio

in pressione. Il regolatore propriamente detto e la pompa colla cassa d'aria sono collocati sul piano degli alternatori, mentre i cilindri servomotori sono applicati direttamente al distributore.

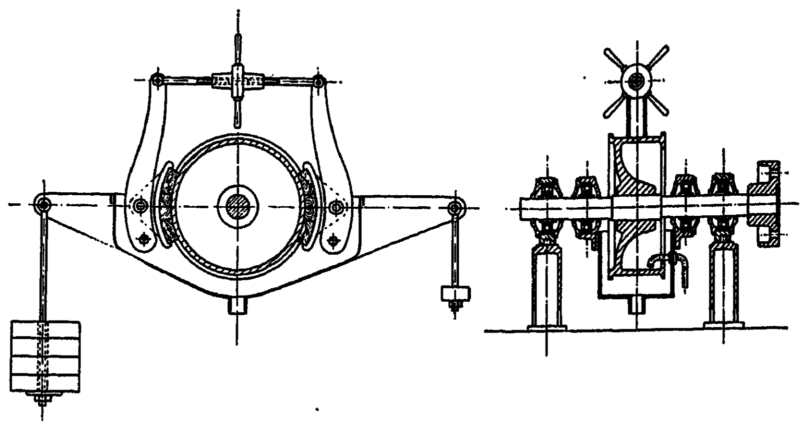


Fig. 7. — Freno dinamometrico per impianto Sala Prove.

Le turbine, già da tempo in funzionamento, sono state assoggettate a rigorosissime prove di collaudo. La Società dell'Isarco non ha badato a spese nel provvedere quanto necessario per raggiungere la massima possibile esattezza; dalla costruzione di una resistenza liquida

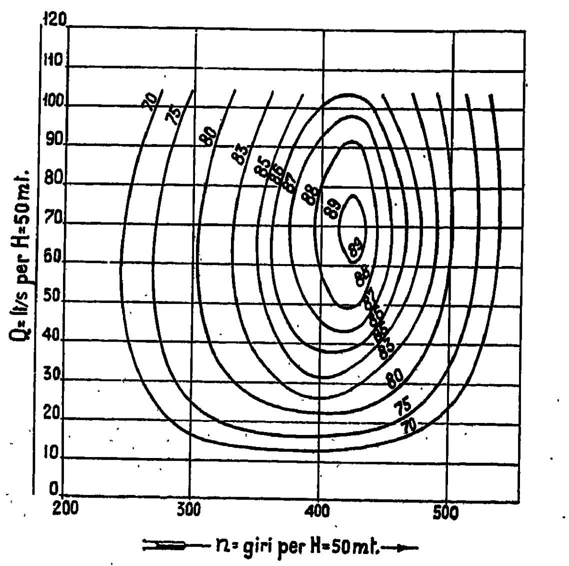


Fig. 8. — Diagramma a conchiglia - Rendimento turbina « Pelton » sperimentale.

capace di assorbire per un tempo indefinito il massimo carico, alla costruzione, nel canale di scarico, di un elaborato impianto per la misura dell'acqua col mezzo di una batteria di nove mulinelli con registrazione automatica, sistema Ott.

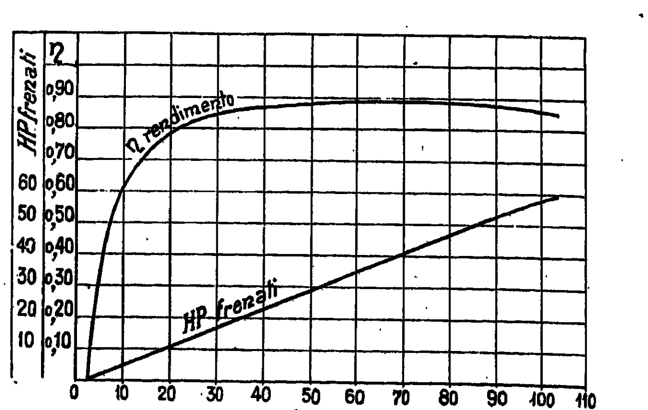


Fig. 9. — Impianto sperimentale turbine « Pelton ». Curva del rendimento con $H = 50$ m - giri 420.

Le misure d'acqua, ripetute quante volte si ritenne necessario per eliminare qualunque incertezza, furono in numero di 78.

I risultati ottenuti furono superiori alle garanzie, già per sè stesse elevatissime. La curva di rendimento a 300 giri, rappresentata nella figura 6, ha un massimo del 92 %; constatato in più di u prova.

In generale, il funzionamento del macchinario che, come è not venne fornito dalla « Riva », è risultato perfetto in tutte l sue parti, senza eccezione. Specialmente rimarchevole comportamento dei perni di sospensione, tipo Michell, ch non diedero mai luogo al benchè minimo inconveniente, no solo in funzionamento normale, ma anche quando, nel pe riodo di avviamento, per cause diverse, ebbero a funzionare per qualche tempo, in circostanze sfavorevolissime.

E' pertanto legittimo il compiacimento della Ditta Co struttrice milanese per avere felicemente superato le no lievi difficoltà inerenti a questa fornitura di eccezionale im portanza.

4. — *Turbine per alte cadute.* - Contrariamente a quant si verifica per le Francis, la disposizione migliore per l Pelton è quella ad asse orizzontale, ed il massimo rendi mento si ottiene se la ruota è alimentata da un solo getto.

Le ruote Pelton con un solo getto, normalmente usate in America senza alcuna eccezione, nella maggior parte dei casi consentono un numero di giri limitato e, per questa ra gione, si costruiscono da noi, in maggior numero, turbine a due getti sulla stessa ruota, colle quali il rendimento risulta necessariamente di alquanto sacrificato.

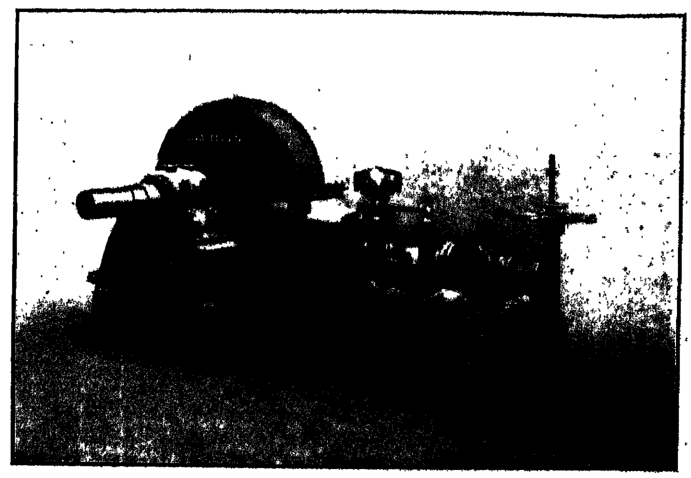


Fig. 10. — Turbina Pelton con getto unico 1550 kW - Caduta 300 m.

La perdita di rendimento è naturalmente maggiore nelle turbine Pelton ad asse verticale con getti multipli, il cui impiego dovrebbe essere limitato a quei casi nei quali non è assolutamente possibile fare diversamente.



Fig. 11. — Turbina Pelton a due ruote ognuna con getto unico 1600 kW - Caduta 330 m.

Anche le ruote Pelton veloci, cioè aventi diametro molto piccolo, in confronto al diametro del getto, $(\frac{D}{d} < 9 \div 10)$, devono essere

usate con molta circospezione e solo per cadute relativamente moderate.

Il problema delle turbine Pelton è stato ultimamente studiato a fondo nella sala prove della «Riva», nella quale venne predisposto un

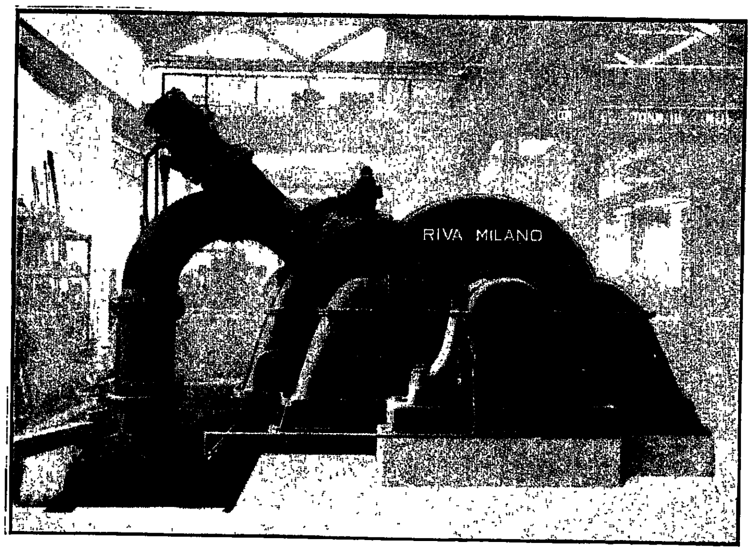


Fig. 12. — Turbina Pelton a ruota unica con due getti 15.500 kW - Caduta 480 m.

impianto per una portata massima intorno ai 100 lt/sec. ed una pressione di circa 50 m ossia per una potenza massima frenata di 60 HP. Ritengo superfluo descrivere l'impianto in dettaglio ed enumerare tutte le cautele che si sono prese per raggiungere la massima esattezza nelle prove; dirò solamente che difficoltà non lievi si ebbero per causa del freno dinamometrico e che misure di potenza assolutamente sicure si poterono ottenere solamente dopo la costruzione di un freno alquanto diverso dai soliti, fig. 7, il quale, pur conservando la semplicità ed i vantaggi dei freni ad attrito meccanico, è risultato di estrema sensibilità e precisione.

L'indagine sistematica, estesa a tutte le parti costituenti la Turbina Pelton, ha condotto, per gradi successivi, ai rendimenti, elevatissimi, se si tien conto delle dimensioni limitate della turbina di prova, che figurano nel diagramma a conchiglia, fig. 8, ed in quello fig. 9, ricavato dal primo in corrispondenza della velocità di massimo rendimento.

In seguito ai risultati così ottenuti, la «Riva» ha modificato radicalmente la costruzione delle sue turbine Pelton e non può sussistere dubbio che le nuove costruzioni, già sanzionate dalla pratica in qualche applicazione di notevole potenza, potranno competere vantaggiosamente colle migliori del genere.

Le figure 10, 11, 12 e 13 danno un'idea di qualcuna delle nuove costruzioni. La figura 10 rappresenta una turbina da 1550 kW con $H = 300$ m, ruota unica ed un solo getto, la fig. 11 una turbina da 1600 kW con $H = 330$ m, con due ruote ed un solo getto per ruota.

Le figg. 12 e 13 due viste diverse di una turbina da 15.500 kW con $H = 480$, ruota unica e due getti.

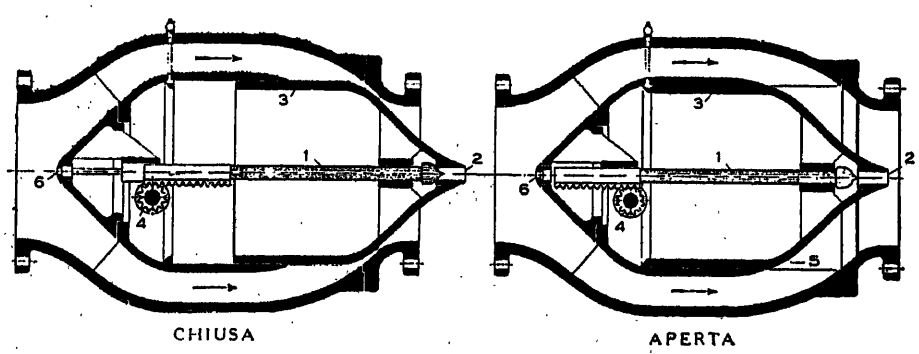


Fig. 14. — Valvola Larner Johnson aperta e chiusa.

Anche il sistema di regolazione è stato migliorato senza peraltro mutarne le basi, con varianti di dettaglio sulle quali non è qui il caso di soffermarci.

5. — *Valvole di chiusura.* - L'importanza di questi organi negli impianti alimentati da condotte forzate, è fuori discussione. Per molti anni furono in uso due soli tipi: le valvole a farfalla per basse pressioni e per grandi diametri, le valvole a saracinesca per tutti gli altri casi. Più recentemente hanno incontrato favore altri tipi di valvole, fra le quali si possono ricordare: la *valvola Larner Johnson* (1), figura 14, applicabile in qualunque caso con piena sicurezza di funzionamento perfetto e che sarebbe sempre preferita se non fosse relativamente costosa; la *Valvola rotativa,* costituita da un corpo sferico nel quale è contenuto un tratto di tubo che può ruotare di 90° e che, a seconda della sua posizione, lascia libera o chiude la luce di passaggio. La tenuta ermetica si ottiene con dispositivi diversi a seconda dei costruttori.

Così ad esempio nel tipo «Riva» (fig. 15) il corpo rotante, nella posizione di chiusura, viene avvicinato e premuto contro la sede mediante la rotazione dei due cuscinetti eccentrici sui quali è imperniato.

Si hanno quindi due servomotori; uno per la rotazione del corpo principale, l'altro per l'accostamento od il distacco di quest'ultimo dalla sede.

Una valvola di questo tipo, col diametro di m 1,95, è attualmente in costruzione.

L'inconveniente principale delle valvole a farfalla, cioè l'imperfetta tenuta, viene ovviato colla nuova costruzione, brevetto Allis Chalmers, figura 16. (2)

L'albero di rotazione è disposto in posizione inclinata rispetto all'asse del tubo: con questo artificio, il bordo di tenuta della lente, non più interrotto dal passaggio dell'albero, può essere tornito perfettamente circolare, in modo da ridurre al minimo il gioco colla sede, e può anche essere munito di una guarnizione espansibile, ad esempio un tubo di gomma nel quale sia possibile immettere dell'acqua in pressione, così da ottenere una tenuta perfetta.

6. — *I rendimenti delle turbine.* - L'opinione che da tutte le turbine che si costruiscono attualmente si debbano ottenere rendimenti prossimi od anche superiori al 90%, è più generalmente diffusa di quanto si potrebbe credere e, siccome essa male corrisponde alla realtà, mi sembra valga la pena di rettificarla.

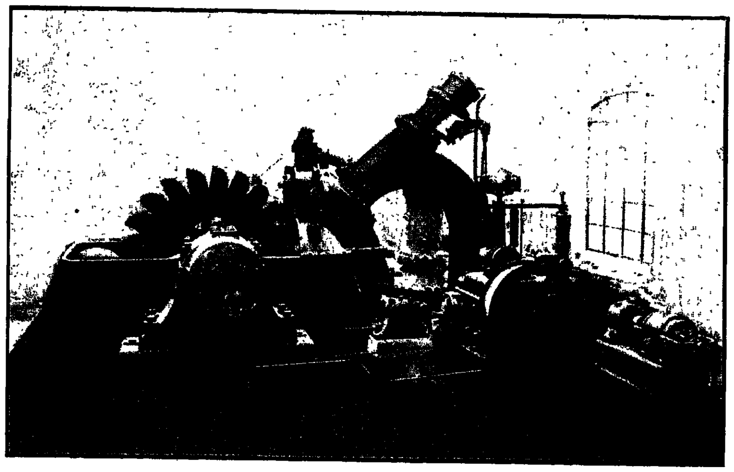


Fig. 13. — Turbina Pelton a ruota unica con due getti 15.500 kW - Caduta 480 m.

Che, colle moderne turbine, si possano ottenere i suddetti valori del rendimento, è fuori dubbio: le curve riportate nelle figg. 6 e 9, stanno a dimostrarlo, se ancora ve ne fosse bisogno.

Non si deve tuttavia credere che questi rendimenti elevatissimi si ottengano come cosa normale grazie ai perfezionamenti delle forme costruttive: essi si raggiungono solamente quando, oltre alla costruzione perfetta del macchinario in sè stesso, concorrano molte altre circostanze favorevoli che raramente si verificano per cause diverse ed anche indipendenti dalla volontà del costruttore.

Premesso che i rendimenti massimi sono ottenibili solo colle unità di grande potenza o per lo meno di grande capacità, le cause più frequenti che influiscono nel senso di ridurli in maggiore o minore misura sono: La necessità di funzionare a due frequenze, la scelta di un numero di giri elevato per ragioni di economia, la disposizione d'impianto non perfetta, imposta da circostanze locali o dalle preferenze del cliente e perfino, qualche volta, dalle esigenze architettoniche della centrale.

(1) Licenza alle Costruzioni Meccaniche Riva - Milano.
(2) Licenza alle Costruzioni Meccaniche Riva - Milano.

A titolo di semplice orientamento, e senza la minima pretesa di stabilire delle cifre di carattere generale ed assoluto, si può dire che, allo stato attuale della tecnica, i rendimenti industriali delle

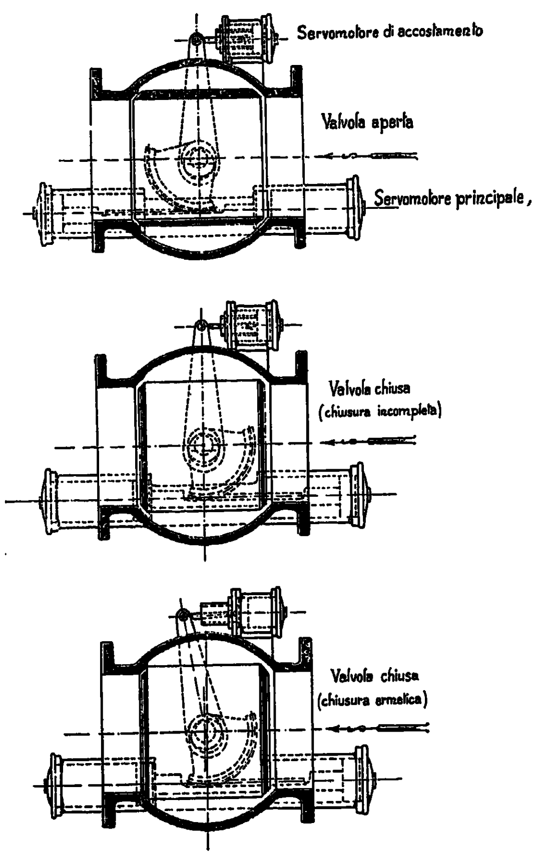


Fig. 15. — Valvola rotativa con chiusura ad accostamento. (Brevetto «Riva»).

turbine si possono ritenere compresi fra 80 e 85 % per le piccole potenze, fra 83 e 88 % per le turbine Francis ad asse orizzontale, le turbine Pelton a getti multipli, anche se di grande potenza: rendimenti superiori all'88 % sono eccezionalmente possibili in impianti ad una sola frequenza, con turbine ad elica o Francis ad asse verticale di grandi dimensioni ed anche con turbine Pelton ad asse orizzontale, in condizioni particolarmente favorevoli.

Anche escludendo i valori troppo ottimistici, resta sempre all'attivo un notevole progresso nel rendimento dei moderni impianti di turbine ed è fuori dubbio che le Società esercenti avrebbero tutto l'interesse a prendere in esame la convenienza di modernizzare il macchinario delle centrali troppo antiquate. E' questo un problema che va studiato con molta ponderazione, previo un accertamento esatto del rendimeno del vecchio macchinario, ma si può con sicurezza affermare che non sono pochi i vecchi impianti nei quali, con una spesa relativamente limitata, sarebbe possibile aumentare la produzione di energia del 10 % ed oltre.

Trasformazioni di questo genere, talune di importanza notevole, sono in corso di attuazione ed è augurabile che l'esempio venga seguito su larga scala.

7. — *Materiali resistenti alle corrosioni.* - Un inconveniente grave, che si verifica spesso nell'esercizio delle turbine idrauliche, è quello delle corrosioni che intaccano e mettono più o meno rapidamente fuori servizio le ruote e alcune parti dei distributori. I progressi nella pratica della saldatura autogena permettono di ripristinare, con spesa relativamente piccola, i pezzi logorati senza dover ricorrere a costosi ricambi. Resta però sempre il danno della imperfetta utilizzazione del macchinario, sia per la progressiva diminuzione del rendimento, come per le fermate occorrenti per le riparazioni.

La ricerca dei mezzi atti ad eliminare o ridurre al minimo possibile questi inconvenienti è sempre argomento di studio intenso da parte dei costruttori.

Contro i logoramenti dovuti al passaggio di sabbia dura e tagliente non vi sono rimedi efficaci all'infuori degli impianti dissabbiatori nel canale di presa. Diversamente stanno le cose rispetto alle corrosioni spugnose, dovute ai cosidetti fenomeni di cavitazione, fenomeni che, nonostante gli studi e le esperienze incessanti, non sono ancora completamente chiariti nella loro essenza.

Per le turbine a reazione si sono stabilite delle norme che fissano il limite massimo di caduta sotto la quale una turbina può funzionare, in relazione al suo numero di giri specifico e l'altezza massima di aspirazione ammissibile in ciascun impianto, limiti che non devono essere oltrepassati se si vuole evitare il pericolo della cavitazione. Siccome però queste norme non hanno valore assoluto, si cerca di ottenere la sicurezza massima possibile ricorrendo all'impiego di quei materiali che l'esperienza ha dimostrato particolarmente resistenti a questo genere di corrosioni, fra questi è largamente usato il bronzo.

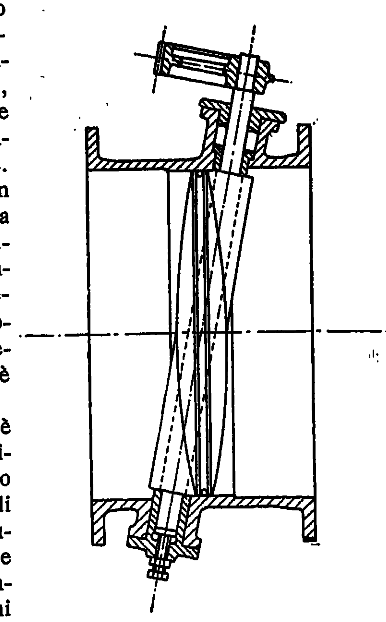


Fig. 16. — Valvola a farfalla tipo Allis Chalmers.

In questi ultimi tempi è stato proposto l'acciaio inossidabile ad alto tenore di cromo nickel che ha caratteristiche di resistenza meccanica molto superiori a quelle del bronzo e può quindi essere impiegato anche nei casi di sollecitazioni molto elevate.

E' da notare che, solo da poco tempo, le acciaierie sono in grado di fornire getti di questo materiale e non si hanno molte prove conclusive circa il suo comportamento; si attende quindi con interesse l'esito delle prove in corso.

Con questo materiale, di costo molto elevato, si sono costruite le pale delle turbine Kaplan dell'Impianto di Ryburg Schwörstad. Nella previsione che anche le pale delle ruote Pelton possano essere costruite convenientemente con questo materiale, si sta facendo da noi un'esperienza in grande scala su due turbine da 34.000 kW, ora in costruzione, delle quali una avrà le pale d'acciaio fuso normale, l'altra di acciaio inossidabile. Siccome le due turbine funzioneranno nella stessa centrale, il confronto sarà decisivo.

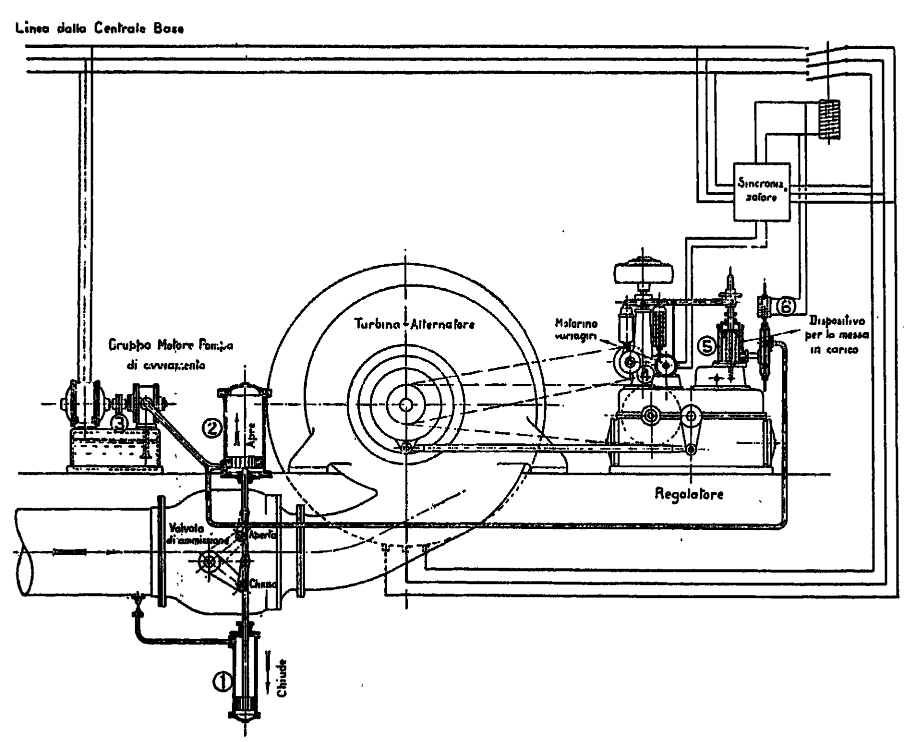
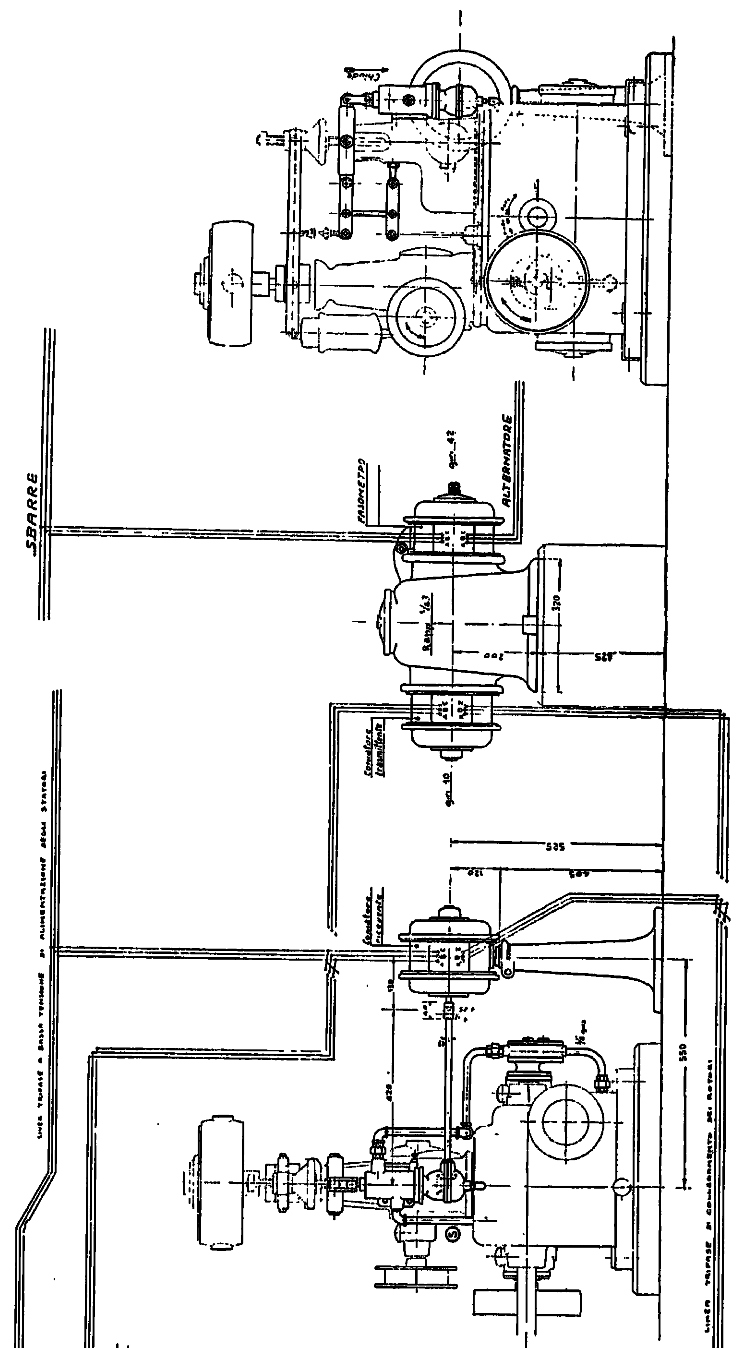
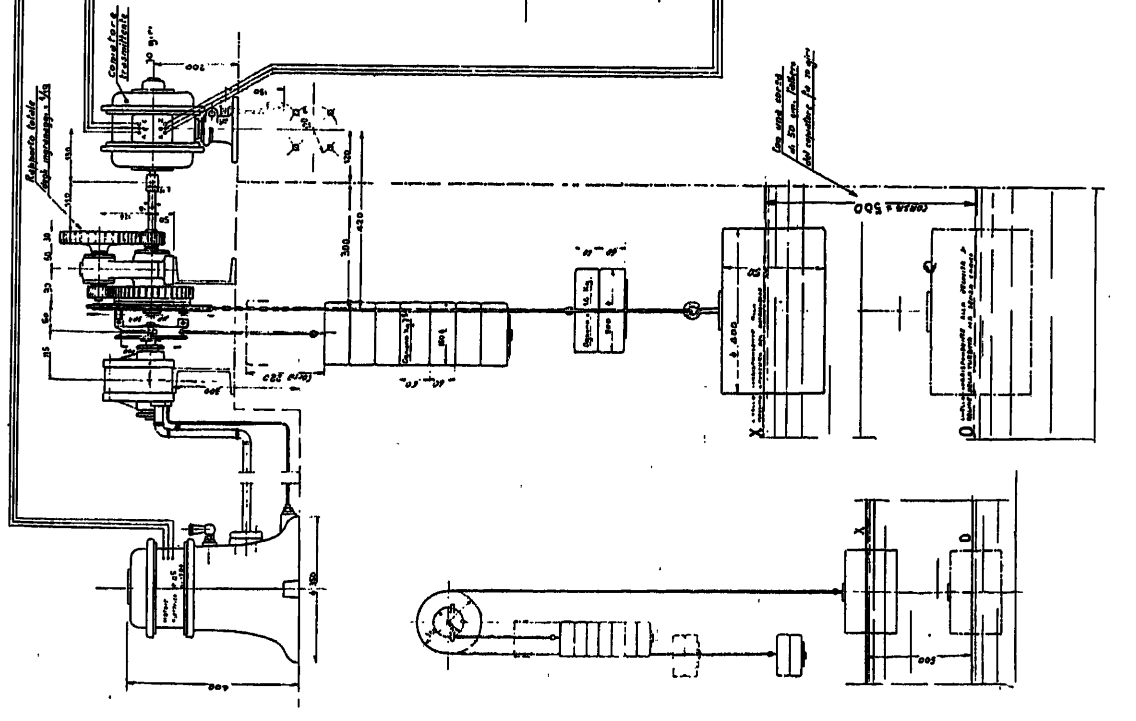


Fig. 17. — Schema dei meccanismi per una centrale automatica.

8. — *Impianti di accumulazione.* - Fra i mezzi escogitati per accumulare l'energia, quello degli impianti con turbine e pompe, caduto in disuso per molti anni, dopo gli impianti di Clenezzo, Viù,

Viverone ed altri minori eseguiti in Italia, è tornato ultimamente in onore anche in alcuni recenti impianti italiani, ma più specialmente in Germania dove si sono costruiti, in breve tempo, numerosi impianti di questo genere, fra i quali quattro sono notevoli per la loro grandiosità, e cioè:

l'Impianto di	Niederwartha	con potenza complessiva	di	90.000 kW
» »	Herdecke	» » »	»	141.000 kW
» »	Bringhausen	» » »	»	120.000 kW
» »	Schluchsee	» » »	»	135.000 kW

Degno di nota il fatto che alcune di queste centrali sono destinate ad accumulare energia prodotta termicamente.

9. — *Le centrali automatiche.* - Cioè quelle che si avviano, funzionano e si arrestano senza l'intervento dell'uomo, dietro un semplice comando trasmesso da una centrale base allacciata alla stessa rete e situata ad una distanza qualunque, vanno rapidamente diffondendosi anche nel nostro Paese.

L'apparecchiatura necessaria per il funzionamento automatico di una centrale, è prevalentemente elettrica e varia a seconda che il generatore è sincrono od asincrono ed a seconda delle particolari esigenze di ciascun impianto.

Le centrali automatiche vengono di preferenza previste con una sola unità ad evitare eccessive complicazioni: l'avviamento e l'arresto, nella maggior parte dei casi, avvengono mettendo o togliendo la corrente nella linea di collegamento colla centrale base.

I dispositivi necessari per il funzionamento automatico della turbina sono relativamente semplici e non ne modificano sostanzialmente la struttura abituale.

Nella fig. 17 è indicato lo schema più semplice, applicabile nel caso di una turbina Francis il cui distributore non abbia tendenza ad aprirsi od a chiudersi sotto la pressione dell'acqua. Organo essenziale in una centrale automatica è la valvola di ammissione che deve essere tale da potersi aprire e chiudere senza l'ausilio di un by-pass. Ottime a questo scopo le valvole Larner Johnson, mentre per le basse cadute servono bene le valvola a farfalla.

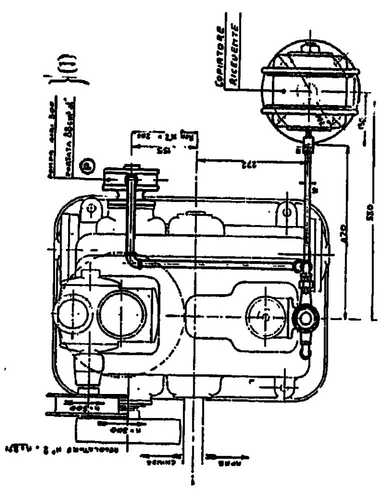


Fig. 18. — Dispositivo a galleggiante con copiatore elettrodinamico Pirazzoli.

La valvola di ammissione deve essere predisposta in modo che essa resti sempre chiusa, quando non sia altrimenti sollecitata, il che si ottiene applicando un contrappeso oppure un servomotore (1) in comunicazione diretta colla condotta forzata. L'apertura avviene per mezzo di un secondo servomotore (2) a pressione d'olio, capace di vincere lo sforzo del servomotore di chiusura oltre le resistenze meccaniche.

Le cose sono predisposte in modo che, all'atto dell'avviamento, la valvola di ammissione si trova completamente chiusa ed il distributore della turbina aperto di quel tanto che basta per lo spunto e la marcia a vuoto.

Un gruppetto ausiliario pompa-motore elettrico (3), che entra in funzione non appena si mette in tensione la linea, alla quale è direttamente collegato, fornisce olio in pressione e lo manda nel servomotore di apertura della valvola, la quale lentamente si apre e dà acqua alla turbina. Siccome il distributore di quest'ultima è parzialmente aperto, il gruppo comincia a girare e, in breve, raggiunge la sua velocità normale. A questo punto entra in azione il regolatore automatico a controllare i giri della macchina ed è quindi possibile l'intervento dei

dispositivi elettrici che provvedono alla sincronizzazione ed alla messa in parallelo. L'apparecchio sincronizzatore agisce sul regolatore per mezzo del solito motorino variagiri (4) che aziona la molla ausiliaria. Nello stesso momento in cui avviene la chiusura dell'interruttore di linea, entra in azione l'elettromagnete (6) che, spostando una piccola valvola di distribuzione, introduce olio in pressione nell'apparecchio (5), al disopra dello stantuffo visibile nella figura. La molla che teneva sollevato lo stantuffo si comprime ed il bilanciere del regolatore si porta nella posizione più bassa, che corrisponde alla massima apertura. La macchina, da questo momento, è in funzionamento regolare a pieno carico.

Per l'arresto, tolta la corrente dalla linea, e cessato il funzionamento del gruppo ausiliario (3), viene a mancare la pressione d'olio in (5) e in (2): così pure diventa inattivo l'elettromagnete (6). La molla dell'apparecchio (5), non più contrastata dalla pressione dell'olio, porta il bilanciere del regolatore nella posizione alta e provoca la chiusura della turbina fino al limite prestabilito, lasciando cioè la apertura occorrente per il successivo avviamento: contemporaneamente la valvola di ammissione inizia un lento movimento di chiusura per effetto del servomotore (1), mentre quello (2) serve da freno.

Non mi indugio a descrivere i diversi dispositivi di sicurezza che provocano l'arresto del gruppo quando si verifichi qualche irregolarità di funzionamento e mi limito ad osservare che, quando, come accade nella maggioranza dei casi, il distributore della turbina ha tendenza a chiudersi o ad aprirsi, è necessario aggiungere al regolatore un servomotore ausiliario, alimentato dal gruppetto (3) che provvede alla apertura parziale della turbina per l'inizio del movimento.

Lo schema esposto presuppone che la portata d'acqua disponibile sia costante e che non sia quindi necessario modificare l'apertura del distributore durante il funzionamento del gruppo. Quando, come spesso accade, la portata è variabile, le cose si complicano, in quanto occorre che l'apertura del distributore sia in ogni istante corrispondente alla quantità d'acqua disponibile e bisogna cioè applicare al regolatore i noti dispositivi a galleggiante.

Se il bacino di carico è lontano dalla Centrale, il problema di trasmettere le oscillazioni del galleggiante al regolatore della turbina non è tanto semplice.

Una soluzione interessante è quella ideata dal Pirazzoli di Bologna, in collaborazione coll'Ing. Alfredo Calzoni, rappresentata nella figura 18 e detta *Copiatore elettrico-dinamico*. Al bacino di carico le escursioni del galleggiante vengono trasformate, mediante apposito meccanismo moltiplicatore, in movimento rotatorio, e trasmesse al *copiatore trasmittente*, cioè ad un dispositivo elettrico di costruzione simile a quella di un motore sincrono, il cui rotore è collegato, mediante linea trifase, al rotore di analogo apparecchio situato in centrale, presso il regolatore e detto *Copiatore ricevente*. Gli statori dei due apparecchi sono alimentati da corrente trifase a bassa tensione, mediante apposita linea ed il sistema così costituito è tale che, qualunque spostamento angolare del rotore dell'apparecchio trasmittente, provoca identico spostamento angolare nel rotore dell'apparecchio ricevente. La trasmissione del movimento avviene in modo continuo e con notevole valore del momento torcente.

L'apparecchio ricevente, a sua volta, col sussidio di un relais a pressione d'olio, agisce nel modo noto sul regolatore.

La fig. 18 rappresenta anche l'applicazione di altro apparecchio brevetto Calzoni e cioè del *Ricercatore di sincronismo* (sincronizzatore elettro-idrodinamico) che può essere usato in luogo dei dispositivi puramente elettrici che fanno parte dell'apparecchiatura fornita dal Costruttore elettricista.

AVVOLGIMENTI TRIFASI

G. REBORA

Partendo dagli avvolgimenti trifasi a passo intero si fornisce la «chiave» per il tracciamento degli avvolgimenti a passo accorciato oggi largamente usati. Di essi vengono precisate le speciali caratteristiche, insieme alle formule ed ai rapporti numerici necessari alla determinazione ed al disegno dell'avvolgimento stesso.

E' inoltre esposto un nuovo metodo, del tutto generale ed applicabile ad ogni tipo di avvolgimento, per il calcolo della somma geometrica delle f.e.m. di una fase. Seguono esempi numerici.

1. - Premessa.

Mentre gli avvolgimenti per corrente continua si sono ridotti ormai ai due tipi ben noti: Serie e Parallelo, gli avvolgimenti per correnti trifasi presentano ancora una grande varietà e proprio in questi ultimi tempi il diffondersi dei passi accorciati ha esteso il numero dei modelli.

Può recare meraviglia che la attuale tendenza di semplificare e di unificare ogni manifestazione tecnologica non abbia agito in questo ramo speciale ma si deve tenere presente che gli avvolgimenti a passo accorciato offrono il mezzo di risolvere molti problemi e rendono in realtà utili servizi poichè consentono comodi adattamenti a tensioni e polarità diverse e grande libertà di scelta negli elementi costitutivi.

In Europa il tipo a passo intero ha regnato per decenni senza quasi eccezioni e solo ora i tipi a passo accorciato sono qua e là impiegati.

Dalla osservazione dei modelli in uso si possono dedurre concetti e regole generali utili a metter in rilievo i caratteri specifici necessari alla comprensione dei singoli casi. Senza una «chiave» riesce impossibile tracciare un avvolgimento.

Ciò premesso vale la pena di studiare brevemente gli avvolgimenti trifasi di tipo aperto oggi più in uso cominciando dai tipi ormai tradizionali a passo intero per venire ai più recenti a passo accorciato.

2. - Definizioni generali.

Suppongo già noti i concetti fondamentali che governano gli avvolgimenti e richiamo solo qui il significato dei simboli usati in questo studio.

τ) passo polare $\tau = \frac{\pi D}{p}$. L'arco τ corrisponde a 180° gradi elettrici;

D) Diametro dell'avvolgimento al traferro;

p) n° di poli;

α) angolo elettrico (angolo di fase fra due elementi di avvolgimento spostati di un certo angolo meccanico);

angolo elettrico = (angolo meccanico) $\times \frac{p}{2}$. E tra 2 canali contigui:

$$\alpha = \frac{360^\circ}{C} \frac{p}{2};$$

q) n° dei canali per polo e fase. Per i trifasi: $q = \frac{C}{3p}$;

C) n° dei canali di tutto l'avvolgimento;

y_c) passo ai canali. Il passo ai canali è quel numero che aggiunto al numero del canale da cui si parte dà il numero del canale a cui si arriva. Esempio: $y_c = 7$ significa che la zona coi suoi due lati occupa i canali 1 ed 8;

K_1) fattore di forma (per distribuzioni sinusoidali di campo $K_1 = 1{,}11$);

K_2) fattore di avvolgimento per passo intero;

K_3) fattore di passo;

x) coefficiente di accorciamento espresso in frazione di passo.

$$\text{Passo intero} = \frac{\text{n° totale canali}}{\text{poli}} = \frac{C}{p}.$$

Nelle applicazioni si chiama «fase» il complesso dei conduttori percorsi dalla medesima corrente. La definizione vale in senso lato anche quando la corrente totale si divide in due o più elementi in parallelo.

La parola «fase» serba inoltre, in generale, il suo significato ben noto e si dice «differenza di fase» l'angolo tra due vettori rappresentanti grandezze sinusoidali.

Chiameremo:

avvolgimento ad 1 zona per canale quello nel quale i conduttori

contenuti nel canale stesso, uscendo, si dirigono tutti in un senso, costituendo un solo elemento;

avvolgimento a 2 zone per canale, quello in cui gli elementi del canale uscendo, si dirigono metà in un senso e metà in senso contrario, costituendo 2 elementi distinti.

3. - Distribuzione dei conduttori.

Se lungo il pacco lamiere osserviamo la distribuzione dei conduttori appartenenti alle singole fasi, notiamo, prescindendo dalle modalità di collegamento frontale, che i conduttori stessi risultano diversamente ordinati secondochè l'avvolgimento appartiene all'uno od all'altro tipo.

Avvolgimento a passo intero. - Ogni fase occupa in modo continuo sotto ogni polo un terzo del passo polare $\left(\frac{3}{1}\tau\right)$ (figg. 1, 2, 3, 5, 14).

I conduttori sono cioè distribuiti uniformemente lungo 60° gradi elettrici.

Avvolgimento a passo accorciato. - Ogni fase occupa un tratto maggiore di un terzo del passo polare $\left(>\frac{1}{3}\tau\right)$. Ordinariamente l'estensione corrisponde ad un angolo compreso fra 60° e 120° gradi elettrici (figg. 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13).

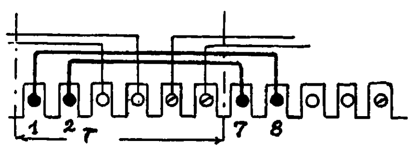


Fig. 1.

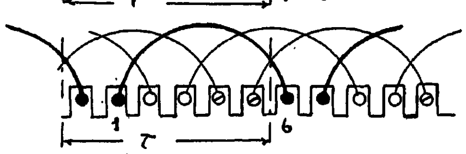


Fig. 2.

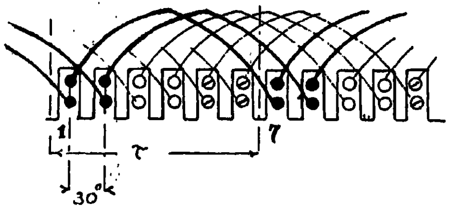


Fig. 3.

Gli avvolgimenti sia a *passo intero,* sia a *passo accorciato* possono essere costituiti da *1* oppure da *2* zone per canale, formando un solo o due strati sovrapposti.

Ci si riferisce sempre alla zona o al lato di matassa quale elemento caratteristico dell'avvolgimento all'infuori del numero effettivo dei conduttori che può essere qualunque e non ha alcuna influenza sul tracciamento teorico dell'avvolgimento stesso.

Per i tipi a *passo intero* con *1* o con *2* zone per canale la distribuzione degli elementi non varia. La fase occupa sempre $\frac{1}{3}\tau$ (60° gradi elettrici) sotto ogni polo (figg. 1, 2, 3, 5, 14).

Per i tipi a *passo accorciato*:

Se ad *1* zona per canale la maggiore estensione della fase lungo il passo è data da elementi di altra fase variamente intercalati coi primi (figg. 11, 12, 13).

Se a *2* zone per canale la maggiore estensione della fase corrisponde complessivamente ai tratti occupati in parte nello strato superiore dell'avvolgimento e in parte in quello inferiore sempre, per ciascun strato, in gruppo continuo. I due gruppi risultano però spostati l'uno rispetto all'altro. Ed ancora lo scorrimento dei due complessi è tanto maggiore quanto più accentuato è l'accorciamento di passo. Le figg. 6-7 mostrano chiaramente il fatto. Se lo spostamento è nullo si ricade nel caso del passo intero (fig. 3-5).

Se l'accorciamento è 2/3 (fig. 15) i due sistemi si separano nettamente. Se si accorcia ancora il passo ($<$ 0,666) i complessi si allontanano come in fig. 8.

4. - Numero canali per polo e fase.

L'espressione generale di q (numero canali per polo e fase nei sistemi trifasi) è:

$$q = \frac{C}{3p} \qquad (1)$$

Nei tipi a *passo intero* ad *1* oppure a *2* zone per canale ed in quelli a *passo accorciato* ad *1* zona per canale, q è intero.

Difatti ogni fase è rappresentata da uno stesso numero di elementi e di canali sotto ogni polo. N° canali $= 3\,q\,p$.

Fa però eccezione a questa regola un tipo speciale di avvolgimento ad 1 zona per canale equivalente ad un passo intero per cui q è frazionario. Esso risulta (fig. 4) da un numero di elementi periodicamente differente sotto i diversi poli.

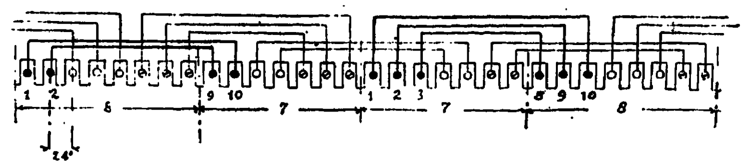


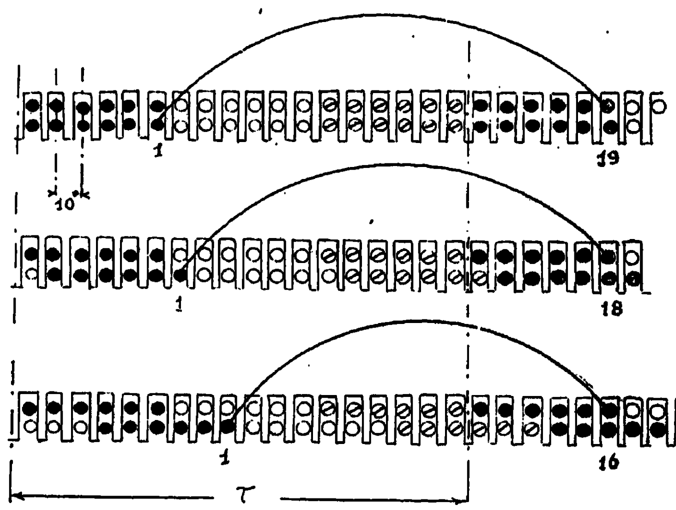
Fig. 4.

Il tipo indicato è solo possibile per numero di poli divisibile per 4.

Nei tipi a *passo accorciato,* con due zone per canale q può essere intero o frazionario. E' intero nei modelli (fig. 6, 7, 8, 9) è invece frazionario nella fig. 10.

Esaminando la distribuzione delle fasi nei canali si nota una differenza sistematica fra i tipi ad *1* zona per canale (a passo intero od accorciato) ed i tipi a passo accorciato con *2* zone per canale.

Nei primi il numero q corrisponde realmente ai canali occupati dalla fase per ogni polo. Per i secondi invece la fase occupa sotto ciascun polo un numero di canali maggiore di q alcuni dei quali interamente con una fase altri solo per metà, l'altro lato di zona appartenendo ad altra fase.



Figg. 5, 6 e 7.

Così in fig. 5 per cui $q = 6$ i canali sono realmente occupati dalla stessa fase. Nelle figure 6, 7 pur avendo sempre l'avvolgimento $q = 6$, i canali occupati sono in realtà rispettivamente 7 e 9.

Il valore di q quando è intero va quindi inteso come il numero di canali completamente riempiti dalla stessa fase. In fig. 6, per es., dei 7 canali, n° 5 sono del tutto occupati dalla fase e n° 2 da un solo lato ciascuno: essi corrispondono nel loro insieme ad *1* canale completo, così che si ritorna ad avere $q = 6$ come si doveva.

Nel caso di q frazionario la cosa è un po' più complicata.

Vediamo la fig. 10. Sotto ogni polo figurano periodicamente: 4 — 4 — 5 — 5 elementi o lati di matassa per fase. Considerando 4 poli (ciclo della variazione) si avrà: $\frac{4+4+5+5}{4} = 4{,}5$ elementi per polo e fase cioè $\frac{4{,}5}{2} = 2{,}25$ canali per polo e fase. Il che coincide secondo la definizione generale con:

$$\frac{C}{3p} = \frac{270}{3 \times 40} = 2{,}25.$$

Si ripetono periodicamente per ogni fase *3* gruppi a *2* zone + *1* gruppo a *3* zone (fig. 28).

Coi passi interi in ogni canale c'è una sola fase. E per un certo numero di canali di seguito la fase è la stessa.

Coi passi accorciati ad *1* elemento per canale la stessa fase è intercalata da canali di fase diversa.

Coi passi accorciati ma a *2* zone per canale nello stesso canale si possono trovare *2* zone della stessa fase od anche zone di fase di-

versa. Se l'accorciamento è $\frac{2}{3} = 0{,}666$, allora in ciascun canale prendono posto 2 fasi differenti (fig. 15).

5. - Passi e armoniche di f. e. m.

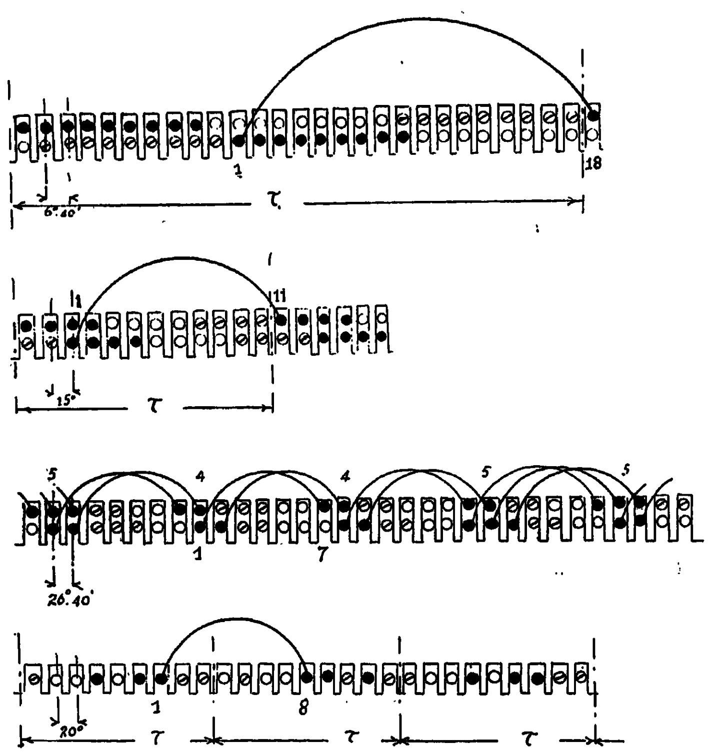
L'angolo elettrico tra due canali contigui è come si è detto:

$$\alpha = \frac{360^\circ}{C} \frac{p}{2} \qquad (2)$$

Per un'armonica di un ordine qualunque ν si ha:

$$\alpha_\nu = \nu \frac{360^\circ}{C} \frac{p}{2} \qquad (3)$$

Supposta sinusoidale la distribuzione del campo se in luogo del passo τ si adotta il passo $\frac{\nu - 1}{\nu}\tau$ si annulla l'armonica di ordine ν.



Figg. 8, 9, 10 e 11.

Così per eliminare la III^a armonica il passo sarà $\frac{3-1}{3}\tau = \frac{2}{3}\tau$

» » » » V^a » » » » $\frac{5-1}{5}\tau = \frac{4}{5}\tau$

» » » » VII^a » » » » $\frac{7-1}{7}\tau = \frac{6}{7}\tau$

e così via.

Col passo appropriato le f. e. m. corrispondenti all'armonica relativa si elidono perchè data la posizione angolare dei 2 elementi messi in serie le f. e. m di armonica risultano in opposizione. Infatti, supponiamo per es. un conduttore corrispondente ad una fase f. e. m. = e connesso in serie con un altro identico a 120° gradi elettrici. La f. e. m. risultante dei due per la fondamentale è: $e\sqrt{3}$.

L'angolo tra i due conduttori per l'armonica III^a è 120° × 3 = 360°. La risultante è zero. Resta annullata così la III^a armonica con un passo

$$\frac{\nu - 1}{\nu} = \frac{3-1}{3} = \frac{2}{3}.$$

6. - Fattore di avvolgimento e fattore di passo.

A parità di altre condizioni la distribuzione dei conduttori lungo il passo τ ha effetto sulla f. e. m. indotta, sulla reazione di statore nelle macchine sincrone, sulla reattanza di dispersione, sugli amperefili-cm, sulla corrente a vuoto dei motori asincroni, per citare i problemi più comuni.

La risultante delle f. e. m. di due conduttori in serie spostati lungo il passo polare di un angolo elettrico α è la risultante geometrica delle due f. e. m.

Dalla posizione angolare dei due elementi si ricava come è stato indicato l'angolo elettrico di fase.

Sono sempre in fase tra loro le f. e. m. dei conduttori di uno stesso canale ed i conduttori spostati di 360° gradi elettrici.

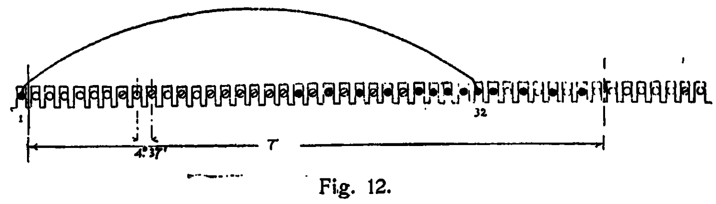
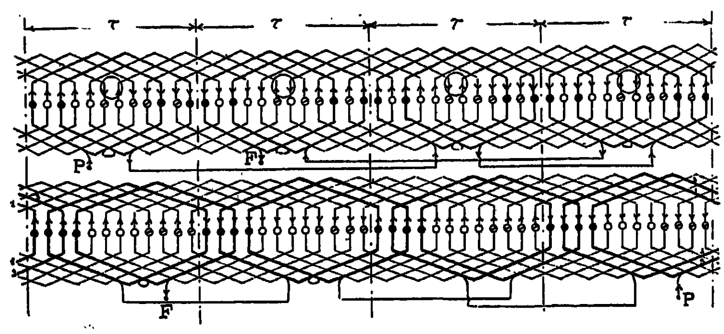


Fig. 12.

Sono in fase, salvo il segno, i conduttori a 180° gradi elettrici.

La risultante delle f. e. m., supposte tutte eguali, di n_0 conduttori in serie, tutti in fase tra loro, è $n_0 e$ essendo e la f. e. m. relativa ad un conduttore. Se gli elementi componenti la serie non sono in fase la f. e. m. risultante sarà la somma geometrica delle f. e. m. componenti.

Nota la f.e.m. di 1 elemento, la risultante sarà la somma algebrica delle componenti moltiplicata per il rapporto $\frac{\Sigma \text{ geometrica}}{\Sigma \text{ algebrica}}$ appropriato al caso.



Figg. 13 e 14.

Questo rapporto è espresso da:

$$K_2 K_3 = \frac{\Sigma \text{ geometrica}}{\Sigma \text{ algebrica}} \text{ delle f. e. m.}$$

K_2, K_3 fattori di avvolgimento e di passo. Potrebbe sembrare più naturale indicare il rapporto con una lettera sola ma è comodo in pratica adottare l'espressione $K_2 K_3$ tenendo separati i due fattori poichè essi corrispondono in molti casi a fatti distinti per quanto concomitanti negli effetti.

Il fattore K_2 è il rapporto: $\frac{\Sigma \text{ geometrica}}{\Sigma \text{ algebrica}}$ quando i q canali per polo e fase sono in modo continuo distribuiti lungo $\frac{1}{3}$ del passo, cioè quando il passo è intero. Es. 1, 2, 3, 5, 14.

Il fattore K_3 fa intervenire il fatto che a pari q canali per polo e fase la distribuzione effettiva ed i rapporti angolari dei conduttori variano quando il passo è accorciato. Es. fig. 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13.

In conclusione, K_2 tiene conto della distribuzione degli elementi per un avvolgimento a passo intero, K_3 apporta la dovuta modifica quando il passo è accorciato. Epperò nel caso di passo intero basterà calcolare K_2, essendo $K_3 = 1$. Nel caso di passo accorciato occorrerà determinare anche K_3.

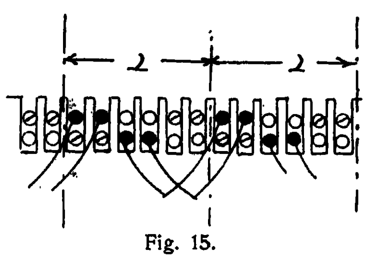


Fig. 15.

Naturalmente, come già ho accennato, prescindendo dalla nomenclatura adottata, si può trovare globalmente il vapore $K_2 K_3$ facendo la composizione vettoriale di tutte le f.e.m. relative ai conduttori comunque disposti e dividere la risultante per la somma algebrica delle f.e.m. degli stessi elementi considerati.

Consideriamo questo metodo che è generale ed applicabile a qualsiasi tipo di avvolgimento. Vedremo che in parecchi casi il metodo stesso può essere semplificato nella sua applicazione.

7. - Calcolo di K_2.

Lungo $\frac{1}{3}\tau$ i conduttori di 1 fase possono distribuirsi in 1, 2, 3, ecc., canali. Se i conduttori per polo e fase occupano 1 solo canale, $K_2 = 1$. Se ne occupano più di uno basterà fare la risultante geometrica tenendo conto degli angoli elettrici tra i canali e dividerla per la somma delle f. e. m. Entro i limiti di $\frac{1}{3}\tau$ la distribuzione non altera troppo la risultante quando i conduttori siano sistemati in più di 1 canale.

Il calcolo ben noto porta per i trifasi ai risultati della tabella I[a].

TABELLA I[a].

q	K_2
1	1
2	0,966
3	0,960
4	0,958
5	0,957
infinito	0,956

8. - Calcolo di $K_2\,K_3$.

Il fattore globale $K_2\,K_3$ si ottiene per definizione dal rapporto fra la composizione vettoriale e la algebrica delle f. e. m., cioè nello stesso modo di K_2 ma senza limitazioni di distribuzione, comunque disposti siano gli elementi lungo il passo polare, in uno o in due strati. Si può dire che K_2 è un caso particolare di $K_2\,K_3$.

Mentre K_2 è ormai determinato una volta per sempre (Tabella I[a]) il valore $K_2\,K_3$ va calcolato caso per caso. Una composizione grafica

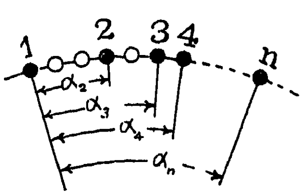


Fig. 16.

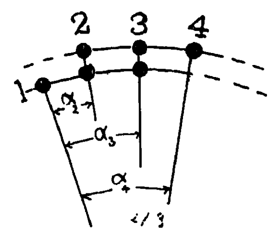


Fig. 17.

ed una somma risolvono il problema. Senonchè il calcolo grafico non sempre è bene accetto. Propongo qui un metodo che offre qualche vantaggio pratico.

La fig. 16 rappresenta un avvolgimento qualunque a passo accorciato ad *1* elemento per canale; la fig. 17 corrisponde ad analogo avvolgimento ma a *2* zone per canale. Consideriamo i conduttori di 1 fase sotto un polo angolarmente distribuiti come nelle figg. 16-17.

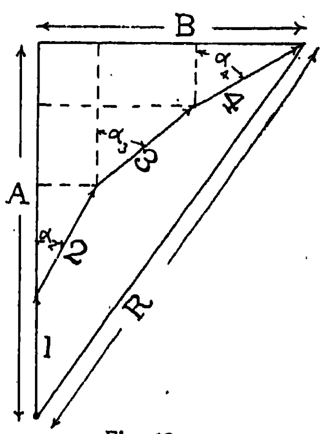


Fig. 18.

Sotto gli altri poli si suppone una distribuzione identica. In realtà il conduttore *1* non è connesso col *2* ma essi vengono collegati con conduttori sotto il polo vicino od i poli vicini. Il risultato è però il medesimo perchè la somma non cambia variando l'ordine degli addendi.

Siano α_1, α_2... ecc. gli angoli elettrici misurati partendo dal primo elemento. La fig. 18 dà la dimostrazione delle formule adottate.

Se per es. 1, 2, 3, 4 sono le f.e.m. dei singoli elementi la somma delle proiezioni su *1* delle rimanenti f.e.m. è *A*.

Analogamente la somma delle proiezioni su un asse ortogonale ad *1* è *B*. L'ipotenusa del triangolo rettangolo avente per cateti *A* e *B* è *R* risultante geometrica delle f.e.m. considerate. Basterà procedere al calcolo trigonometrico senza costruzione grafica.

Per il tipo ad *1* zona per canale si avrà:

$$A = 1 + \cos\alpha_{1.2} + \cos\alpha_{1.3} + \ldots.\ \cos\alpha_{1.n} \tag{4}$$

$$B = \operatorname{sen}\alpha_{1.2} + \operatorname{sen}\alpha_{1.3} + \ldots.\ \operatorname{sen}\alpha_{1.n} \tag{5}$$

$$R = \sqrt{A^2 + B^2} \tag{6}$$

$$K_2 K_3 = \frac{R}{n_0} \tag{7}$$

n_0) numero degli elementi messi in serie.

Per il tipo a *2* zone per canale basterà scrivere nel caso della figura 17:

$$A = 1 + 2\cos\alpha_{1.2} + 2\cos\alpha_{1.3} + 2\cos\alpha_{1.4} + \cos\alpha_{1.5}$$
$$B = \operatorname{sen}\alpha_{1.2} + 2\operatorname{sen}\alpha_{1.3} + 2\operatorname{sen}\alpha_{1.4} + \operatorname{sen}\alpha_{1.5}$$

analogamente in ogni altro caso, tenendo conto del senso delle f. e. m. e del segno dei coseni e dei seni.

Determinato $K_2 K_3$ ed essendo noto K_2, funzione di q, si potrà ricavare K_3 fattore di passo. Per es. in fig. 7 trattandosi di *6* canali per polo e fase sarà $K_2 = 0{,}956$. Ma gli elementi non sono disposti in 6 canali occupanti $\frac{1}{3}\tau$ come in fig. 5, ma riescono spostati ed i loro rapporti angolari variano. Il fattore K_3 tiene conto di tale fatto. Si può dunque pensare ad una risultante calcolata con K_2 (come in fig. 5) moltiplicata per K_3 perchè la distribuzione è variata.

9. - Coefficiente di accorciamento x.

Il fattore K_3 è legato all'accorciamento di passo x. Se l'accorciamento è nullo ($x = 1$), $K_3 = 1$ e resta solo K_2. La quantità x è espressa in frazione di passo. Per es. $x = 0{,}75$ significa che in luogo del passo *1* intero si è addottato il passo 3/4.

In un avvolgimento a *2* zone per canale i due sistemi costituiti dallo strato superiore e dallo strato inferiore, spostati fra loro di un angolo elettrico β corrispondono ad un accorciamento $x = \frac{180^\circ - \beta}{180^\circ}$.

La risultante dei due complessi in luogo di E sarà $E_1 = E \cos\frac{\beta}{2}$. Ed il rapporto $\frac{E_1}{E} = K_3 = \cos\frac{\beta}{2}$. Esprimendo K_3 in funzione di x si può scrivere:

$$K_3 = \operatorname{sen}(90^\circ x) \tag{8}$$

Se il passo anzichè intero è 0,75 si avrà $x = 0{,}75$ e $K_3 = 0{,}923$. Se i canali per polo e fase sono *4* il fattore globale $K_2 K_3$ risulterà: $0{,}958 \times 0{,}923 = 0{,}884$.

Ed inversamente: se col metodo generale avremo determinato $K_2 K_3 = 0{,}884$, potremo ricavare il valore di K_3 e quindi x.

10. - Applicazione ai diversi tipi di avvolgimento.

Qualunque sia il tipo di avvolgimento si può sempre determinare per esso $K_2 K_3$ indi ricavare K_3 e, se occorre, x.

Il procedimento si abbrevia nei casi pratici. E precisamente:

Per i tipi a *passo intero* basta la nozione di K_2.

Per i tipi a *passo accorciato*:

A 1 zona per canale. - Occorre seguire il metodo generale calcolando $K_2 K_3$ indi K_3 ed x.

A 2 zone per canale. - Basta assumere K_2 (pressochè costante per $q = 2$ ed oltre) e valutare x quale rapporto tra passo adottato e passo intero.

$$x = \frac{y_c}{\frac{C}{p}} \tag{9}$$

La formula 8 permette la determinazione di K_3.

*

Si osserva che quest'ultimo procedimento conveniente per i tipi a *2* zone per canale non è esattamente applicabile al caso dei passi accorciati ad *1* zona per canale perchè mentre per i tipi a *2* zone K_2 serba il suo significato ed x determina in modo preciso K_3, nel primo caso invece, per quanto i canali per polo e fase siano sempre q, gli elementi dell'avvolgimento si distribuiscono variamente in modo da far perdere significato separato tanto a K_2 quanto a K_3.

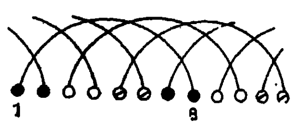


Fig. 19.

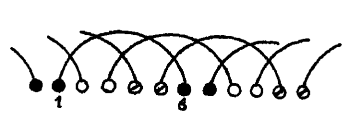


Fig. 20.

Il valore di K_3 dedotto dal termine globale $K_2 K_3$ è fittizio e così dicasi per x. I valori di K_3 ed x sono in questo caso solo valori equivalenti.

Le connessioni frontali possono variare a piacimento senza mutare l'essenza e le caratteristiche dell'avvolgimento.

Infatti mentre nei tipi a *2* zone per canale il passo usato per la zona determina univocamente l'accorciamento, nei modelli ad *1* zona

per canale la connessione frontale può variare per uno stesso avvolgimento. Ecco la ragione per la quale la regola indicata per i tipi a *2* zone non è applicabile per quelli ad *1* zona.

Vi sono avvolgimenti a passo intero aventi collegamenti frontali che potrebbero essere interpretati erroneamente come accorciamenti di passo.

Le figg. 19-20 sono un esempio. In fig. 19 il passo della connessione appare allungato (7), in fig. 20 risulta accorciato (5) in confronto al passo intero (6). Si tratta invece di un tipo normale a passo intero, come si può giudicare dalle premesse fatte.

11. - Caratteristiche di avvolgimenti.

I dati caratteristici degli avvolgimenti rappresentati in figg. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 sono riuniti nella Tav. II[a]. Appaiono così a colpo d'occhio tutti i parametri occorrenti.

I lati dei triangoli appartenenti alla stessa fase potranno esser messi in serie o in parallelo.

In conclusione dunque dall'avvolgimento tipo corrente continua si ricavano stelle semplici o multiple.

L'avvolgimento derivato dal tipo parallelo (il più usato) è determinato da :

$$y_1 = \frac{N-b}{p} + 1 \qquad (10)$$

$$y_2 = \frac{N-b}{p} - 1 \qquad (11)$$

y_1, y_2 passi ai conduttori posteriore e anteriore sono numeri dispari (fig. 21);

N numero degli elementi o lati di matasse;

TABELLA II[a].

Figura N°	N° poli P	N° canali C	N° canali polo e fase q	N° zone per canale	Passo avvolgimento	Passo intero	Passo zona	x	K_3	K_2	Angolo elettrico tra canali contigui	*Osservazioni*
1	4	24	2	1	intero	6	5–7	1	1	0,966	30°	
2	4	24	2	1	»	6	5	1	1	0,696	30°	
3	4	24	2	2	»	6	6	1	1	0,966	30°	
4	24	180	2,5	1	»	7,5	5–7–9	1	1	0,962	24°	Speciale - passo intero *q* frazionario
5	8	144	6	2	»	18	18	1	1	0,956	10°	
6	8	144	6	2	accorc.	18	17	0,945	0,995	0,956	10°	
7	8	144	6	2	»	18	15	0,835	0,965	0,956	10°	
8	2	54	9	2	»	27	17	0,63	0,835	0,956	6°.50	
9	4	48	4	2	»	12	10	0,835	0,965	0,958	15°	
10	40	270	2,25	2	»	6,75	6	0,89	0,984	0,963	26°.40	
11	4	36	3	1	»	9	7	0,80	0,95	0,960	20°	
12	2	78	13	1	»	39	31	0,835	0,965	0,956	4°.37	
13	4	48	4	1	»	12	9	0,76	0,93	0,958	15°	
14	4	48	4	1	intero	12	11	1,—	1,—	0,958	15°	
15	4	24	2	2	accorc.	6	4	0,66	0,866	0,966	30°	

12. - Tracciamento degli avvolgimenti.

Le regole fondamentali per il tracciamento dei diversi avvolgimenti trifasi sono le seguenti :

PASSO INTERO.

Sotto ogni passo polare τ i canali sono divisi in 3 gruppi. Ciascun gruppo occupa $\frac{1}{3}\tau$. Si connettono gli elementi di *1* fase in modo che le f. e. m. si sommino. Alle f. e. m. sotto i poli di uno stesso nome si attribuisce un dato senso istantaneo, a quelle sotto i poli di nome contrario un senso opposto. L'ordine di connessione dà luogo ai differenti tipi : embricati, ondulati, con tutte le loro varianti.

b numero intero, dal quale dipende l'accorciamento più o meno grande. Da scegliersi in relazione all'accorciamento stesso ed alla condizione di y_1, y_2 dispari;

p numero dei poli.

Per i tipi ad *1* zona per canale N coincide col numero dei canali C. Il numeri y_1, y_2 sono addirittura i passi ai canali. Da un elemento o canale *1* si va al $1 + y_1$ e si ritorna al $1 + y_1 - y_2$ (fig. 21).

All'uscita del canale se il lato di un elemento si piega in un senso, quello nel canale adiacente si volge in senso opposto.

I lati elementari od i canali (che in questo caso sono la stessa cosa) vengono numerati progressivamente. Ogni elemento di numero pari è connesso con altro di numerazione dispari e viceversa.

In fig. 22 si osserva lo stesso avvolgimento di fig. 21 ma a zona

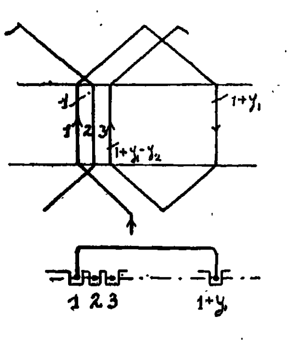


Fig. 21.

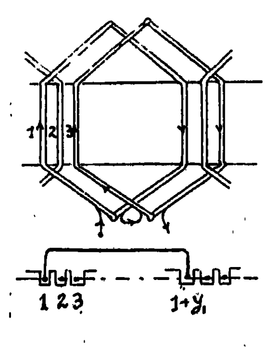


Fig. 22.

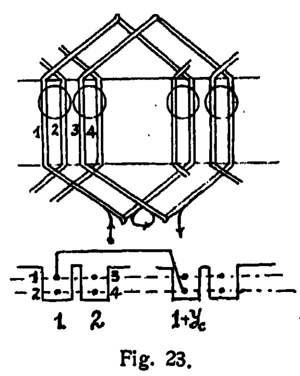


Fig. 23.

(Vedi REBORA : « *La costruzione delle macchine elettriche* » e « *Il calcolo delle macchine elettriche* »).

Formata così una fase si procede analogamente per le altre due fasi provvedendo poi alla formazione della *stella* o del *triangolo*.

PASSO ACCORCIATO.

Se sopra un avvolgimento chiuso tipo parallelo corrente continua normale si praticano prese trifasi si costituisce un complesso di tanti triangoli in parallelo quanti sono i paia poli.

Schema usato per i convertitori rotanti trifasi.

Si può pensare di sciogliere il triangolo od i triangoli separando le tre fasi che si potranno alla lor volta disporre in stella.

completa perchè in luogo di un conduttore semplice si hanno due o più conduttori. L'andamento dell'avvolgimento della fig. 22 è però identico a quello di fig. 21.

ESEMPI.

Avvolgimento : 4 poli — 144 canali — *1* zona per canale :

$$y_1 = \frac{144-32}{4} + 1 = 29 \qquad y_2 = \frac{144-32}{4} - 1 = 27$$

Le connessioni saranno 1 — 30 — 3... ecc.

Per i tipi a *2* zone per canale $N = 2C$.

Determinati y_1, y_2 passi ai conduttori si ricava il passo al canale

colla formula:

$$y_c = \frac{y_1 - 1}{2} \qquad (12)$$

Il passo y_1, posteriore, determina la zona. Il passo y_2, anteriore corrisponde al collegamento.

Se il conduttore è unico cioè il lato di zona si riduce a *1* il collegamento equivale alla zona.

Si esamini la fig. 23. In ogni canale ci sono *2* zone che, esse si distribuiscono in 2 strati. I lati superiori all'uscita del canale, sono tutti piegati in un senso quelli inferiori in senso opposto. Ogni zona ha un lato che occupa la porzione superiore del canale ed uno la inferiore. Il circoletto della fig. 23 indica le *2* zone nello stesso canale.

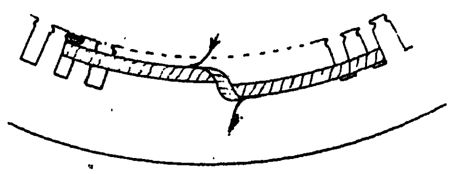


Fig. 24.

La numerazione dei canali è senz'altro progressiva.

La numerazione dei lati di zona è dispari nello strato superiore e pari nell'inferiore.

Nel disegno gli schemi, fig. 22 e fig. 23, sono in apparenza identici perchè nel tipo a *2* zone per comodità di disegno si tracciano adiacenti i lati che in realtà sono sovrapposti.

Le connessioni nei tipi a *2* zone per canale tra le zone dello stesso gruppo avviene come in figg. 24, 25.

Considerazioni analoghe si fanno per avvolgimenti a corrente alternata derivati da tipi a corrente continua ondulati anzichè embricati.

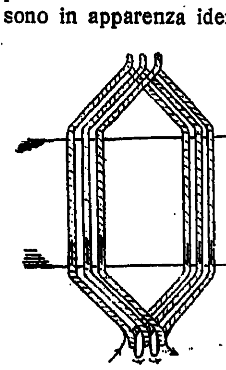


Fig. 25.

13. - Prese.

Qualunque sia il tipo di avvolgimento ogni fase possiede due capi: un *principio P* ed un *fine F*.

Chiamato *P* il capo di una fase a 120° gradi elettrici dovrà trovarsi il principio della II^a fase ed a 120° da questa il principio della III^a fase.

I principî delle tre fasi distano quindi angolarmente tra di loro di 120° gradi elettrici.

Siccome ad un principio sotto un dato polo si può sostituire un identico principio sotto un altro polo dello stesso nome così la distanza angolare può essere espressa da 120° + *n* 360° gradi elettrici. Dove $n = 0 - 1 - 2 ....$ ecc.

Fissati i tre principii e le tre fini la *stella* si ottiene collegando le tre fini *F* e mandando a linea i tre principii *P* o viceversa.

Il triangolo si ha connettendo P_1 con F_3, P_2 con F_3, P_3 con F_1. Ai 3 nodi fa capo la linea.

14. - Controllo dei collegamenti.

Tracciato un avvolgimento è sempre necessario un controllo generale che comprenda la connessione dei conduttori della stessa fase ed insieme il collegamento delle 3 fasi tra loro.

Le regole da adottarsi sono queste:

PASSO INTERO.

Stella: Percorrere l'avvolgimento entrando per 1 fase ed uscendo per le altre due (fig. 26).

Triangolo: Fissati due nodi del triangolo percorrere 1 fase entrando da un nodo ed uscendo dall'altro. Percorrere le altre due fasi in serie entrando ed uscendo dagli stessi due nodi (fig. 27).

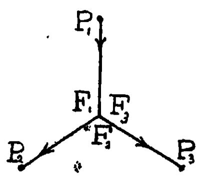


Fig. 26.

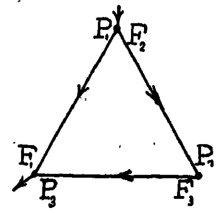


Fig. 27.

Se l'avvolgimento è esatto le frecce che indicano il senso del percorso costituiranno tanti complessi alternatamente di senso contrario quanti sono i poli (fig. 14). Sotto i poli dello stesso nome tutti i conduttori porteranno frecce dirette in un senso e sotto i poli di nome contrario saranno rovesciate.

PASSO ACCORCIATO.

Ripetendo gli identici contrassegni di senso di percorso sopra indicati si troverà che ad ogni passo polare un certo gruppo di elementi (variabili di numero col grado di accorciamento) porta frecce in senso alterno (fig. 13).

Verificandosi per il rimanente la stessa regola enunciata per i passi interi.

15. - Paralleli possibili.

In generale qualunque sia il tipo di avvolgimento la possibilità di connettere in parallelo gli elementi di 1 fase dipende dal numero dei gruppi di zone identici fra loro per f. e. m. e per fase.

Cominciamo dai casi più semplici ed evidenti.

16. - Paralleli nei tipi a 1 zona per canale.

Per il tipo a *1* zona per canale e *q* intero il numero di branche da poter mettere in parallelo per ciascuna fase corrisponde al numero di poli o di paia poli secondo che la distribuzione dell'avvolgimento è tale da creare tanti gruppi identici di zone quanti sono i poli o quanti sono le paia poli.

Dal tracciamento dello schema si può dedurre quindi chiaramente le possibilità di parallelo.

Vale anche per i tipi a *1* zona per canale la tabella III^a quando *q* è *pari* e si hanno tanti gruppi di matasse per fase quanti poli.

Per suddividere le correnti nei tipi a 2 poli (turbo-alternatori) si può in ogni canale disporre *2* avvolgimenti i quali seguono le stesse identiche vicende e si possono alla fine connettere in parallelo.

17. - Tipi a 2 zone per canale - Determinazione generale dei parametri caratteristici (1).

Nello studio generale di un avvolgimento tipo a *2* zone per canale conviene determinare i seguenti elementi:

1) *N° canali per polo e fase* (intero o frazionario):

$$q = \frac{C}{3p}$$

Se *q* è frazionario si scriverà:

$$q = b + c \qquad (13)$$

b) parte intera *c*) parte frazionaria.

2) *N° gruppi di zone per fase* e *N° di zone per ogni gruppo.*

$$A = p\,c \text{ gruppi di } (b + 1) \text{ zone} \qquad (14)$$

$$B = p\,(1 - c) \text{ gruppi di } b \text{ zone} \qquad (15)$$

Una fase completa è costituita da: [*A* gruppi di zone ciascuno di (*b* + 1) zone] + [*B* gruppi di zone ciascuno di *b* zone].

A guisa di controllo il numero totale delle zone dell'avvolgimento deve essere = *C*.

Infatti:

$$3\,[A\,(b + 1) + B\,b] = 3\,[p\,c\,(b + 1) + p\,(1 - c)\,b] = 3\,p\,(b + c) = 3\,p\,q = C.$$

3) *N° dei complessi identici* che si ripetono lungo la fase formati ciascuno da un certo numero di gruppi.

Il N° di questi complessi coincide col N° massimo delle branche della fase che si possono disporre in parallelo.

Il massimo N° possibile di branche atte ad esser connesse in parallelo che è anche il N° dei complessi eguali nei quali si può considerare scomposta tutta la fase è *d* massimo comun divisore di *A* e *B*.

In generale il N° *a* di branche o vie possibili in 1 fase è:

$$a = \frac{d}{\text{N° intero}} \qquad (16)$$

Agli effetti dei paralleli l'avvolgimento si comporta come se invece di *p* poli avesse *d* poli.

4) *Composizione di ogni complesso.* Ognuno dei complessi identici determinati consta di:

$$\frac{A}{d} = x \text{ gruppi di } (b + 1) \text{ zone} \qquad (17)$$

$$\frac{B}{d} = y \text{ gruppi di } b \text{ zone} \qquad (18)$$

La figura 28 dà l'esempio della composizione di un complesso.

(1) Determinazioni analoghe furon fatte da Terrell Croft. - Alternating current armature winding.

5) *Distribuzione dei gruppi nel complesso (sequenza).*

In generale, determinati:

- il numero dei canali per polo e fase;
- il numero dei gruppi di zone per fase col relativo numero di zone per gruppo;
- il numero dei complessi identici costituenti la fase;
- il numero dei gruppi col relativo numero di zone per gruppo costituenti un complesso,

occorre stabilire la distribuzione dei gruppi in ogni complesso.

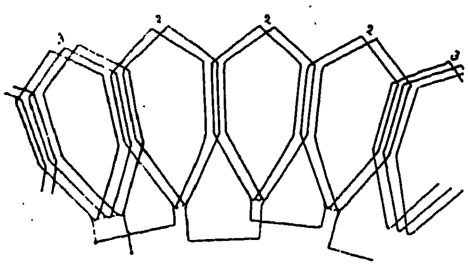


Fig. 28.

Se p. es. un complesso è costituito da 3 gruppi di 3 zone e da 2 gruppi di 2 zone nasce il problema della sequenza dei gruppi. Come direttiva è necessario che la distribuzione riesca per quanto possibile simmetrica.

Ci si può aiutare colla seguente regola:

Consideriamo un complesso formato da x gruppi a $(b + 1)$ zone ciascuno e da y gruppi a b zone ciascuno.

Sia $x > y$. Il rapporto $\dfrac{x}{y} = e + f$ dove e, f sono numeri interi. In altri termini: $\dfrac{x}{y} =$ (numero intero e) + (resto f).

Gli x gruppi di $(n + 1)$ zone verranno suddivisi in serie e precisamente in N° e serie di y gruppi ed in N° 1 serie di f gruppi tutti di $(b + 1)$ zone.

In queste serie così determinate si intercaleranno gli y gruppi di b zone ciascuno.

Ripigliando i numeri sopra accennati:

$$x = 3 \text{ gruppi di 3 zone} \qquad y = 2 \text{ gruppi di 2 zone}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{3}{2} = 1 + \text{resto } 1.$$

I 3 gruppi di 3 zone ciascuno si divideranno in *1* serie di 2 gruppi di 3 zone ed in 1 serie di 1 gruppo di 3 zone. S'intercaleranno a queste serie i 2 gruppi a 2 zone.

Si potrà scrivere come indicazione schematica: $\overline{33}$ 2 $\overline{3}$ 2.

Va avvertito, che se è $y > x$, si farà il rapporto $\dfrac{y}{x} = e + f$ e la sequenza risulterà così determinata: y gruppi di b zone suddivisi in N° e serie di x gruppi ed in *1* serie di f gruppi tutti di $(b - 1)$ zone.

18. - Caso particolare.

Le formole indicate valgono in generale per i tipi a *2* zone per canale con q intero o frazionario. Nel caso di q intero però si semplificano come segue: (formule 13, 14, 15):

$$c = 0 \qquad A = 0 \qquad b = q.$$

Ogni fase sarà formata da:

p gruppi ciascuno di q zone.

Le vie a possibili sono i divisori esatti di p.

I complessi sono p ed ognuno consta di 1 gruppo di q zone.

Data la uniforme composizione del complesso cade ogni considerazione relativa alla sequenza.

19. - Paralleli nei tipi a 2 zone per canale (q intero).

Dalle formule esposte si ricavano regole semplici per la determinazione dei paralleli possibili negli avvolgimenti a *2* zone per canale.

Se il numero q di canali per polo e fase è intero le possibili vie a dell'avvolgimento di ciascuna fase sono divisori interi del numero di poli p.

Cioè in generale deve essere: $\dfrac{p}{a} =$ N° intero.

Le possibili vie dell'avvolgimento di 1 fase sono quindi comprese tra *1* e p.

Per una fase tutta di elementi in serie (1 via) si avrà $a = 1$.

Se tutti i gruppi di matasse sono in parallelo, ogni fase avrà p vie, cioè $a = p$.

Per comodo si dà la tabella III^a^, che mettendo in evidenza i divisori interi del N° di poli indica direttamente il numero delle vie consentito e le possibilità di parallelo.

TABELLA III^a^.

Poli	Numero vie di una fase a							
2	1	2						
4	1	2	4					
6	1	2	3	6				
8	1	2	4	8				
10	1	2	5	10				
12	1	2	3	4	6	12		
14	1	2	7	14	—	—		
16	1	2	4	8	16	—		
18	1	2	3	6	9	18		
20	1	2	4	5	10	20	—	
24	1	2	3	4	6	8	12	24

Così un avvolgimento per 16 poli a *2* zone per canale e q intero presenta la possibilità di disporre tutti gli elementi della fase in serie $(a = 1)$ oppure in due metà in parallelo $(a = 2)$, od anche in 4, 8, 16 gruppi in parallelo.

20. - Paralleli nei tipi a 2 zone per canale (q frazionario).

Si contempla solo il caso consueto in cui tutte le matasse siano utilizzate, cioè nessuna zona venga esclusa dell'avvolgimento.

Il numero dei paralleli possibili è dato dal seguente computo:

Noto q si pone $q = b + c$:

b parte intera

c parte frazionaria.

Si determina: $A = p\,c \quad B = p\,(1 - c)$.

Il massimo comun divisore di A e B sia d.

I divisori interi di d tutti numeri di vie possibili.

Si possono in tal modo prospettare tutte le possibilità di parallelo. Si può anche dire che d è il numero di poli equivalente per il quale vale la tabella ordinaria per q intero.

21. - Esempi.

ESEMPIO I.

Avvolgimento a 2 zone per canale (q frazionario):

$$p = 16 \qquad \text{N° canali} = 180 \qquad \text{N° zone} = 180$$

$$q = \frac{180}{3 \times 16} = 3{,}75 \qquad 3{,}75 = b + c = 3 + 0{,}75$$

$$b = 3 \qquad c = 0{,}75.$$

Le zone dell'avvolgimento si raggruppano in ciascuna fase nel seguente modo:

$A = 16 \times 0{,}75 = 12$ gruppi di 4 zone

$B = 16 \times 0{,}25 = 4$ gruppi di 3 zone.

In totale si avrà: $(12 \times 4) + (4 \times 3) = 60$ zone per fase, cioè 180 in totale come deve essere.

Il massimo comun divisore d di *12* e *4* è 4.

Sarà possibile al massimo eseguire un parallelo quadruplo, cioè ogni fase sarà formata al più da *4* branche in parallelo, e ciò perchè si hanno in totale per ogni fase solo *4* complessi identici.

In ciascun complesso si distinguono $\dfrac{12}{4} = 3$ gruppi con *4* zone ed *1* gruppo con *3* zone.

La sequenza, cioè la distribuzione dei gruppi di diverso N° di zone nello stesso complesso risulta: $\overline{444}$ 3 $\overline{444}$ 3.

ESEMPIO II.

Avvolgimento a 2 zone per canale (q frazionario):

$$p = 40 \qquad \text{N° canali} = 270 \qquad \text{N° zone} = 270$$

$$q = \frac{270}{3 \times 40} = 2{,}25 = 2 + 0{,}25$$

$$b = 2 \qquad c = 0{,}25.$$

Le zone si raggruppano lungo lo sviluppo della fase nel seguente modo:

$A = 40 \times 0{,}25 = 10$ gruppi di 3 zone

$B = 40 \times 0{,}75 = 30$ gruppi di 2 zone.

Il massimo comun divisore di 10 e 30 è 10. Si potrà al massimo

costituire la fase con *10* complessi in parallelo. Ogni complesso consta di $\frac{30}{10} = 3$ gruppi con 2 zone e $\frac{10}{10} = 1$ gruppo con 3 zone.

La sequenza è: 3 $\overline{222}$. Cioè il complesso risulta costituito da *1* gruppo di 3 zone e da 3 gruppi di *2* zone (fig. 28).

I complessi si ripetono identicamente per tutta la fase.

ESEMPIO III.

Avvolgimento a *2* zone per canale (q intero):

$$p = 8 \quad \text{N}^\circ \text{ canali} = 168 \quad \text{N}^\circ \text{ zone} = 168$$

$$q = \frac{168}{24} = 7 \quad b = 7 \quad c = 0.$$

I gruppi sono *8* a 7 zone: $d = 8$ cioè si hanno per ogni fase *8* complessi identici. Le possibili vie dell'avvolgimento di *1* fase sono i divisori interi di *8*.

ESEMPIO IV.

Avvolgimento a 2 zone per canale (q frazionario):

$$p = 10 \quad \text{N}^\circ \text{ canali} = 78 \quad \text{N}^\circ \text{ zone} = 78$$

$$q = \frac{78}{3 \times 10} = 2{,}6$$

$$b = 2 \quad c = 0{,}6$$

$A = 10 \times 0{,}6 = 6$ gruppi di 3 zone

$B = 10 \times 0{,}4 = 4$ gruppi di 2 zone

$d = 2$

$\frac{A}{d} = x = \frac{6}{2} = 3$ gruppi di 3 zone

$\frac{B}{d} = y = \frac{4}{2} = 2$ gruppi di 2 zone

Sequenza $\overline{33}$ 2 $\overline{3}$ 2.

PIEZOOSCILLATORE CON GRANDE STABILITA' DI FREQUENZA

F. VECCHIACCHI

Mediante l'uso di schemi di oscillazione a resistenza negativa è possibile ottenere piezooscillatori aventi una frequenza di oscillazione assai prossima a quella di risonanza; la frequenza è così molto stabile, (circa uno su un milione), indipendentemente da variazioni anche notevoli di decremento e resistenza equivalente del piezorisuonatore, provocate da cambiamenti di assestamento della piastrina entro il suo supporto. Gli schemi considerati sono stati sperimentati, mediante l'uso di piezorisuonatori I. E. C. alla frequenza di 640 kc/sec. Frequenze anche superiori possono essere raggiunte. Varie considerazioni sono riportate relativamente alla via da seguire per ottenere un campione di frequenza di grande precisione.

1. — Come è noto, agli effetti elettrici, è possibile sostituire un piezorisuonatore (1), mediante un circuito elettrico equivalente come in figura 1 *a*) (2). La sostituzione è valevole solamente nell'intorno di una delle frequenze di risonanza, e con certe limitazioni. Recentemente il Watanabe (3), in un suo studio molto esauriente sui piezorisuonatori e piezooscillatori, mostra come la capacità C_s in serie, (già infinita di per sè stessa nel caso particolare di piastrine con faccie metallizzate), possa essere conglobata nella capacità in derivazione, passando così dallo schema *a*) allo schema *b*) (fig. 1). Le grandezze che compaiono nel secondo schema sono legate a quelle del primo dalle relazioni:

$$\left.\begin{aligned} C_d' &= \frac{C_s C_d}{C_s + C_d} \quad ; \quad R' = R\left(1 + \frac{C_d}{C_s}\right) \\ L' &= L\left(1 + \frac{C_d}{C_s}\right) \quad ; \quad C' = C \frac{C_s}{\left(C_s + C + C_d\right)\left(1 + \frac{C_d}{C_s}\right)} \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

Agli scopi delle considerazioni svolte più avanti è più comodo riferirsi, invece che alle costanti L' e C', (od alle L e C) alle altre:

$$f' = \frac{1}{2\pi\sqrt{L'C'}}, \quad \delta' = \frac{\pi R'}{\sqrt{L'/C'}},$$

frequenza di risonanza meccanica e decremento, le quali, insieme alla R' ed alla C_d' definiscono il piezorisuonatore in maniera completa. (Si vede immediatamente che il decremento $\delta' = \frac{\pi R'}{\sqrt{L'/C'}}$ dello schema *b* coincide con il decremento $\delta = \frac{\pi R}{\sqrt{L/C}}$ dello schema *a*).

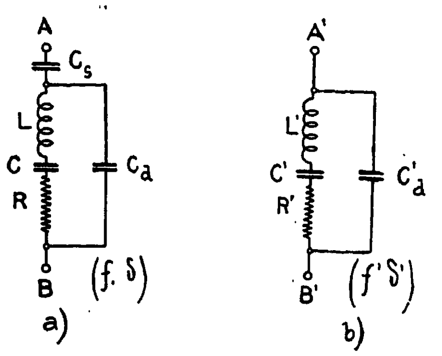


Fig. 1.

Per un piezorisuonatore I. E. C. 1927 (4), nel quale lo spazio d'aria sia regolato a circa 1/4 della lunghezza d'onda delle vibrazioni ultrasonore nell'aria dovute all'oscillazione della frequenza più elevata, si hanno, in corrispondenza di questa stessa frequenza, costanti del seguente ordine di grandezza:

$$\begin{aligned} f' &= 640 \text{ kc/sec.} \\ R' &= 500 \text{ Ohm} \\ \delta' &= 10^{-4} \\ C_d' &= 0{,}9\ 10^{-11} \text{ Farad } [C_s = 7 \cdot 10^{-11}\,\text{F};\ C_d = 10^{-11}\,\text{F}]. \end{aligned} \quad (2)$$

Sia la resistenza R' che il decremento δ' dipendono molto dall'accuratezza di lavorazione della piastrina, soprattutto nei riguardi del parallelismo tra le faccie, e da quella della scatola-supporto, ed infine dall'assestamento assunto dalla piastrina entro il supporto stesso. In condizioni favorevoli è possibile scendere a valori di R' anche di $\sim$ 300 ohm. Per le onde lunghe e medie (vibrazioni longitudinali della piastrina) le frequenze sono rispettivamente di 73 e 99 kc/sec e le resistenze R' di $\sim$ 5000 ohm.

2. — In un precedente studio (5) è stato osservato come l'usuale schema Pierce di autooscillazione, (quarzo tra griglia e filamento e circuito risuonante anodico accordato su una frequenza più alta di quella del quarzo), in conseguenza di un forte sfasamento nell'accoppiamento reattivo anodo-griglia, facesse dipendere in modo apprezzabile la frequenza dal decremento e dalla resistenza equivalente variabile, del piezorisuonatore, e come fosse opportuno procedere allo studio di uno schema di oscillazione immune da questo sfasamento. Visto l'alto valore assunto (relazione 2) dalla reattanza $\frac{1}{\omega_0' C_d}$, di fronte alla R', appare chiaro come un sistema autooscillatore equivalente ad una resistenza negativa (immune da sfasamenti o preferibilmente con un leggero sfasamento che compensi lo sfasamento dovuto alla C_d' ed altri eventuali sfasamenti parassiti), derivata ai capi del piezorisuonatore, debba assicurare la quasi perfetta coincidenza tra la frequenza f' di risonanza meccanica del piezorisuonatore e la frequenza di oscillazione, e quindi la quasi indipendenza di quest'ultima da eventuali variazioni di decremento e resistenza. Il concetto può ricevere diverse attuazioni,

(1) Vedere ad esempio la descrizione del piezorisuonatore I. E. C. modello 1927 nelle note:

G. VALLAURI: Confronti tra misure di frequenza per mezzo di piezorisuonatori. *L'Elettrotecnica*, vol. XIV, n. 20, 15 luglio 1927 - Pubblicazione I. E. C., n. 42.

F. VECCHIACCHI: Stabilità di frequenza dei campioni piezoelettrici. *L'Elettrotecnica*, vol. XV, n. 17, 15 giugno 1928 - Pubblicaz. I. E. C., n. 43.

(2) S. BUTTERWORTH: Electrically maintained vibrations - Proceedings of the Physical Society of London - Vol. XXVII, Parte IV, 15 giugno 1915, pagg. 410-424.

(3) Y. WATANABE: The piezo-electric resonator in high - frequency oscillation circuits - Proceedings of the I. R. E., aprile e maggio 1930, n. 4 e 5, vol. 18, pagg. 695-717 e 826-893.

(4) loc. cit. 1).

(5) loc. cit. 1).

tutte equivalenti come principio, alcune delle quali vengono considerate negli schemi *a*, *b* di fig. 2 e nello schema di fig. 3.

Ambedue i circuiti di fig. 2, comportano la presenza di un circuito risuonante $L\,C$ che deve essere approssimativamente accordato sulla frequenza f' del piezorisuonatore, per modo che per questa frequenza si abbia l'opposizione di fase (salvo la compensazione voluta di sfasamenti dovuti al piezorisuonatore od al circuito anodico del triodo) tra la tensione V_1 ai capi della parte L_1 d'induttanza L, inserita nel circuito anodico, e la tensione V_2 ai capi della L_2 connessa con il circuito di griglia. Le resistenze derivate tra griglia e negativo del filamento possono avere valore comunque elevato, ed anche essere costituite semplicemente dalla resistenza di dispersione propria del supporto del triodo. Per quanto riguarda le altre costanti si tenga presente che :

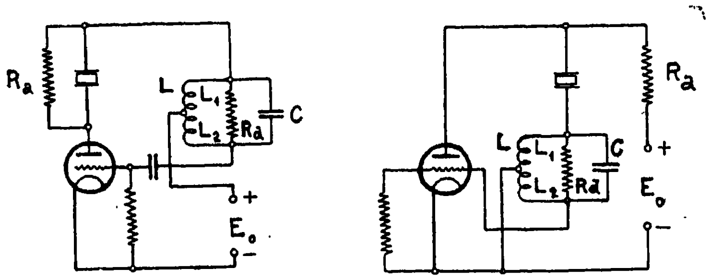


Fig. 2.

a) La resistenza R_a derivata sull'induttanza e capacità del circuito anodico, deve essere più bassa che possibile, compatibilmente colla necessità di non scendere al disotto della condizione limite di disinnescamento delle oscillazioni, e di tenersi invece al disopra di essa con un modesto margine di sicurezza ([6]). In tale modo il circuito risuonante stesso resta fortemente smorzato, e ad una variazione nell'accordo, (dovuta ad esempio ad una variazione della C), corrispondono piccole variazioni di fase e quindi piccole variazioni della frequenza di oscillazione, essenzialmente determinata dal piezorisuonatore che ha un decremento incomparabilmente più basso. Allo stesso scopo converrà adottare, compatibilmente con la verificazione di altre condizioni, il rapporto L/C più elevato che possibile, e cioè realizzare l'accordo con le capacità più piccole consentite.

b) L'induttanza L anodica, che può essere ottenuta mediante bobina di piccole dimensioni, (ad es. 3-4 cm di diametro), avrà le spire fortemente strette le une sulle altre, anche se ciò porta necessariamente ad un aumento della capacità distribuita. E' infatti necessario che, nonostante l'alto decremento del circuito, l'effetto della corrente nel circuito di griglia non possa essere quello di alterare in maniera notevole la condizione di opposizione di fase tra le tensioni V_1 e V_2 lungo la stessa induttanza.

c) Il triodo adoperato avrà una resistenza interna ρ meno elevata che possibile di fronte alla resistenza R' del piezorisuonatore. E' facile rendersi conto come quanto più il rapporto ρ/R è basso, tanto più piccola è, a pari altre condizioni, la variazione di frequenza di oscillazione rispetto a quella di risonanza del piezorisuonatore, necessaria per ottenere un determinato sfasamento tra corrente anodica e tensione di griglia ([7]). E quanto più bassa è la resistenza ρ, tanto più trascurabile resta evidentemente l'effetto di capacità parassite derivate su di essa. Infine si tenga ancora presente che non sarebbe tuttavia opportuno esagerare nel senso ora accennato, poichè, quanto più la ρ è bassa, tanto maggiore è, a pari altre condizioni, la tensione che si localizza durante l'oscillazione ai capi del quarzo, mentre ciò è in genere nocivo alla stabilità di frequenza a causa del sopraelevamento di temperatura del quarzo stesso.

La resistenza R_a derivata sul quarzo nel caso dello schema 2 *a*, e posta in serie sulla batteria anodica nello schema 2 *b*, potrà avere un valore circa 2-4 volte più grande di quello della resistenza anodica ρ.

d) In pratica, per il piezorisuonatore I.E.C. avente le costanti sopra riportate, buone condizioni di funzionamento si ottengono adottando, come nel caso sperimentato, un triodo con ρ = circa 2500 Ohm, e $\mu = 5$, un rapporto V_1/V_2 = circa 1, una capacità C non superiore a qualche decimo di millimicrofarad, una resistenza R_a di qualche migliaio di Ohm.

3. — *a*) L'accordo del circuito risuonante $L\,C$ anodico sulla frequenza di risonanza del piezorisuonatore, può essere assai comodamente stabilito, ricercando, ad es. mediante variazione della capacità, la condizione di migliore oscillazione, la quale corrisponde, data la polarizzazione automatica del circuito di griglia, ad un minimo nella corrente media attraverso un milliamperometro inserito nel circuito anodico. In fig. 4 sono riportati, in corrispondenza di uno schema di oscillazione composto come in fig. 2 *b*, per una R_a di 10.000 Ohm, ed una R_a di 5000 Ohm, le correnti medie anodiche i, e le variazioni percentuali di frequenza $\Delta f/f$, contate a partire da una frequenza f^0 non determinata ma molto prossima alla frequenza di risonanza, in funzione della capacità anodica C. Ad un aumento di capacità corrisponde una diminuzione di frequenza. Come ben si vede dalla figura, ad una variazione di capacità di 1 % intorno alla condizione di massima oscillazione corrisponde una variazione di frequenza minore di 0,003 per mille.

La condizione di massima oscillazione può essere rilevata dal minimo di corrente anodica, mediante l'approssimazione di circa 10^{-6} sulla frequenza di oscillazione. In pratica il piezooscillatore può così essere realizzato, sia con un circuito $L\,C$ avente costanti fisse, stabilite una volta per tutte, con l'uso di una bobina d'induttanza e di un condensatore il più che possibile invariabili nel tempo, sia con un circuito a capacità variabile, (condensatore variabile a piccola capacità derivato su di un condensatore a capacità fissa), regolabile di volta in volta per modo da ottenere il minimo di corrente anodica.

Sembra che la prima soluzione possa essere preferibile nel caso, assai frequente, in cui si richieda dal piezooscillatore una stabilità non di grandissima durata, e quando si abbia la possibilità di riferire, a distanza di tempo, la frequenza al periodo di un pendolo, mediante una installazione di demoltiplicazione statica. Si tenga presente che, indipendentemente dalle variazioni della capacità C, e da variazioni nella frequenza di risonanza del quarzo, la frequenza di oscillazione può anche essere influenzata, più o meno leggermente, da variazioni della resistenza R_a derivata sul circuito oscillante anodico, ecc.

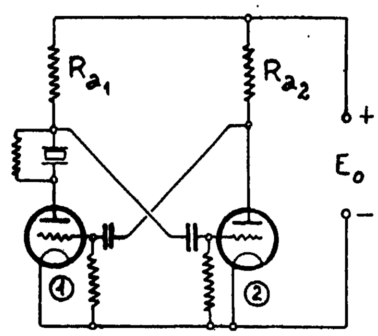


Fig. 3.

b) Nello schema di oscillazione di fig. 3, la resistenza negativa è ottenuta secondo lo schema classico, mediante l'uso di due triodi con l'eliminazione di ogni circuito risuonante. A seconda del valore delle costanti con cui è realizzato, (le resistenze anodiche R_{a1}, R_{a2}, dovranno essere di ordine di grandezza non più alto di quello della R' del piezorisuonatore), tale schema può consentire l'oscillazione, sia sulla frequenza più elevata (460 kc/sec), sia su una delle due frequenze più basse (75 e 99 kc/sec).

E' chiaro come in genere sia difficilmente evitabile la presenza di qualche sfasamento nell'accoppiamento reattivo, dovuto soprattutto alle capacità parassite dei triodi, le quali pongono un limite superiore di frequenza al buon funzionamento del circuito.

Tra le modificazioni che si possono far subire allo schema 3, nel senso di un avvicinamento ai circuiti di fig. 2, una abbastanza vantaggiosa è quella consistente nella sostituzione della resistenza R_{a2} in serie con il circuito del triodo 2, mediante un circuito $L\,C$ accordato sulla frequenza del quarzo. Anche in questo caso per le variazioni della corrente anodica media, e della frequenza, dipendentemente da variazioni nella capacità C, si ottengono risultati perfettamente paragonabili a quelli ottenuti per il circuito di fig. 2 *a*, e riportati in fig. 4.

c) Se, operando ad es., mediante il circuito di fig. 2 *b*, nelle con-

([6]) In tale maniera, si avrà anche in vantaggio di ottenere decisamente l'oscillazione su di una frequenza determinata anche nel caso delle risonanze multiple per le quali vedi ad es. :

F. R. LACK : Observations on modes of vibration and temperature coefficients of quartz crystal plates - Proc. I. R. E., luglio 1929, vol. 17, n. 7, pagg.

A. MEISSNER : Die Kristallstenerung der Kurzwellen Sender - Telefunken Zeitung, n. 53, cem. 1929, pagg. 5-8.

([7]) In questa via sembra che buoni risultati dovrebbero essere ottenuti mediante l'uso di un ulteriore circuito risuonante anodico accordato, inserito nel circuito del triodo al posto altrimenti occupato dal piezorisuonatore, il quale ultimo sarebbe derivato solamente su una parte dell'induttanza, composta di spire molto serrate le une alle altre.

dizioni per le quali si sono ottenute le curve di fig. 4, si osservano le variazioni di frequenza provocate da urti violenti comunicati al piezorisuonatore, tali da cambiare radicalmente la posizione della piastrina entro il supporto, si trova che queste variazioni generalmente non arrivano, salvo casi sfavorevolissimi, a superare il valore di due unità su un milione sul valore di frequenza media; e il più spesso le variazioni stesse sono contenute ad un valore metà di tanto.

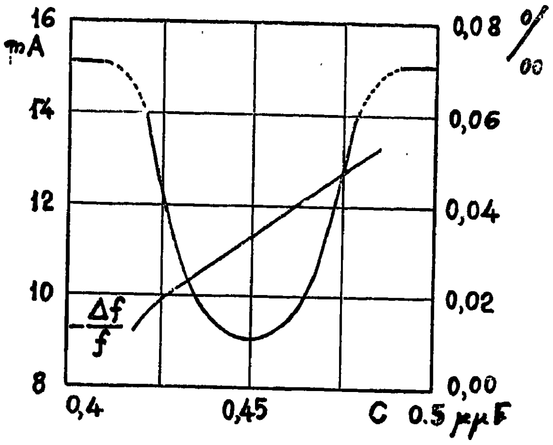


Fig. 4.

Si osserva facilmente che tali variazioni rimangono dello stesso ordine di grandezza, anche se il circuito LC anodico è un poco disaccordato (ad es. capacità minore o maggiore del 5% dal valore di risonanza), sia in un verso sia nell'altro. Ciò sembra mostrare che le variazioni di frequenza sono dovute non tanto ormai a variazioni di decremento e di resistenza equivalente, quanto a variazioni effettive nella frequenza f' di risonanza meccanica del piezorisuonatore. E ciò sembra perfettamente spiegabile, se, con riferimento agli schemi *a* e *b* di fig. 1, si pensa che la frequenza $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ dello schema *a*, può risentire l'influenza del supporto, che è più o meno accoppiato meccanicamente con la piastrina in modo dipendente dall'assestamento, e che la frequenza f' dello schema 1 che è quella quasi coincidente con la frequenza di oscillazione, è legata alla f attraverso la capacità C_s in serie dello schema *a* dovuta allo spazio d'aria, la quale grandezza è anch'essa suscettibile di variare insieme con l'assestamento. Resta inteso che la verifica di tale fatto può essere ottenuta mediante un adatto piezorisuonatore nel quale queste variazioni sieno molto ridotte od addirittura eliminate, e che sembra poter essere realizzato sul tipo dei piezorisuonatori americani, ad es. del campione Horton-Marrison 1928 ([8]), dove la piastrina, di forma rettangolare, è tenuta ferma tra gli elettrodi mediante fili di seta, o sul tipo del piezorisuonatore Marrison 1928 ([9]), dove la piastrina di quarzo, di forma toroidale, è fissata nettamente al supporto mediante attacchi in una zona nodale di vibrazione. Nel suo studio prodotto nel 1928, il Marrison si è anche reso conto, sembra, del vantaggio di stabilità conseguibile con l'uso di uno schema di oscillazione che assicuri le convenienti relazioni di fase nell'accoppiamento reattivo, ma le costanti adoperate nell'attuazione dello schema, appaiono diverse da quelle necessarie per il raggiungimento dello scopo desiderato.

d) Gli schemi di oscillazione considerati consentono di far oscillare agevolmente il piezorisuonatore alla frequenza di risonanza, ed in genere entro tutto un intervallo di frequenza intorno alla risonanza. Di fronte agli schemi usuali si ha anche il vantaggio di una maggiore facilità di oscillazione che rende possibile l'uso di piastrine di quarzo che dovrebbero essere altrimenti scartate. E così è possibile ottenere l'oscillazione sulle frequenze parziali del quarzo anche per ordini elevati. Dato il genere di accoppiamento reattivo a resistenza negativa, nel quale cioè l'accoppiamento reattivo è stabilito per mezzo di una resistenza o di un circuito accordato equivalente ad una resistenza, posta in serie con il piezorisuonatore, quest'ultimo esercita effettivamente, per così dire, un'attrazione sulla frequenza di oscillazione, mentre il contrario accadrebbe, per quanto è noto, se il piezorisuonatore fosse derivato direttamente su tale resistenza o circuito accordato.

E' noto che una delle migliori maniere di studiare un piezorisuonatore, ad es., mediante rilievo della curva di risonanza e mediante determinazione delle costanti elettriche equivalenti, consiste nell'uso di un metodo di assorbimento per cui si osserva, in un circuito risuonante accoppiato con un generatore indipendente, l'abbassamento di corrente o tensione, prodotto alle varie frequenze, dalla derivazione del piezorisuonatore sull'induttanza e capacità del circuito risuonante stesso ([10]). Con tale procedimento occorre porre completamente al riparo il generatore da retroazioni del quarzo, non solo perchè queste altererebbero la legge di dipendenza della frequenza del generatore dalla capacità con la quale si producono le variazioni di frequenza, ed in base alla quale si calcolano usualmente le variazioni stesse, ma anche perchè l'effetto di tali retroazioni può essere quello di impedire al generatore di oscillare nell'immediata vicinanza della frequenza di risonanza del quarzo. L'uso dei nuovi schemi di oscillazione, dove ad esempio in luogo del quarzo si ponga un'induttanza leggermente accoppiata con un circuito risuonante esterno sul quale viene derivato il quarzo, e di un frequenziometro a lettura diretta, che, come quello adoperato nelle attuali misure ([11]), rilevi la frequenza di battimenti tra il generatore ed un oscillatore piezoelettrico di riferimento, potrà consentire determinazioni assai sicure e spedite. Altri modi, meno precisi ma più semplici, per determinare le costanti dei piezorisuonatori, possono essere quelli di studiarli direttamente durante l'oscillazione prodotta mediante uno degli schemi considerati, con rilievi di correnti e tensioni eseguiti con termocoppie e voltometri elettronici. Per quanto riguarda la sola resistenza equivalente, (che è la grandezza più importante), i nuovi schemi consentono di determinarla facilmente, se pure con mediocre precisione, mediante il procedimento dovuto a Iinuma ([12]), del disinnescamento, che può essere attuato mediante l'uso di resistenze ohmiche a capsule sostituibili al quarzo, e mediante regolazione graduale e controllata della tensione anodica di alimentazione. Altrettanto si dica del sistema balistico di rilievo del decremento dovuto a Chaikin ([13]).

e) Con lo schema di fig. 2*a* e con quello di fig. 2*b*, sono state eseguite prove sommarie di oscillazione con piezorisuonatori di 3000 kc/sec ed oltre, ancora con risultati perfettamente soddisfacenti. Specialmente nel caso delle altissime frequenze, può essere presa in considerazione la variante da apportarsi agli schemi 2*a* e 2*b*, di sostituire la resistenza R_a mediante una bobina di choc, approssimativamente accordata, per mezzo delle capacità distribuite e della capacità C_d', del quarzo, sulla frequenza di oscillazione. Tale modifica deve essere tuttavia fatta con una certa cautela data la tendenza di tale circuito ad oscillare su frequenze diverse nettamente da quella del quarzo, e più elevate di essa.

4. — Da queste considerazioni, e da quelle riportate nel precedente studio ([14]), e dalle considerazioni suggerite dai risultati ottenuti da altri studiosi e sperimentatori ([15]), appare che la realizzazione di un campione piezoelettrico ad elevata stabilità di frequenza si debba ricercare con:

1) L'uso di un conveniente schema di oscillazione che, come quelli ora considerati, riduca al minimo valore le influenze sulla frequenza di oscillazione portate da variazioni di costanti del piezorisuonatore come resistenza equivalente e decremento, e di costanti del circuito elettrico.

2) L'uso di un piezorisuonatore nel quale la frequenza di risonanza meccanica della piastrina (frequenza f dello schema *a* di fig. 1) sia meno che possibile influenzata dal supporto, e nel quale la piastrina sia fissata o disposta in modo che la capacità C_s in serie sia meno che possibile soggetta a variare con l'assestamento. L'uso di quarzi con faccie metallizzate potrà dare risultati assai favorevoli in questo senso. Le piastrine saranno lavorate in modo che il decremento e la resistenza equivalente abbiano il valore più basso ch'è possibile, ed il supporto non dovrà provocare aumenti notevoli di queste due grandezze.

([8]) J. W. HORTON and W. A. MARRISON: Precision determination of frequency - Proc. I.R.E., febbraio 1928, vol. 16, n. 7, pagg. 976-980.

([9]) W. A. MARRISON: A High Precision standard of frequency - Proc. I. R. E., luglio 1929, vol. 17, n. 7, pagg. 1103-1122.

([10]) W. G. CADY: The Piezoelectric resonator - Proc. I.R.E., aprile 1922, vol. 10, n. 2, pagg. 83-114.
J. WATANABE: loc. cit., nota 3.

([11]) Un frequenziometro a triodi a lettura diretta - *L'Elettrotecnica*, 5 aprile 1930, n. 10, vol. XVII - Pubblicazione I.E.C., n. 48.

([12]) HASIME JINUMA: A method of meassuring the radio-frequency resistance of an oscillatory circuit - *Proc. I. R. E.*, marzo 1930, vol. 18, n. 3, pagg. 537-543.

([13]) J. CHAIKIN: Sistema diretto per la misura dei piccoli smorzamenti dei piezorisuonatori - Recensione P. David ne « L'Onde Electrique », vol. 9, n. 101, maggio 1930, pag. 25 A.

([14]) loc. cit., nota 1.

([15]) Vedi due esaurienti studi di M. Boella: « Sul funzionamento del piezooscillatore con la curva di risonanza del quarzo » e « Influenza del decremento del quarzo sulla frequenza di oscillazione dei piezooscillatori » - *L'Elettrotecnica*, 15 ottobre 1930, vol. XVII, n. 29, pagg. 672-678 e 15 novembre 1930, vol. XVII, n. 32, pagg. 734-736.

3) La scelta di una direzione opportuna di taglio della piastrina dal cristallo, e di una forma conveniente allo scopo di ottenere i coefficienti di temperatura più bassi, sempre che ciò, s'intende, non vada a serio pregiudizio della bontà delle costanti elettriche. Si adopererà un conveniente termostato [16], che racchiuda completamente il piezorisuonatore ed eventualmente anche il circuito di alimentazione. Se il caso, si prenderanno provvedimenti contro le variazioni di pressione atmosferica. Si cercherà anche, mediante l'uso di una tensione di alimentazione piuttosto bassa, e mediante altri espedienti, che il sopraelevamento di temperatura della piastrina, dovuto all'oscillazione e dipendente dal quadrato dell'ampiezza dell'oscillazione stessa, sia ridotto più che possibile. Si potrà provvedere ad un sistema a triodo che permetta di controllare l'ampiezza medesima, come anche si potrà cercare di stabilire un organo per verificare che l'oscillazione avviene con accoppiamento reattivo in fase, mediante un sistema più sensibile di quello consistente nel ricercare il minimo di corrente media anodica [17].

5. — L'uso di un accoppiamento assai lasco tra piezooscillatore e circuito di oscillazione, eseguito ad es., mediante triodi o tetrodi, per sottrarre il piezooscillatore stesso all'effetto di qualunque retroazione dannosa.

Lo scrivente si propone di realizzare un piezooscillatore secondo questi concetti, e di studiarne la stabilità a lunga durata, mediante controlli sistematici di frequenza eseguiti con l'installazione stabile di demoltiplicazione statica di cui l'I.E.C. dispone. Sembra che un ulteriore passo nella precisione offerta dai campioni piezoelettrici possa ancora essere compiuto.

L'autore ringrazia vivamente S. E. Vallauri per l'aiuto avutone.

---

[16] Vedi ad es. W. A. MARRISON: Thermostat design for frequency standard - Proc. I.R.E., luglio 1928, vol. XVI, n. 7, pagg. 976-930.

[17] Vedi ad es.: «Fasometri a triodi» - *L'Elettrotecnica*, 5 novembre 1930, vol. XVII, n. 31, pagg. 710-719.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sui trasformatori a bobina mobile.

Riceviamo:

Spett. Redazione de L'Elettrotecnica,

Leggo nel fascicolo del 15 gennaio di codesto On. giornale, l'interessante e pregevole nota dell'Ing. Maria De Marco sui trasformatori a bobina mobile. Essendomi trovato nella necessità di calcolare alcuni trasformatori del genere ho potuto io pure constatare la scarsa attendibilità di alcune espressioni proposte in passato per il calcolo della caduta induttiva; ne ho quindi elaborate due (pubblicate in una breve nota: «Sulla predeterminazione del fattore di potenza e della corsa dei trasformatori a corrente costante» - Padova - Cooperativa Tipografica) nel marzo dello scorso anno, che mi hanno dato risultati pienamente soddisfacenti su trasformatori in aria da 5 a 30 kVA, che hanno bene corrisposto al calcolo.

Tali espressioni sono:

$$\text{a)}\ E_{21} = 35 f \frac{N_2^2 I_2}{l_n \dfrac{D}{d}} \left(y + \frac{h_1 + h_2}{3} \right) 10^{-8}$$

$$\text{b)}\ E_{21} = 8 \frac{L_m}{m\,\delta} f N_2^2 I_2 \left(y + \frac{h_1 + h_2}{3} \right) 10^{-8}$$

nelle quali si ha: E_{21} = caduta induttiva totale riferita al secondario; f = frequenza; N_2 = spire della bobina secondaria; I_2 = corrente secondaria; D e d = diametri massimo e minimo delle bobine; Y = distanza fra le bobine; h_1 e h_2 = altezze delle due bobine; L_m = spira media; δ = distanza fra il nucleo centrale e quelli laterali; m = coefficiente sperimentale.

Per il coefficiente m della b) ho inizialmente indicato il valore 1,10; da ulteriori esperienze ho dedotto come più soddisfacente il valore 1,15, mentre la a) dà risultati buoni senza alcun coefficiente sperimentale.

Le espressioni precedenti si possono evidentemente estendere a trasformatori in cassa, semplicemente modificando nella b) il coefficiente m (esso tiene conto della disuniforme distribuzione del flusso disperso in un piano normale all'asse delle bobine), che dovrà tendere verso l'unità, oppure introducendo nella a) un analogo coefficiente, però minore di uno. Il fattore 1/3 che sta a moltiplicare $h_1 + h_2$, dedotto con considerazioni puramente teoriche, è in realtà più prossimo al valore 1/2,5 indicato dalla De Marco.

Conto di ritornare sull'argomento in una nota che ho in preparazione, con la quale mi riprometto di toccare altri punti relativi alla costruzione di questi apparecchi.

Con osservanza G. SOMEDA.

* *

Sulla utilizzazione del calore solare.

In seguito alla pubblicazione della lettera Boggia (pubblicata nel numero del 25 gennaio 1931), il Prof. Dornig ci scrive quanto segue:

Nella lettera il Boggia, pur tacendo quanto mi riguarda e che esposi nella mia conferenza del 18 settembre u. s., al Congresso di Trieste, dice del resto cose conformi a verità.

Secondo il mio studio, pubblicato nei numeri 24 e 25 del «Monitore Tecnico» del 1922, per ottenere 100.000 kW netti sarebbe necessaria una circolazione di acqua calda di 55,6 m³/sec ciò che darebbe una caduta netta utilizzata equivalente a (367.000 × 100.000) : (60 × 60 × 1000) = 183 m.

Non credetti a suo tempo seguire il Boggia nella sua idea di scavare pozzi e gallerie nella costa marina per attingere l'acqua fredda, trattandosi di lavoro difficile ed assai costoso e che potrà dare convenienza economica solo in condizioni specialissime di terreno.

Al tempo di tali studi pensai anche all'adozione dell'acqua come mezzo di ciclo termodinamico, ma non presi nemmeno in considerazione tale idea per gli enormi volumi di vapor acqueo e di aria rarefatta da estrarre, che entrano in giuoco.

Del resto, io permango nell'idea, contrariamente al Boggia ed anche al Claude, che la soluzione pratica del problema dell'utilizzazione del calore solare debba cercarsi almeno con altrettanto interesse in dispositivi meno grandiosi, ma di applicazione più facile e più vasta.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPLICAZIONI TERMICHE.

N. R. STANSEL — **Riscaldamento elettrico industriale. Il forno ad arco trifase.** (Gen. Elec. Rev., maggio 1930, pag. 316).

L'A. rileva come, per ridurre le perdite relative ad ogni operazione di fusione ed il tempo richiesto, convenga aumentare la potenza del forno rispetto a quella che esso chiama «recettività di energia» e che corrisponderebbe alla potenza assorbita dal forno a regime.

In un esempio riportato la «recettività» sarebbe di solo 1200 kW, mentre per il riscaldamento rapido della carica e del forno si deve raggiungere una potenza di circa 3200 kW. Occorre quindi poter regolare la quantità di energia assorbita dal forno, a seconda del bisogno. Per questo scopo il trasformatore di alimentazione è costruito con prese al primario per la variazione di tensione. L'A. riporta le curve relativa all'assorbimento di energia, al rendimento ed al fattore di potenza di un forno a varie tensioni inferiori alla normale. Bisogna rilevare che le prese di variazione di tensione non sono le usuali «prese di regolazione», che si hanno nel primario, dei trasformatori per compensare le variazioni di tensione della linea in arrivo, perchè in questo caso il flusso nel trasformatore rimane costante; si tratta invece di vere e proprie prese di lavoro ed il flusso nel trasformatore varia col variare della presa.

Allo scopo di evitare di avere un trasformatore troppo costoso, si utilizza in generale il collegamento stella-triangolo del primario. Delle tre tensioni di funzionamento, la maggiore e la media si ottengono col primario a triangolo, la più bassa col primario a stella. In quest'ultimo caso il trasformatore è collegato stella/stella, ma, dato che il flusso e il carico sono ridotti, le obiezioni, che generalmente si fanno a questo tipo di collegamento per i trasformatori da forno, non hanno ragione di sussistere.

L'A. descrive quindi le caratteristiche costruttive principali dei trasformatori da forno, che li differenziano dai tipi usuali.

L'A. tratta infine delle bobine di impedenza, in aria o con nucleo magnetico, che vengono adottate per aumentare la reattanza del circuito. Esse hanno lo scopo di aumentare la stabilità dell'arco nell'interno del forno e di limitare la corrente di corto circuito a valori non nocivi all'impianto. *C. G. E.*

CONDUTTURE.

E. G. BERN, W. SPECHT — **Giunti per forti intensità di corrente.** (Gen. Elec. Rev., luglio 1930, pag. 389).

Le consuete norme basate sulla densità massima di corrente per una data sezione di conduttore o quelle più razionali riferite a una determinata sopraelevazione di temperatura per la calcolazione dei giunti tendono allo scopo di mantenere i collegamenti in perfette condizioni. In molti casi gli inconvenienti dovuti al riscaldamento dei

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

giunti sono stati eliminati aumentando la sezione del conduttore. Questo rimedio ha dato soddisfacenti risultati, però talvolta risulta inutilmente costoso, poichè mezzi più semplici ed economici consentono di ottenere lo stesso scopo, qualora la causa dell'inconveniente sia stata ben determinata.

Gli elementi da considerare sono: la qualità e l'ampiezza delle superfici a contatto; la pressione fra dette superfici e le condizioni di preservazione di queste dagli agenti esterni. L'A. mostra come industrialmente può ottenersi una buona superficie di contatto, come vanno determinati il numero e la sezione dei bulloni di serraggio ed espone in una tabella le norme proposte.

Per quanto riguarda l'ossidazione delle parti a contatto, va ricordato che, specialmente per le sbarre in alluminio, l'ossido si forma rapidamente e che da alcune misure eseguite, dopo aver mantenuto una superficie di rame alla temperatura di 90° per due ore, si è trovato che la resistenza di contatto era aumentata di 60 volte. Si ha inoltre che una ossidazione iniziale favorisce il riscaldamento e determina quindi una ulteriore ossidazione, danneggiando in poco tempo il giunto. Nei locali dove esistono vapori corrosivi è generalmente insufficiente il leggero strato di vaselina, che viene posto fra le parti a contatto, poichè la diversa dilatazione dei bulloni e delle sbarre permette degli allentamenti che facilitano l'infiltrazione dei vapori nell'interno del giunto: in questi casi è consigliabile un rivestimento con opportuno compound.

C. G. E.

P. H. Thomas — **Un nuovo tipo di palificazioni a cavalletto per linee di trasmissione.** (J. A. I. E. E., giugno 1930, pag. 466).

Viene descritto un nuovo tipo di palo per grandi linee il quale consta essenzialmente di due montanti obbliqui in traliccio, collegati da una travata orizzontale superiore, pure in traliccio la quale porta le catene di isolatori che sorreggono i conduttori (una o due terne) tutti disposti in un medesimo piano orizzontale. I due montanti sono controventati in senso trasversale e longitudinale. Le connessioni delle varie strutture sono articolate così da prevenire il pericolo di sollecitazioni di flessione.

L'A. si diffonde a illustrare i pregi di queste palificazioni che sarebbero adatte per grandi linee ad alta tensione. Si realizza notevole risparmio di peso e rilevanti economie nelle fondazioni ridotte al minimo. I conduttori sono portati tutti in un piano coi noti vantaggi di ordine elettrico e di sicurezza. Anche le spese di esproprio risultano minori che coi soliti tipi di pali. Questi tipi di pali sono facili a montare e si prestano bene anche per terreni difficili. Una ulteriore economia si può ottenere eliminando i controventi longitudinali che possono essere conservati soltanto per pochi pali, lontani fra loro, che assumono la funzione di ancoraggi.

R. S. N.

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

G. E. Doan — **L'energia al catodo in un arco a elettrodi di ferro.** (J. A I. E. E., giugno 1930, pag. 453).

L'A. cerca di stabilire il bilancio della energia al catodo durante il funzionamento di un arco fra elettrodi di ferro, come avviene nelle saldature industriali,. Prendendo come tipo un arco di 18 V e 150 A, come si usa correntemente, l'energia totale fornita all'arco risulta di 2700 W pari a 645 piccole calorie, per secondo; di tale quantità circa una metà si sviluppa al catodo poichè dai più recenti studi pare provato che nell'arco l'energia si distribuisca pressochè egualmente fra i due elettrodi.

L'A. esamina e discute le varie voci che intervengono a fornire calore al catodo o quelle che costituiscono sottrazioni di calore e ne determina, col calcolo, la relativa importanza in calorie per secondo. Con riferimento al tipo di arco detto, stabilisce le seguenti fonti di calore: bombardamento ionico (121 calorie per secondo), resistenza ohmica nella goccia fusa (3,20 calorie), radiazione dall'anodo (9,65 calorie), e ossidazione dei vapori formantisi (9,70 calorie); si arriva così a un totale di 143,55 cal/sec fornite al catodo. Le sottrazioni di calore sono così valutate: fusione dell'elettrodo (161 cal/sec), evaporazione di atomi (12,6 cal.), evaporazione di elettroni (95,6 calorie), radiazione (18,20 calorie); si hanno così 287,3 cal/sec sottratte avendo ancora trascurato alcune voci minori di perdite.

Il risultato più interessante deriva dall'apparente assurdità della deficienza di 144 calorie nel bilancio termico, ciò che indica la presenza, nel calcolo, di una causa di errore non conosciuta e che l'A. ritiene dipenda da imperfetta conoscenza dei seguenti valori: caduta di tensione al catodo, calore latente di neutralizzazione degli ioni positivi alla superficie del catodo, frazione della corrente totale dovuta agli elettroni emessi dal catodo.

R. S. N.

ELETTROTECNICA GENERALE.

R. E. Hellmund, C. G. Veinott — **Rapporto di trasformazione e dispersione differenziale in avvolgimenti distribuiti.** (J. A. I. E. E., giugno 1930, pag. 474).

In molti motori a corrente alternata nei quali avvengono dei fenomeni simili a quelli nei trasformatori, sorgono delle difficoltà pel fatto che i due avvolgimenti concatenati fra loro non sono uniformemente distribuiti lungo la circonferenza. Si introduce allora spesso nel calcolo una quantità che l'A. chiama «dispersione differenziale» e che ha ricevuto dai diversi Autori svariati nomi.

L'A. considera in modo particolare questo problema illustrando il preciso significato di questa «dispersione differenziale» mediante una analisi comparativa dei fenomeni che avvengono in un ordinario trasformatore ed in un motore monofase. Mostra così come si possa chiamare «coefficiente di dispersione differenziale» il rapporto fra la tensione indotta nell'avvolgimento primario quando il secondario è in corto circuito, e la tensione indotta nel primario quando è fatta circolare in esso la stessa corrente ma col secondario aperto. Dalla conoscenza di questo coefficiene si può risalire alla determinazione del rapporto di trasformazione.

Le considerazioni svolte per un motore monofase sono poi estese ad uno trifase, e vengono considerati alcuni casi particolari.

R. S. N.

FISICA, CHIMICA E MATEMATICA.

T. A. Wilson — **Studio della struttura dei cristalli e sue applicazioni. Il metodo Laue ad alta tensione per la determinazione dell'orientazione dei cristalli.** (Gen. Elec. Rev., maggio 1930, pag. 308).

Il metodo ordinario dei raggi X per determinare l'orientazione dei cristalli può seguirsi solo quando l'orientazione superficiale rappresenta quella interna. In caso contrario bisogna o incidere lo strato superficiale o seguire altro processo coi raggi X. Un metodo vantaggioso è quello di Laue, che si adatta anche a quei cristalli che, per le dimensioni od altro, non si possono studiare col metodo del cristallo oscillante. L'inconveniente maggiore è dovuto al lungo tempo di posa richiesto per ottenere sufficienti particolari sulla fotografia, con le tensioni del tubo ordinariamente impiegate nei processi cristallografici, tempo che è necessario per l'assorbimento dei raggi X da parte del materiale. L'inconveniente viene ridotto, impiegando raggi X a tensioni più alte, e quindi più penetranti.

L'analisi delle fotografie può essere fatta con la proiezione gnomonica, che si traccia facilmente ed ha una scala così ampia nelle zone coperte dalla fotografia che l'identificazione dei piani di riflessione può essere fatta agevolmente. Poichè essa si estende infinitamente in tutte le direzioni, è bene seguire il procedimento matematico adatto, tanto più facile se si può ottenere una fotografia con qualche simmetria.

L'apparecchio adoperato dall'A. è fondamentalmente lo stesso di quello del metodo Laue alla tensione ordinaria: si tratta di un tubo Coolidge con placca di tungsteno. La tensione impiegata è stata di 270 kV. La corrente era tenuta variabile fra 4 e 7 milliampere. La tensione è stata misurata con spinterometro a sfere del diametro di 125 mm. Il cristallo era sostenuto in uno speciale goniometro.

L'A. descrive quindi il metodo per la determinazione dell'orientazione del cristallo dalla fotografia con doppia simmetria e l'applicazione alla fotografia simmetrica.

C. G. E.

IDRAULICA.

D. Guicciardini — **Studio del processo di sedimentazione in un dissabbiatore.** (Energia El., giugno 1930).

Le esperienze fatte in laboratorio stabiliscono per una data velocità dell'acqua e qualità di sabbia distanze relativamente brevi nelle quali si ha la decantazione del materiale sospeso. Gli esperimenti riferiti dall'A. mostrano come la lunghezza da assegnare al dissabbiatore sia in pratica sensibilmente maggiore di quella dedotta dalle osservazioni di laboratorio. Ciò deve attribuirsi ai moto vorticosi che coi tipi attuali di dissabbiatori sono molto accentuati all'ingresso e all'uscita della vasca e non trascurabili anche nella porzione intermedia, che è quella realmente efficace. Sarebbero quindi da studiare dei sistemi, che a simiglianza di quanto si fa in piccolo nelle ricerche di gabinetto, garantissero un moto dell'acqua nel dissabbiatore, per quanto è possibile uniforme.

I. P.

IMPIANTI.

R. J. Wensley, W. M. Donovan — **Sviluppo del sistema di comando a distanza con due fili.** (J. A. I. E. E., giugno 1930, pag. 460).

Nei primi impianti di comando a distanza per cabine o centrali elettriche col sistema a segnalazione ottica, si faceva uso di tre fili: uno di controllo, uno di comando e un filo comune. Recentemente si è riusciti a rendere pratico il sistema con due soli fili il quale presenta notevoli vantaggi economici. Gli AA. descrivono l'installazione eseguita in un impianto americano. La stazione trasmettente e quella ricevente comprendono entrambi tre gruppi di relais: trasmettitori, ricevitori, e trasferitori: questi ultimi eseguiscono, negli istanti opportuni, la commutazione della linea dai relais trasmettitori a quelli ricevitori e viceversa.

Per trasmettere un comando l'operatore preme un opportuno tasto: i relais trasferitori locali isolano la linea, ciò che riporta in posizione di riposo normale la stazione ricevente e connette alla linea il primo gruppo di relais ricevitori: avvenuto questo i trasferitori della stazione di comando inseriscono la linea sui relais trasmettitori e avviene automaticamente la trasmissione di una prima serie di impulsi. Immediatamente i trasferitori della stazione di comando inseriscono

i relais riceventi, e i trasferitori della stazione lontana staccano i ricevitori e inseriscono i trasmettenti: ciò provoca l'invio di un gruppo di impulsi che avverte che la stazione ricevente è pronta a ricevere l'ordine. Con un'altra serie di manovre del genere viene inviato un secondo gruppo di impulsi dalla stazione di comando alla comandata e un'altro da questa a quella per segnalare che tutto è pronto per eseguire l'ordine. Con un terzo gruppo di segnali viene finalmente eseguita la manovra e ne viene dato avviso alla stazione di comando. La trasmissione di qualunque comando può in tal modo essere sempre effettuata con due soli fili. *R. S. N.*

A. E. SILVER e H. L. MELWIN — **La coordinazione dell'isolamento in un impianto.** (E. W., 5 luglio 1930, pag. 16).

Poichè è impossibile, allo stato attuale della tecnica, salvaguardarsi in modo assoluto dalle sovratensioni originate da fulminazione, gli AA. illustrano il ben noto concetto di scegliere e coordinare i diversi valori dell'isolamento in un impianto in modo tale che se la tensione supera la resistenza dielettrica ammessa possa scaricarsi — come da uno sfioratore — in punti ben determinati dei circuiti, dove il danno risulti minimo. Il livello più basso dell'isolamento dovrebbe riscontrarsi all'ingresso della linea nella stazione e il suo valore dovrebbe presentare un margine di sicurezza sulla tensione massima verificantesi nelle manovre. Il livello immediatamente superiore, vale a dire la seconda difesa contro le sovratensioni riguarderebbe le sbarre e le loro connessioni; il terzo, l'apparecchiatura; e il livello più elevato, infine, le macchine stesse sulle quali si eserciterebbe in definitiva così una azione autoprotettiva. Le difficoltà sorgono nel graduare opportunamente i diversi valori dell'isolamento. Gli AA. propongono a titolo sperimentale intervalli del 10 per cento per lo «sfioratore» all'ingresso della stazione e salti del 5 per cento per i gradi successivi. *G. Cc.*

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

A. H. M. ARNOLD — **Le misure di precisione sui trasformatori di corrente** (J. I. E. E., Londra, luglio 1930, pag. 898).

Il metodo di opposizione normalmente applicato per la taratura dei trasformatori di misura è stato modificato con l'aggiunta di un condensatore variabile in parallelo con un tratto della resistenza di paragone. Il condensatore serve a compensare l'errore di fase fra la corrente primaria e la secondaria. Entrambe le correnti percorrono due shunt di valore tale da creare una d.d.p. di 0,5 volt al secondario e di 2 volt al primario; due resistenze di 48 e di 148 ohm sono messe in serie attraverso ad un filo calibrato di 4 ohm sul quale si sposta il contatto della presa potenziometrica. Per ottenere l'opposizione perfetta si mette in serie con la presa potenziometrica un galvanometro a vibrazione. Un condensatore è inserito su un tratto di 136,1 ohm della resistenza maggiore, in modo che la capacità di 0,01 μF permetta di compensare alla frequenza di 50 periodi/sec una differenza di fase di un minuto in anticipo della corrente secondaria sulla primaria; si può così dedurre l'angolo dal valore della capacità inserita per la compensazione. Con una valutazione molto accurata di tutte le possibili cause di errore si può ottenere un'approssimazione nella misura del rapporto del 0,01 % e dell'errore di fase di 0,1 minuti.

Per correnti primarie fino a 200 amp. si adopera uno shunt per creare la d.d.p. di 2 volt; per correnti maggiori è preferibile inserire un trasformatore di corrente di precisione che abbia lo stesso rapporto di quello in prova e chiudere il suo secondario su una resistenza di 0,4 ohm. Un altro sistema escogitato dall'A. consiste nello scegliere due shunt che stiano in rapporto inverso alle correnti primaria e secondaria del trasformatore; supposto che il rapporto reale di questo sia eguale a quello nominale, le cadute di tensione negli shunt dovrebbero essere eguali e un galvanometro inserito fra i punti di mezzo degli shunt segnerebbe zero. Nel caso più generale il galvanometro indicherà un passaggio di corrente e si dovrà annullare la sua deviazione a mezzo di una resistenza variabile inserita in parallelo coi due shunt, insieme ad un condensatore variabile. *I. L.*

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Ricevitore di traffico radiotelegrafico e radiotelefonico a grande rendimento per onde corte. (Bulletin de la S. F. R., Anno IV, N. 6, luglio-agosto 1930, pag. 99-110).

La principale originalità del ricevitore risiede nella forte amplificazione ad altissima frequenza eseguita mediante ben otto stadi sintonizzati. Ciascun stadio è a montaggio simmetrico con simmetria molto curata anche costruttivamente. I primi tre stadii sono realizzati mediante triodi schermati e gli altri cinque mediante triodi normali ($\mu = 10$ $\rho = 7000\,\Omega$) neutralizzati. (Il numero di stadii a triodi schermati resta limitato dal sorgere di autoinnescamenti dovuti alle reazioni parassite). Il coefficiente di amplificazione effettivo di ciascuno stadio è dell'ordine di 6-10 unità. Gli stadii sono accoppiati tra loro induttivamente e sono collocati in tre scatole di rame separate, le connessioni tra di esse essendo accuratamente blindate mediante tubo di rame.

L'oscillazione ricavata all'uscita dell'amplificatore ad altissima frequenza, viene eterodinata a 60 kc mediante lampada bigriglia, ed amplificata di poi con tre stadii, due dei quali hanno accoppiamento seguito attraverso filtro. La particolare realizzazione dell'insieme assicura un'amplificazione esente da rumori parassiti ed avente la sensibilità desiderata (doppia banda di 8000 p/sec). Nel caso di telegrafia l'oscillatore locale della supereterodina è modulato a frequenza udibile.

Altra particolarità notevole del ricevitore è il sistema antifading che consiste in un controllo di volume eseguito mediante regolazione automatica della polarizzazione di griglia delle lampade amplificatrici (e quindi dell'amplificazione) esercitata da parte della corrente media ricavata mediante apposita rettificazione a curvatura di griglia, dall'onda portante presa all'uscita dell'ultimo stadio di amplificazione.

Il ricevitore comporta infine un'amplificazione a bassa frequenza, attuata mediante due stadii preliminari a resistenza ed uno stadio finale a push-pull a trasformatore. Nel caso della telegrafia l'oscillazione presa all'uscita dell'amplificatore a bassa frequenza viene sbarazzata della modulazione mediante raddrizzamento, e va ad alimentare gli apparati registratori attraverso un triodo limitatore dell'intensità del segnale. *F. Ve.*

W. T. COCKING — **Alta selettività.** (Wireless World, N. 541, 8 gennaio 1930, pag. 132).

E' una questione di attualità quella dei filtri a banda passante (filtri rudimentali costituiti da due circuiti oscillanti fra loro accoppiati in vario modo) per l'accoppiamento tra i vari stadi di un amplificatore a radio frequenza.

L'A. si occupa qui unicamente dei filtri ad accoppiamento induttivo e fa vedere, mediante alcuni grafici come varino, in funzione dell'induttanza mutua di accoppiamento, l'amplificazione, la selettività e «l'effetto di variazione nelle bande laterali» (non avrebbe nociuto alla chiarezza una definizione di queste due ultime grandezze). Dà in seguito i dati costruttivi e vari consigli pratici per la realizzazione di un ricevitore munito di tali filtri. *M. B.*

Installazione radio per aeroplani, idroplani ed aeronavi. (Bulletin de la S. F. R., Anno III, N. 10, dicembre 1929, pag. 220-232).

Il complesso, che risponde ai necessari requisiti meccanici di robustezza, peso ed ingombro ridotti, e costruzione semplice, offre la possibilità di utilizzare le onde persistenti pure, le onde persistenti modulate, sia a frequenza musicale costante, sia telefonicamente. La gamma di lunghezze d'onda è assai estesa (450-1500 metri) e la lunghezza d'onda può essere cambiata pressochè istantaneamente.

La lunghezza d'onda dell'apparato trasmittente è variabile in maniera perfettamente continua mediante regolazione di un volante che produce nello stesso tempo variazioni d'induttanza e capacità del circuito oscillante. In tale modo si ha il vantaggio della soppressione di ogni commutazione, e si ottiene anche il risultato di avere una potenza di oscillazione pressochè costante in tutta la gamma. Un organo speciale permette di disporre di un certo numero di onde fissate in precedenza mediante arresto automatico del volante in determinate posizioni. La lunghezza d'onda può essere ad ogni istante controllata mediante il circuito risuonante di accordo del ricevitore, il quale è munito per questo scopo di un'adatta lampada al neon. La potenza di oscillazione di circa 50 watt è ottenuta mediante tre triodi a potenza unitaria di 75 watt anodici ciascuno, due dei quali sono oscillatori, mentre il terzo serve per la modulazione. Il sistema di manipolazione, che agisce simultaneamente sui circuiti anodico e di griglia, sopprime ogni scintilla di rottura alla chiave manipolatrice, eliminando così il pericolo d'incendio. L'alimentazione può essere eseguita, sia mediante una generatrice a vento che gira alla velocità costante di 4500 giri/minuto, sia mediante un convertitore rotante alimentato da una batteria di accumulatori a 24 volt.

Il ricevitore, che copre una gamma di lunghezze d'onda sensibilmente più estesa del trasmettitore, è a comando unico mediante accordo simultaneo dei circuiti di antenna e di anodo, con quattro lampade bigriglia e debole consumo. La tensione anodica è di soli 24 volt i quali sono ricavati, dalla batteria anodica del generatore nel caso in cui questo sia alimentato colla generatrice a vento, e dalla batteria di accumulatori dell'equipaggiamento di illuminazione e riscaldamento dell'areoplano nel caso in cui il generatore sia alimentato mediante il convertitore.

Tanto il comando del generatore, quanto quello del ricevitore possono essere eseguiti a distanza. *F. Ve.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

M. H. EHEMANN — **Produzione della corrente reattiva nella rete ad alta tensione della Norvegia.** (Revue Siemens, N. 1, 1930, pag. 5).

Alla produzione della corrente reattiva nella rete ad alta tensione della Norvegia concorrono delle generatrici asincrone: una da 5000 kVA, e due altre da 12.000 kVA reattivi. I notevoli perfezionamenti di tali macchine hanno mirato a renderle il più possibile insensibili alle fluttuazioni della tensione e della frequenza: precisamente quello che si reclama nelle reti nelle quali perturbazioni notevoli possono avvenire a causa di scariche atmosferiche o di messe a terra. Si è riusciti a installare delle generatrici asincrone di corrente reattiva in modo che non sieno distaccate completamente dalla rete anche nel caso nel quale la tensione di essa si annulli, e che possano restare in regolare servizio anche con tensioni ridotte del 60 %.

L'A. descrive brevemente la rete norvegese a 132 kV alimentata dalla centrale di Nore che avrà una potenza installata di 240.000 kVA e che alimenta i distretti più importanti, compresa la capitale Oslo, ed esamina quindi la costruzione, l'installazione e il funzionamento della prima generatrice asincrona da 5000 kVA in servizio da un anno nella sottostazione di Ilesaker. Dal lato meccanico è interessante il raffreddamento dei cuscinetti che, non disponendosi di acqua fresca esterna, è ottenuto per mezzo di un refrigerante a lamelle inserito nella condotta dell'aria fresca della generatrice, e con circolazione di acqua refrigerante.

Dal lato elettrico l'A. descrive dettagliatamente lo schema d'inserzione e di funzionamento, e mette in evidenza per mezzo di diagrammi, la riduzione della durata (2 — 1,5 minuti) e dell'intensità della corrente d'avviamento (35 % della normale). *A. Bs.*

C. L. Fortescue — **Più linee e meno centrali.** (E. W., 28 giugno 1930, pag. 1340).

Colle linee ad alta tensione il risparmio che si realizza è minore di quanto potrebbe essere e ciò non solo per l'aumento del costo della linea, ma anche perchè le condizioni di stabilità dell'impianto richiedono l'impiego di un numero maggiore di linee di quello che il semplice calcolo relativo alla potenza trasmessa richiederebbe. Le diverse linee di trasmissione debbono essere comparate sulla base di eguali distanze e di potenze proporzionali al quadrato della tensione ciò che equivale a considerare veramente lo stesso numero di circuiti.

L'A. esamina poi il problema della carica delle lunghe linee e dopo aver citato l'accorgimento da lui proposto nel 1915 di inserire in serie sulla linea condensatori statici o altre forme di «reattanze negative» si richiama al noto sistema di impiantare a distanze convenienti lungo la linea dei condensatori sincroni o stazioni generatrici di energia reattiva. In tali condizioni il costo della linea per km e per kW che ordinariamente cresce rapidamente con l'aumentare della lunghezza della linea, diventa praticamente inversamente proporzionale al rendimento elettrico della linea stessa. L'A. consiglia nettamente l'adozione di lunghe linee di trasmissione calcolando che per distanze di 500 km il sistema suddetto permette risparmi dal 10 al 20 per cento; questi risparmi vanno rapidamente incrementandosi per lunghezze di $650 \div 900$ km. Le tensioni convenienti sarebbero dell'ordine di 220 kV. Perciò è opinione dell'A. che si debba concentrare la produzione di energia elettrica in pochi punti favoriti da condizioni naturali di rifornimento di combustibile o di esistenza di bacini idrici, e trasportare poi l'energia a grande distanza sui luoghi di utilizzazioni. *G. Cc.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Muhrer — **Apparecchio di sicurezza per veicoli elettrici.** (El. Bahnen, N. 5, maggio 1930).

Il dispositivo descritto, applicato su vasta scala dalle Ferrovie Tedesche dello Stato, è derivato da quello Brown Boveri, montato sui locomotori delle Ferrovie Federali Svizzere e sulle motrici di alcune Ferrovie italiane. Rispetto a quest'ultimo, presenta alcune particolarità, fra le quali sono da notare una segnalazione acustica e la disinserzione diretta dei motori in caso di pericolo, senza agire sull'interruttore in olio del trasformatore principale. Se il manovratore perde il controllo del veicolo, l'apparecchio, dopo che la motrice ha percorso uno spazio determinato, entra in azione e disinserisce i motori, frena il convoglio e dà l'allarme. Dalle prove eseguite con un locomotore 1-C-1, agganciato ad un treno di 304 tonn., è risultato che il dispositivo, entrando in funzione dopo un percorso di 150 metri, arrestava il treno dopo una corsa totale variabile da 230 a 650 metri al variare della velocità del treno da 20 a 80 km/ora. La decelerazione all'arresto era pertanto di $1,6 \div 1$ m/sec^2. *V. D. Ma.*

A. Greco — **L'elettrificazione delle Ferrovie principali e secondarie in Italia mediante corrente continua ad alta tensione.** (Revue Brown-Boveri, N. 7, luglio 1930).

L'A. esamina quali sono i vantaggi che presenta la corrente continua alta tensione e dimostra che l'impiego dei raddrizzatori a vapore di mercurio è un elemento particolarmente favorevole.

Con essi è stato possibile ottenere l'automatismo degli impianti ed una sicurezza di esercizio pressochè assoluta, eliminando il personale delle sottostazioni (sottostazioni di Servigliano e di Valdagno).

L'A. cita anche un dispositivo adottato nella stazione di Apice delle FF. SS. per consentire il frenamento in ricupero quando la linea di contatto è alimentata da soli raddrizzatori. L'energia di ricupero che non è assorbita dai treni in linea, viene dissipata in una resistenza, automaticamente inserita quando vi è disponibilità di tale energia.

Le perturbazioni alle linee telefoniche parallele alle linee di contatto, possono essere eliminate oltrechè migliorando le condizioni delle linee telefoniche stesse, anche utilizzando dei dispositivi con circuiti oscillanti che filtrano le armoniche perturbanti dell'onda raddrizzata come si è fatto nella sottostazione di Biella. *V. D. Ma.*

Fatevi Soci vitalizi!

CRONACA

APPLICAZIONI INDUSTRIALI E VARIE.

L'applicazione dei motori all'industria della gomma e la selezione dei vari tipi per gli usi appropriati sono ampiamente trattate e discusse da C. E. Buchan in *E. W.* 19 luglio 1930, pag. 118). Si richiedono ai motori, alta coppia all'avviamento, alta coppia a regime, rapido arresto (frenatura dinamica e inversione di polarità). Speciale attenzione è dedicata alla scelta di motori ad alta o a bassa velocità. E' opinione dell'A. che sia preferibile la bassa velocità poichè il rendimento dell'alta, va diminuendo col volgere del tempo, causa l'usura dei riduttori. Il motore sincrono si adatta bene anche a regimi di 80-133 giri, senza bisogno di innesti e di freni. *G. Cc.*

CONDUTTURE.

I pali in cemento armato costruiti direttamente sul posto eliminano gli inconvenienti, spesso decisivi, dovuti al trasporto di questo genere di sostegni. Una ditta italiana ha brevettato di tali pali da gettarsi, entro stampi, a mezzo di iniettore ad aria compressa, eventualmente insieme alla fondazione.

Essi posseggono vuoti che permettono facilmente la salita degli operai muniti di apposite staffe e possono essere costruiti fino a 30 m di altezza. Anche delle prove di resistenza effettuate nel Laboratorio del Politecnico di Milano, viene riferito in una breve nota dell'«Energia Elettrica» del luglio 1930, pag. 649. *I. P.*

IMPIANTI.

Una sottostazione di conversione non comune per il servizio di trazione e di illuminazione è quella di Nuova York, recentemente rinnovata con 10 convertitori rotanti, una batteria di accumulatori e il quadro. L'impianto ha trovato posto, in piena 43ª strada, in una installazione completamente sotterranea, su un area di circa metri 30 per 18. Le macchine sono situate 23 m sotto il livello del suolo e gli scavi per la costruzione della sottostazione sono stati spinti fino a 27 m. Schemi e sezioni dell'impianto e dati sul suo funzionamento sono riferiti da C. B. Martin in *E. W.* del 12 luglio 1930, pag. 78. *G. Cc.*

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

L'uso degli oscillografi portatili è facilitato dall'impiego di trasformatori di corrente a nucleo senzionabile e di due *shunts*. Si connette lo *shunt* appropriato in serie con la resistenza relativa nel circuito vibrante dell'oscillografo e si concatena il riduttore intorno alla linea. Lo schema è indicato da F. E. Johnson in *E. W.* del 12 luglio 1930, pag. 66. *G. Cc.*

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

Nel numero di marzo 1930 le *A. E. G. Mitteilungen* riferiscono su un tipo di *gruppo turbina idraulica-dinamo*, adatto per lo fruttamento automatico di piccole forze idrauliche. Il gruppo, costruito per potenze da 0,32 a 42 kW comprende una turbina idraulica a camera libera oppure Francis accoppiata a una dinamo a tensione costante del tipo Petersen.

La costanza della tensione è ottenuta per mezzo di un avvolgimento addizionale di campo, in connessione Wheaston con resistenze in ferro, grazie al quale è reso efficace l'effetto compound dell'avvolgimento in serie.

La caratteristica della tensione può essere regolata entro certi limiti per mezzo di resistenze a cursore e di un interruttore di prese. L'impiego della dinamo Petersen permette di sopprimere il regolatore della turbina, caro e molto sensibile, ottenendo costantemente il massimo rendimento della turbina con un gruppo economico e richiedente una manutenzione piccolissima. *A. Bs.*

SOCIETA' SCIENTIFICHE, CONCORSI, ECC.

I premi «Carlo Esterle» e «Giuseppe Colombo». — Alla riunione del Consiglio della Fondazione Politecnica, a Milano il 22 ottobre 1930, vennero prese le deliberazioni per l'assegnazione dei premi triennali «Carlo Esterle» e «Giuseppe Colombo», approvando le proposte presentate dalle apposite Commissioni.

Per il premio intestato alla memoria di Carlo Esterle, la Commissione era composta dal Sen. Fantoli, come Presidente, dai Proff. Barbagelata, Bordoni, dal Sen. Corbino e dai Proff. Rebora e Vallauri. Vennero presi in considerazione tre concorrenti, e fra essi la Commissione fermò il suo giudizio di preferenza sull'Ing. Luigi Emanueli.

La relazione della Commissione mette in evidenza la grande importanza tecnica del nuovo tipo di cavo per altissime tensioni studiato dall'Ing. Emanueli e già favorevolmente affermatosi in importanti installazioni in Italia e all'estero così da costituire un vero successo mondiale che torna a grande onore della tecnica e della industria nazionale.

La Commissione ha ritenuto di interpretare con una certa lar-

ghezza l'articolo del regolamento, secondo il quale il premio è riservato al miglior lavoro comparso nel triennio; e ciò in base alla considerazione che le nuove idee richiedono sempre largo margine di tempo per affermarsi, cosicchè anche le invenzioni più geniali difficilmente riescono ad affermarsi entro il triennio nel quale esse sbocciano nella mente dell'inventore. Così nel caso dell'Ing. Emanueli sebbene i primi cavi sperimentali del nuovo tipo risalgano al 1922-23, sta il fatto che l'affermazione e il successo industriale di esso si è avuto in questi ultimi anni.

La Commissione ritenendo poi che un premio di tanta importanza debba costituire una ricompensa per gli italiani veramente benemeriti del progresso scientifico e tecnico per il complesso della loro opera, rilevò come l'attività dell'Ing. Emanueli non sia limitata al nuovo tipo di cavo, ma come egli si sia ripetutamente affermato nel campo delle misure ed abbia il merito di avere introdotto e sviluppato lo spirito e il procedimento scientifico in molte ricerche industriali.

Per tutte queste considerazioni la Commissione propose e il Consiglio approvò che il premio Esterle di L. 100.000 venga integralmente assegnato all'Ing. Emanueli.

Per il premio «Giuseppe Colombo» la Commissione era composta dal Sen. Fantoli, come Presidente, dai Senatori Conti e Corbino, dall'Ing. Forti e dal Prof. Zunini.

Si erano presentati dieci concorrenti fra i quali la Commissione riconobbe alcuni indubbiamente meritevoli di incoraggiamento, pur ritenendo che la misura dell'incoraggiamento stesso nella conseguente manifestazione tangibile di un assegno non poteva eccedere in totale la metà della somma disponibile di L. 50.000.

La Commissione giovandosi della sua facoltà di prendere in esame anche l'opera di Enti o persone che non abbiano concorso al premio, riconobbe unanimemente, su proposta del Sen. Fantoli, le alte benemerenze acquistate durante il triennio nel quadro dell'ingegneria italiana, dal Sercizio Idrografico Nazionale annesso al Consiglio Superiore dei LL. PP., la cui opera risponde interamente al carattere di merito insigne voluto dal bando del premio. Ritenne perciò che la residua somma di L. 25.000 dovesse venire assegnata al Servizio stesso, versandola al Presidente della Terza Sezione del Consiglio Superiore dei LL. PP. perchè a suo giudizio venisse suddivisa fra i migliori collaboratori dirigenti il Servizio e le Sezioni come modesto segno tangibile aggiunto al riconoscimento pieno del merito.

La Commissione deliberò poi all'unanimità di assegnare i seguenti premi: al Prof. A. Barbagelata L. 10.000 (per il suo metodo chimico-elettrico per la misura delle portate - *N. d. R.*); all'Ing. Campini L. 7500, al Prof. Ing. E. Pistolesi L. 7500.

Le proposte della Commissione vennero ratificate dal Consiglio della Federazione Politecnica.

L'assegnazione del Premio Ascoli. — Come è noto, ad onorare la memoria del Prof. Moisè Ascoli, che fu anche Presidente Generale della A. E. I., venne a suo tempo istituito per iniziativa della Sezione di Roma un premio annuale da conferire all'allievo della locale Scuola di Ingegneria che più si distingua specialmente nello studio dell'elettrotecnica.

Recentemente è stata effettuata l'assegnazione del premio per l'anno scolastico 1929-30. La Commissione giudicatrice, composta dal Direttore della Scuola, Prof. Cicconetti e dai Prof. Anastasi, Bordoni e Lombardi, e della quale a norma dello Statuto del premio, faceva parte anche un rappresentante della A. E. I., nella persona dell'Ing. C. Puccioni, ha esaminati i titoli di due candidati: i Dottori in ingegneria: Emilio Boitani e Angelo Orcorte. Ad unanimità è stato deliberato di assegnare il premio al Dott. Orcorte, in considerazione della migliore classificazione ottenuta sia nel complesso di tutti gli esami che in quelli speciali del gruppo elettrotecnico.

Si annuncia prossima l'apertura di un *concorso internazionale per la saldatura ad arco* promosso dalla «The Lincoln Electric Co» di Cleveland (O. - U.S.A.). Lo scopo del concorso è di stimolare i tecnici di tutte le industrie a promuovere le applicazioni della saldatura ad arco e aumentare la conoscenza delle possibilità che essa offre per svariate lavorazioni. Sono stabiliti 41 premi, variabili da 7500 a 100 dollari ciascuno, per un importo totale di 17.500 dollari, da attribuirsi alle 41 migliori memorie presentate. La chiusura del concorso è stabilita per il 31 ottobre 1931; le norme definitive non sono ancora state precisate.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Il collegamento meccanico fra pendino e morsetto nelle *linee a catenaria* costituisce un punto debole della linea stessa, particolarmente per le ferrovie elettriche a traffico molto intenso. Si verifica infatti, frequentemente, l'usura del perno del morsetto e dell'occhiolo del pendino. E' possibile ovviare all'inconveniente e ridurre fortemente le spese di ricambio e manutenzione della linea, aumentando la superficie di contatto fra occhiolo e morsetto, e munendo il perno di una guaina solidale, di diametro conveniente.

I particolari di un tale collegamento sono riportati in *Elektrische Bahnen* dell'aprile 1930. *V. D. Ma.*

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

A. POLETTINI. — *Compendio di misure elettriche di laboratorio e industriali* - Manuale di 450 pagine, di 11 × 16 cm, con 307 figure. Giulio Vannini, editore - Brescia 1931 - IX — L. 25.

Nella grande penuria di buoni testi italiani, generali, di Misure elettriche (a dir vero in materia anche i testi stranieri veramente generali e moderni sono piuttosto rari) può essere salutato con piacere questo nuovo diligente lavoro del giovane autore. In esso infatti viene trattata con sufficiente ampiezza, in forma chiara e con un buon equilibrio fra teoria e pratica, la vasta materia dei metodi di misura da laboratorio, e dei metodi e degli strumenti industriali: escluso naturalmente quanto concerne le frequenze non industriali. Il manuale, per quanto rivolto essenzialmente ai capitecnici, potrà essere assai utile anche agli ingegneri.

Naturalmente volendo fare l'ipercritico si potrebbe osservare che l'A. si è attenuto nell'esposizione della materia, specialmente per quanto concerne i metodi da laboratorio, a quello che potrebbe considerarsi l'ordine classico, mentre oggi sembrerebbe desiderabile uno spirito un po' più moderno che coordinasse diversamente la vasta materia mettendo meglio in evidenza il nesso, talora in realtà assai stretto, fra metodi ed apparecchi da laboratorio e metodi e strumenti industriali. Così pure, per quanto concerne i metodi da laboratorio, l'A. — per quanto abbia già molto coraggiosamente sfrondato rispetto alle fonti di cui si è servito — avrebbe forse potuto essere più energico, abbandonando decisamente al loro destino taluni schemi e metodi che ormai nessuno più adopera.

Anche nella parte industriale l'A. si è conservato assai aderente alle sue fonti; solo qui le fonti erano già per necessità di cose più moderne, e gli inconvenienti, se così è lecito chiamarli, appaiono per conseguenza minori.

Vogliamo infine osservare come l'A. non sia sfuggito agli inconvenienti che così frequentemente derivano dal non essersi ancora dato un nome all'unità di massa nel sistema pratico; unità che continua a chiamarsi kilogrammo-massa ingenerando pericolose confusioni col kilogramma-forza.

Così nella tabella di ragguaglio delle unità pratiche alla C. G. S. si legge che l'unità pratica di massa (kilogrammo-massa) è uguale a 1000 unità di massa C.G.S. anzichè a 1000/9,81 com'è di fatto. (Basta riflettere che un oggetto che pesa un kilogrammo ed ha quindi la massa 1000 nel sistema C.G.S., ha, nel sistema pratico, la massa di 1/9,81 unità pratiche di massa). Se abbiamo rilevato l'errore, che si trova del resto anche in altri libri e manuali, è solo per dimostrare una volta di più la necessità di dare un nome diverso all'unità pratica di massa.

Pel resto — chiusa la digressione — non possiamo che compiacerci vivamente coll'Ing. Polettini per l'opera veramente utile ch'egli ha compiuto.

*

H. M. DOWSETT. — *Handbook of Technical Instruction for Wireless Telegraphists* - London, 1930 - Iliffe e Sons Limited. — Un volume rilegato in tela di 479 pagine, con 459 figure, formato di cm 21,5 × 14 - Numero medio di parole per pagina 464 - Prezzo 25 scellini.

Il libro è essenzialmente un testo compilato ad uso degli allievi operatori e dei tecnici delle stazioni radio. A tal fine l'A., premettendo di volta in volta gli elementi di matematica necessari alla traduzione delle leggi che governano i fenomeni elettrici, svolge da prima un corso che riassume le parti più sostanziali dell'elettrotecnica e, inoltrandosi poi nel campo delle oscillazioni elettriche, passa a trattare delle varie applicazioni a cui esse hanno dato origine. Da ultimo descrive i principali tipi di apparati in uso nelle stazioni radio, ed in particolare i complessi trasmittenti e riceventi costruiti dalla Compagnia Marconi e da questa diffusi in tutto il mondo.

Dei ventotto capitoli nei quali risulta divisa la materia trattata, i primi due sono dedicati ai problemi di elettrostatica; il 3° e 4° rispettivamente alla legge di Ohm ed a una breve esposizione di elementi di matematiche; il 5° ed il 6° alle pile, agli accumulatori ed ai problemi ad essi relativi; il 7°, 8° e 9° al magnetismo, all'elettromagnetismo ed ai fenomeni di induzione. Nei successivi capitoli 10°, 11° e 12° sono studiate le macchine dinamo elettriche, gli strumenti di misura ed i complessi che costituiscono le installazioni elettriche nelle stazioni radio. Col capitolo 13° si inizia la trattazione delle correnti alternate, nel 14° vengono esposte le formule fondamentali ad esse relative e nel 15°, definita l'induzione mutua, ne è fatta la applicazione ai trasformatori.

I capitoli successivi sono dedicati esclusivamente alla radiotecnica e trattano rispettivamente: il 16° ed il 17° delle oscillazioni smorzate e dei trasmettitori a scintilla; il 18° e 19° del problema degli aerei, delle radiazioni e dei circuiti riceventi con raddrizzatore a cristallo. La struttura ed il comportamento delle valvole termoioniche sono descritti nel capitolo 20°; nel 21° vengono esaminati i trasmettitori a valvola; nel 22° ne è spiegata la regolazione mediante l'uso dell'ondametro, mentre nel 23° sono illustrati i vari schemi che trovano applicazione negli apparati riceventi.

Gli ultimi cinque capitoli sono dedicati quasi esclusivamente alla descrizione dei principali tipi di apparati radio e cioè ai ricevitori, ai radiogoniometri, agli apparati automatici di sicurezza e di chiamata d'allarme ed alle norme per la manutenzione dei complessi particolarmente in uso presso la Marina.

Il volume, presentato in bella veste tipografica ed accuratamente illustrato, può essere considerato perfettamente rispondente allo scopo prefisso dall'A. Esso costituisce un ottimo ausilio per la preparazione di un buon personale specializzato.

R. G.

*

E. Brown - E. B. Dennis - J. Henry - G. E. Pendray. — *City Noise.* — Noise Abatement Commission - New York, 1920. — Un volume di cm 15×23, di pag. 308 con parecchie figure. — Senza indicazione di prezzo.

La lotta contro i rumori eccessivi è ormai diventata una necessità di tutte le grandi agglomerazioni urbane. Il libro di cui si tratta è il risultato del lavoro di una apposita Commissione nominata dal Department of Health della City di New York e all'opera della quale hanno prestato volonteroso concorso una quantità di grandi Ditte tecniche americane.

Il libro ha essenzialmente carattere di propaganda, sebbene contenga anche argomenti di carattere tecnico, ed è corredato da illustrazioni per lo più di genere semiumoristico. Tuttavia esso contiene una certa messe di osservazioni e di dati che possono essere utili ai tecnici della materia.

Una prima parte contiene una serie di relazioni di «esperti» circa la origine più frequente dei rumori, i metodi di valutazione e di misura di essi, e i possibili provvedimenti pratici per porvi rimedio. Questa parte ha una certa importanza tecnica.

La seconda parte riporta invece il testo di alcune letture di carattere popolare sull'argomento diramate per mezzo della radio.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

Riunione del 19 dicembre 1930.

La sera di venerdì 19 dicembre nel salone sociale di via San Paolo, il socio, Ing. **Renzo Anau**, tenne l'annunciata comunicazione sul tema: «**Trasmissioni idrodinamiche e loro impiego negli impianti idraulici**».

Alla riunione intervennero numerosissimi i soci dell'A. E. I nonchè i colleghi del Sindacato Provinciale Fascista Ingegneri, dietro invito della Presidenza.

Il Presidente, Ing. *Manfredi*, rilevata l'alta competenza dell'Oratore nel campo del macchinario idraulico in genere, nonchè del particolare argomento che egli si propone di trattare, e dopo avergli espressi i ringraziamenti più vivi per avere aderito a completare il «ciclo» di conferenze su argomenti idraulici aventi rapporti cogli impianti idroelettrici, già svolto in recenti riunioni dai colleghi Ratti, Rubbo, Novelli, prega l'Ing. Anau di volere prendere la parola.

L'Ing. *Anau*, attentamente seguito dal numeroso uditorio, svolge brillantemente, colla consueta lucida e chiara parola, il tema molto interessante.

Dopo una premessa generale sulle trasmissioni a mezzo di olio in pressione, egli illustra i tipi di pompe e di servomotori rotativi sistema «Calzoni», le loro applicazioni ai meccanismi di manovra delle paratoie e valvole idrauliche, spiegando le differenze fra i primi tipi a limitata pressione e quelli attuali ad alto rendimento e pressioni di 25-30 atmosfere.

Espone i vantaggi particolari delle trasmissioni idrodinamiche (riserva multipla, centralizzazione dei comandi, installazioni subacquee, variazione della velocità, comando delle pompe d'olio con riserva termica o idraulica, automatismo indiretto) in confronto ai sistemi usuali con comando elettrico.

Oltre al problema del riduttore idrodinamico, applicabile a complessi meccanici esistenti, tratta il tema degli argani rotativi a pressione d'olio realizzanti il completo rapporto di riduzione di velocità, esponendone il tipo di costruzione, il rendimento ottenibile, e la possibilità di applicazione anche alle paratoie in cui si utilizza l'azione del peso per la chiusura; funzionando l'argano stesso come freno idraulico regolatore.

A conclusione della conferenza (illustrata da nitide ed interessanti proiezioni dei più caratteristici impianti fra i numerosissimi già eseguiti), l'Oratore accenna alle possibiltà delle applicazioni dei comandi idrodinamici Calzoni alle macchine utensili, agli autoveicoli, ecc., e mette in rilievo la indiscutibile priorità della tecnica italiana per le applicazioni agli impianti idraulici.

La comunicazione dell'Ing. Anau (il cui testo sarà pubblicato prossimamente sul nostro giornale) viene vivamente applaudita dal folto uditorio, ed il *Presidente*, unendosi a questi applausi, esprime le più sentite congratulazioni al Conferenziere, sottolineando la priorità italiana delle applicazioni trattate, dovute alla genialità dell'Ing. Calzoni, e concludendo coll'augurio che la brillante esposizione fatta dall'Ing. Anau sull'impiego dei comandi idrodinamici negli impianti idraulici possa essere presto completata da altra comunicazione dell'Ing. Calzoni sulle applicazioni di essi comandi alle macchine utensili, che tanto interessano la tecnica delle costruzioni idrauliche ed elettriche.

E tra i rinnovati applausi di tutti si chiuse la bella riunione.

* *

SEZIONE DI TORINO

Verbale della Riunione dei Soci tenutasi il 10 gennaio 1931.

Alla Riunione vennero invitati anche i soci del Sindacato Ingegneri.

Il Presidente dichiarò aperta la seduta alle ore 21,15 e presentò l'oratore, Ing. **Vincenzo Rubbo**, delle Officine Meccaniche Tosi, della Sezione di Milano. Si disse lieto di questo scambio di conferenzieri da Sezione a Sezione, anche perchè favorisce quello spirito di cameratismo che è nelle tradizioni dell'A. E. I.

Quindi prese la parola l'Ing. Vincenzo Rubbo per la trattazione del tema: «**Dighe mobili e paratoie a funzionamento automatico diretto**».

L'Ing. Rubbo esordì ponendo in evidenza i vantaggi che le paratoie mobili a funzionamento automatico in genere e quelle ad automatismo diretto in specie presentano negli impianti idroelettrici ed in quelli di irrigazione. Espose poi alcune considerazioni sulle caratteristiche generali delle dighe mobili, soffermandosi sul fenomeno delle oscillazioni pendolari e sugli accorgimenti atti a prevenirle ed attenuarle.

Passò quindi alla discrizione delle principali installazioni che illustrò con numerose proiezioni, partendo, nel campo delle paratoie a ventola, dal grandioso impianto sulla Wissota Dam della Light and Power Company, costruito nel 1916 accennando poi all'impianto di Fiume Rotto sull'Aniene, alle quattro paratoie automatiche dell'impianto dell'Orco a Ceresole Reale, alle installazioni di Eguzon in Francia e ad altre recentissime.

Nel campo delle paratoie a settore, fatto un rapido cenno del grandioso impianto di Brema sulla Weser e di quello di Raanaasof in Norvegia, si soffermò sulla recente importantissima installazione sul Piave al Ponte di Fener (Consorzio Irriguo Brentella di Pederobba). Qui si hanno due paratoie automatiche con luci di metri 22,50 ciascuna che presentano speciali caratteristiche ed offrono tutte le garanzie di sicurezza di funzionamento; esse sono inoltre munite di speciali dispositivi di asservimento che ovviano il fenomeno della surregolazione.

L'oratore passò successivamente in rassegna le paratoie automatiche dell'impianto di Cadarese della Società Edison, quelle del Ceno della Società Forze Idrauliche del Pione, gli scaricatori automatici di superficie della diga di Suviana delle FF. SS., le paratoie di sbarramento sul fiume Sele della Società delle Bonifiche, installazione quest'ultima che comprende quattro sistemi di luci da metri 17 × 6 ciascuna, le paratoie automatiche dell'impianto di Coindre ed altri.

Le dighe mobili di vari impianti, pur presentando una struttura simile, differiscono negli organi fondamentali di comando e di asservimento e questi organi, che determinano la regolarità e la stabilità del funzionamento, devono essere attentamente studiati per ogni singolo caso a seconda delle diverse e varie esigenze e caratteristiche degli impianti.

Nel campo delle paratoie in cemento armato, l'oratore illustrò l'installazione di Camarasa in Spagna e quella del Bacino del Tirso in Sardegna.

Infine rilevando la delicatezza e la sensibilità al movimento di alcuni tipi di paratoie azionate automaticamente da regolatori a galleggianti, l'oratore trasse spunto per un parallelo tra dighe mobili e paratoie automatiche da una parte ed i gruppi idroelettrici delle sottostanti officine generatrici dall'altra. Infatti la regolazione, mentre nei gruppi idroelettrici è funzione delle masse rotanti e dei dispositivi di compensazione dei regolatori applicati, nelle paratoie automatiche è funzione del volume di invaso del bacino a monte e dei dispositivi di asservimento.

L'interessante comunicazione, illustrata da abbondanti proiezioni, venne seguita con viva attenzione dal numeroso uditorio. L'Ing. Peri, Presidente, si congratulò vivamente col Conferenziere e gli porse i ringraziamenti degli intervenuti e di tutti i soci della Sezione di Torino.

La seduta venne sciolta alle ore 22,45.

* *

SEZIONE DI TRIESTE.

La conferenza dell'Ing. Prof. Giuseppe Pippa.

La sera del 18 dicembre scorso l'Ing. Prof. **Giuseppe Pippa**, Direttore della Società Elettrica delle Venezie, ha tenuto nella Sala Massima del Circolo Artistico, la sua conferenza sulla: «**Vita e l'elettricità**». Presentato al folto pubblico dal Presidente della Sezione, Cav. Ing. Italo Bonazzi, il chiaro Conferenziere, dopo un accenno all'elet-

tricità, disse che il processo evolutivo della vita è studio della biologia, le cui prime ricerche portarono alla scoperta del nucleo e delle proprietà del protoplasma. Sotto l'indagine microscopica si rilevarono infatti gli esseri infimi unicellari e i «protisti», che non sono ancora nè piante nè animali, ma solamente «esseri vivi», l'aspetto dei quali presenta una varietà infinita di forme e di colori. Esseri, questi, che si muovono e la cui genesi è infinitamente varia, manifestandosi alle volte con un moto improvviso in una cellula immobile. Nell'origine di questo moto è racchiuso il mistero della vita.

La biologia di un tempo — continuò l'Ing. Prof. Pippa — convenne di ritenerlo spontaneo, denominandolo il «movimento vitale primordiale». Successivamente sorse l'ipotesi che ogni cellula avesse in sè la proprietà di ricevere impulsi esterni, contenesse cioè una quantità di energia latente detta «cosmica», le cui manifestazioni avverrebbero sotto lo stimolo della luce, del calore, ecc. Nel 1865 il Richter constatò che un aerolito caduto in Svezia conteneva dell'humus e formulò l'ipotesi che la vita fosse stata portata sulla terra dalla caduta dallo spazio di infime cellule organiche delle «cosmozoari».

Più tardi il Pouchet enunciò la teoria dell'eterogenesi, avendo ottenuto, mediante un'immersione nell'acqua bollente di sostanze vegetali sterilizzate, la produzione di piccoli esseri, detti «monadi», dai quali poi si generavano ovuli di infusori e infine protozoi. Prima del Pouchet, l'Haeckel aveva formulato l'ipotesi che la vita avesse origine nell'acqua e faceva coincidere il momento della sua formazione col formarsi degli oceani. Nelle profondità marine egli riuscì a pescare degli esseri organici detti «monere» che rappresenterebbero la vita dello stato nascente. La formazione delle «monere» sarebbe spiegata dalla teoria del Pouchet.

A queste teorie altre seguirono, fino a che si giunse alle teorie elettriche tra le quali è singolare quella di Georges Lakhovsky espressa col principio che ogni essere vivente emette delle radiazioni la cui lunghezza varia per ogni individuo. La cellula, disse il dotto Conferenziere, sarebbe un'unità elettrica il cui nucleo ha le caratteristiche di un circuito oscillante, proprietà questa che implica necessariamente l'emissione di radiazioni. Di che natura sono queste radiazioni? L'indagine scientifica ce le rivela come elettromagnetiche, di altissima frequenza, emesse da piccoli filamenti aggrovigliati, contenuti nel nucleo.

Gli studi del Lakhovsky si estendono anche alla formazione della prima cellula. Nei periodi geologici il nostro globo raffreddandosi venne invaso dall'acqua, in cui si trovavano disciolti diversi elementi e composti chimici. Ogni goccia d'acqua era un microcosmo contenente una gran varietà di elementi chimici elettrizzati. Dalla terra carica di elettricità negativa, si dipartivano le linee di forza del campo elettrico dirette verso altri astri o pianeti caricati positivamente: orbene le molecole dei corpi sciolti nelle goccioline microscopiche di acqua, sovrapponendosi per affinità chimica o cause elettrostatiche, si orientarono lungo queste linee di forza formando dei sottili filamenti rettilinei i quali, per effetto del movimento di rotazione terrestre si inflessero assumendo forma ricurva. Mentre questo elemento filiforme, costituito da sostanze conduttrici, si formava, vennero a fissarvisi intorno, un certo numero di molecole isolanti: il filamento nucleo della cellula era così costituito.

Ed eccolo entrare in vibrazione sotto l'azione dei raggi cosmici mettendosi in risonanza con quelli aventi una frequenza eguale alla sua. Esso vibra e irradia. Vive: la cellula è nata.

«Oggi, concluse l'Ing. Pippa, le nostre cognizioni sono ancora avvolte in una nebulosa, ma se domani la scienza ci darà l'occhio capace di rivelare le oscillazioni vitali e cerebrali, che cosa realizzeremo noi potendo asservire ai nostri bisogni le radiazioni cellulari? Il giorno in cui ciò sarà noi avremo la possibilità di trasmettere il pensiero, di far comunicare i ciechi e sordomuti, di corrispondere coi nostri simili e forse anche con gli animali a mezzo delle nostre proprie onde».

La fine dell'interessante conferenza fu salutata da clamorosi applausi.

Il Presidente, Ing. Bonazzi, rivolse un sentito ringraziamento all'Ing. Pippa per il godimento intellettuale procurato ai soci, congratulandosi vivamente per la sua avvincente eloquenza.

*

La consegna delle medaglie dell'A. E. I. ai migliori allievi dell'Istituto Industriale di Trieste.

Come è noto, in occasione del recente Congresso a Trieste, l'Associazione Elettrotecnica Italiana istituì, a perpetuare il ricordo della XXXV^a^ Riunione e come omaggio degli elettrotecnici alla città redenta, un premio, consistente in due medaglie, da assegnarsi ogni anno ai migliori allievi del locale Regio Istituto Industriale.

La prima consegna delle medaglie è stata effettuata il giorno 3 gennaio del corrente anno, con una solenne cerimonia in occasione dell'insediamento del nuovo Commissario governativo per l'Istituto Avv. Edmondo Oberti di Valnera.

Il Commissario stesso, dopo avere ricordato l'origine del premio e il suo alto significato spirituale, procedette alla consegna delle medaglie ai due alunni che il Collegio degli Insegnanti, in apposita seduta, aveva precedentemente designato come i più meritevoli della Sezione Meccanici-Elettricisti per l'anno 1929-30.

La medaglia d'oro fu assegnata al giovane Oreste Fumis e in vece di lui, attualmente in servizio militare, consegnata al padre suo che era presente. La medaglia d'argento fu attribuita all'allievo Leone Caucich.

Ai valenti giovani, entrambi licenziati dall'Istituto, mandiamo vivi rallegramenti ed auguri per la carriera che brillantemente stanno per iniziare.

In questa occasione riportiamo anche le Norme che sono state stabilite dal Collegio degli Insegnanti dell'Istituto per l'assegnazione delle medaglie.

1. — A sensi della lettera del 1° dicembre 1930-IX, Port. N. S/1472/R dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, i due premi medaglie sono riservati agli alunni della Sezione per meccanici elettricisti del R. Istituto Industriale di Trieste.

2. — I due premi-medaglie saranno conferiti ai due alunni che avranno conseguito la licenza nella sezione estiva degli esami di licenza riportando il maggior numero di punti; a parità di condizioni sarà data sempre la preferenza all'alunno che avrà corrisposto ai suoi doveri come avanguardista e come milite.

3. — Il conferimento spetta al Collegio degl'Insegnanti della Sezione meccanici-elettricisti del R. Istituto Industriale di Trieste, che vi procederà nella seduta di chiusura della sessione estiva degli esami di licenza, con giudizio definitivo, senza che occorrano altre conferme o ratifiche.

4. — Premesso che il Municipio di Trieste metta a disposizione le medaglie entro il mese di giugno, la consegna delle medaglie ai premiati seguirà immediatamente dopo la chiusura della sessione estiva degli esami di licenza; in caso diverso, essa sarà fatta appena possibile, in giorno da fissarsi dalla Direzione dell'Istituto.

5. — La consegna delle medaglie ai due alunni, designati in conformità dei criteri sopra svolti come i migliori alunni della Sezione meccanici-elettricisti, verrà fatta in forma solenne, alla presenza del Collegio degl'insegnanti e degli alunni della Sezione. Nel consegnare le medaglie verranno espressamente ricordati il motivo e l'occasione dell'istituzione dei premi da parte dell'A. E. I.

6. — Del conferimento delle medaglie sarà, al solito modo, data partecipazione alla stampa locale ed alla Presidenza dell'A. E. I., perchè lo possa, in conformità del desiderio espresso, pubblicare nel proprio periodico *L'Elettrotecnica*.

7. — Nella cerimonia della premiazione sarà consegnato agli alunni premiati un attestato del premio ricevuto.

I nomi dei due alunni premiati resteranno esposti per tutto l'anno all'albo dell'Istituto.

8. — La medaglia campione (in argento), montata su marmo rosa (diritto e rovescio), consegnata nel dicembre 1930 dal Municipio di Trieste alla Direzione del R. Istituto Industriale, resta affidata per la durata del premio alla detta Direzione; in caso di soppressione della Sezione meccanici-elettricisti del R. Istituto Industriale di Trieste o di mutamento d'indirizzo, la medaglia campione sarà consegnata al Museo Civico di Storia Patria e del Risorgimento a Trieste.

.. .. ATTIVITÀ DELLE SEZIONI .. ..

SEZIONE DI BOLOGNA (Piazza de' Celestini, 4).

21 Gennaio - ore 21. — Orsi Ing. Giorgio: «Un rapido sguardo alla radiotelegrafia e radiotelefonia dalle origini ad oggi» (la conferenza sarà accompagnata da esperimenti).

31 Gennaio - ore 21. — Sartori Prof. Ing. Giuseppe: «Nel primo centenario della grande scoperta di Faraday» (Correnti indotte ed esperimenti relativi). - Seguirà l'Assemblea Ordinaria dei Soci.

SEZIONE DI NAPOLI (Via Chiaia, 216).

10 Febbraio - ore 17 (presso la R. Scuola d'Ingegneria). — Brun Ing. Stefano: «Cenni sulla distribuzione dell'energia elettrica».

11 Febbraio - ore 12. — Visita agli impianti sonori del Cinema Augusteo.

SEZIONE DI ROMA (Via delle Coppelle, 35).

30 Gennaio - ore 21,15. — S. E. Belluzzo Ing. Prof. Giuseppe: «La turbina a vapore applicata alla trazione».

6 Febbraio - Fiorentini Ing. Felice: «Il comando automatico delle macchine elettriche». — Seguirà l'Assemblea Ordinaria dei Soci.

13 Febbraio (nella Sede del Dopolavoro della Soc. Telefonica Tirrena, Via Monteroni, 4) - ore 21,15. — Conti Ing. Adolfo: «Il commutatore automatico Siemens».

20 Febbraio. — Bordoni Ing. Ferdinando: «I moderni impianti elettrici teatrali».

27 Febbraio. — Fano Ing. Guido: «La regolazione della tensione sulle reti della Società E.G.R.».

SEZIONE DI TORINO (Via XX Settembre, 36).

5 Febbraio - ore 21. — Banfi Ing. Alessandro: «La moderna tecnica radiofonica - Stato attuale della radiofonia in Italia».

SEZIONE VENETA (presso Soc. Cellina - Veneta).

31 Gennaio - ore 15 (nell'Aula Magna della R. Scuola d'Ingegneria di Padova). — Novelli Ing. Cav. Tranquillo: «Il colpo d'ariete negli impianti di pompe», dopo la conferenza il Prof. Ettore Scimemi farà alcune esperienze sul colpo di ariete.

Prof. Angelo Barbagelata, *Direttore responsabile*. (I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 15 Febbraio 1931 - ANNO IX N. 5

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Centrali idrauliche o centrali termiche?

I lettori non avranno certo dimenticato il brillante articolo con cui, circa un anno fa, l'Ing. G. Neri — un autentico competente in fatto di centrali termiche — sostenne con grande vigore su queste colonne, la convenienza odierna, anche nel nostro Paese, delle centrali termoelettriche in confronto delle idroelettriche. Lo scritto provocò una cortese polemica fra alcuni contraddittori ed il Neri; ma la breve discussione non potè certo esaurire l'argomento.

Il poderoso problema, di vero interesse nazionale, fu successivamente discusso nella sede certo ad esso più adatta, durante il Congresso della Unfiel, a Roma, senza che però si giungesse a conclusioni precise ed esplicite. Solo sfiorata nella nostra riunione di Trieste, dedicata ai problemi tecnici inerenti alle centrali termoelettriche, la questione viene oggi risollevata in pieno da un poderoso scritto dell'Ing. FORZANI il quale, seguendo passo passo le argomentazioni del Neri, le discute a fondo e giunge a conclusioni diametralmente opposte, affermando la convenienza, per il nostro Paese, di anteporre gli impianti idroelettrici ai termici, pure ammettendo la necessità che una certa percentuale del fabbisogno di energia possa e debba essere generata per via termica.

Non possiamo e non vogliamo qui analizzare nè, tanto meno, giudicare le contrastanti argomentazioni dei due competenti antagonisti. Certo pensiamo e speriamo che all'articolo del Forzani, altri scritti seguiranno, dando luogo ad una ampia, serena discussione del poderoso problema. Ma, senza voler entrare nel merito della questione ci sembra di dover notare come le conclusioni nell'uno o nell'altro senso, possano e debbano essere grandemente influenzate da molti di quei fattori imponderabili o difficilmente traducibili in cifre e che pure assumono valore assolutamente dirimente in determinate circostanze. Così si potranno fare confronti minuziosi e precisi sulla convenienza odierna, dal puro punto di vista economico contingente, delle centrali termiche rispetto alle idrauliche, ed è probabile che se oggi ancora il giudizio può apparire incerto, la bilancia debba pendere nettamente fra qualche anno in favore delle centrali termiche, i cui rendimenti hanno ancora molto da progredire, mentre quelli delle centrali idrauliche toccano ormai l'assintoto. Ma, se in luogo del vantaggio economico odierno, contingente, si considera il superiore interesse nazionale intervengono fatalmente nel dibattito ipotesi, previsioni — per non dire profezie — apprezzamenti ed anche considerazioni sentimentali che possono perfettamente spiegare, come anche due tecnici, per quanto meglio degli altri educati al ragionamento obbiettivo, possano giungere a conclusioni in pieno contrasto. Ed è appunto per queste considerazioni che saremmo assai lieti se altri colleghi particolarmente competenti in materia — e non fanno certamente difetto nel nostro Paese! — volessero comunicarci le loro opinioni in materia. La discussione è aperta.

Problemi di illuminazione.

Agli studi attuali sopra i multiformi problemi che la rinnovata tecnica della illuminazione presenta, reca oggi un pregevole contributo il CARLEVARO, che, riallacciandosi a lavori precedenti, suoi e di altri, esamina una soluzione semplice del problema del calcolo della illuminazione prodotta da superfici diffondenti non uniformemente luminose.

LA REDAZIONE.

Per il cambio di indirizzo inviare Lire UNA unitamente alla fascetta vecchia.

ILLUMINAZIONE PRODOTTA DA SUPERFICI DIFFONDENTI COMUNQUE ILLUMINATE ED ORIENTATE

E. CARLEVARO

AEI Comunicazione alla Sezione di Napoli, 14 novembre 1930

Si espone un metodo generale di calcolo dell'illuminazione prodotta da superfici diffondenti quando queste hanno una luminosità variabile da punto a punto, e sono comunque orientate rispetto al piano di riferimento; considerando a parte i casi della superficie ortogonale e parallela al piano da illuminare.

Si viene così a stabilire la posizione più opportuna per le superfici illuminanti, in funzione della loro orientazione.

1. - Premesse.

L'illuminazione indiretta e la semi indiretta, che oggigiorno prendono larga voga, si basano sulla diffusione di luce da parte di superfici artificialmente illuminate per mezzo di adatte lampade; spesso queste superfici sono piane, di forma rettangolare o circolare ed hanno luminosità ben definita nei vari punti, la quale si deduce facilmente dalla natura e dalla disposizione dei corpi illuminanti.

D'altra parte l'illuminazione naturale degli interni prodotta dalle finestre, dai balconi, dai lucernai, si calcola ammettendo di sostituire ai suddetti vani di luce delle superfici diffondenti aventi la luminosità del cielo, supponendo che questo sia completamente visibile dall'interno entro tutta la superficie del vano di luce, altrimenti dovrà considerarsi la superficie della finestra dotata in parte di una luminosità uguale a quella delle pareti illuminate antistanti, corrispondenti ad un cortile o ad una strada e generalmente variabile da punto a punto. Si vede quindi come non si possa in generale considerare uniforme la luminosità di una superficie diffondente per calcolare la illuminazione indiretta ad essa dovuta.

In condizioni analoghe ci troviamo sicuramente quando la superficie diffondente ha delle dimensioni molto estese, come in presenza delle lunghe feritoie usate qualche volta per l'illuminazione naturale, o di una serie di finestre o lucernai tutti uguali, intercalati da zone non luminose o poco luminose.

Lo studio dell'illuminazione prodotta in un dato punto di una superficie da un rettangolo perfettamente diffondente secondo la legge del Lambert, e posta in un piano perpendicolare o parallelo al primo, è stata eseguita analiticamente dal Prof. Bordoni (1), nel caso che la luminosità della superficie diffondente sia uniforme. Il procedimento sarebbe applicabile anche a superfici diffondenti a luminosità disuniforme, supponendole suddivise in tante porzioni rettangolari, aventi ciascuna luminosità uniforme; però questo artificio non sempre è applicabile con una certa approssimazione, e talvolta anche potendolo applicare, il procedimento risulta notevolmente faticoso. Ad esempio nel caso abbastanza comune di illuminazione indiretta dal soffitto, quando questo è illuminato da un corpo avente un solido fotometrico di rivoluzione, la divisione del soffitto in parti di ugual chiarezza risultà più semplice se eseguita a zone anulari anzichè ad elementi rettangolari (2).

(1) Sul calcolo dell'illuminazione prodotta dalle superfici diffondenti. Atti dell'A. E. I., 1908, pag. 265.

(2) Il Bordoni ha calcolato anche l'illuminazione prodotta da superfici circolari, e quindi, per differenza, anulari, con la restrizione che l'asse della superficie circolare considerata passasse per il punto nel quale si vuol determinare l'illuminazione.

In questi casi di difficile applicazione del metodo Bordoni, potrà convenire l'applicazione del metodo grafico di calcolo qui riportato. Si giustifica l'applicazione di un metodo grafico, poichè la legge di distribuzione della luminosità sulla superficie data può essere naturalmente comunque complicata, e di ciò mal si potrebbe tener conto in una rappresentazione analitica di tale legge.

La legge di variazione della luminosità nei punti della superficie diffondente può essere graficamente rappresentata da diagrammi cartesiani aventi per ordinate la luminosità dei punti di tante linee giacenti sulla superficie data. Queste linee potranno essere delle rette parallele o dei circoli concentrici, secondochè si ottengono le illuminazioni primarie sulla superficie diffondente mediante le sezioni meridiane del solido fotometrico o mediante singoli raggi di questo.

2. - Richiami sul calcolo dell'illuminazione primaria.

Quando la luminosità non sia assegnata a priori, come nel caso dell'illuminazione artificiale, questa si potrà facilmente ricavare partendo dal solido fotometrico delle lampade installate.

La formula ben nota:

$$E = \frac{I\varphi}{h^2}\cos^3\varphi \qquad (1)$$

permette di passare dall'intensità luminosa I all'illuminazione E sul piano di riferimento in funzione della distanza h del baricentro luminoso dal piano, e dell'angolo φ di incidenza. La soluzione si esegue ordinariamente per via analitica sostituendo alla (1) un'espressione in funzione delle coordinate cartesiane x e y dei punti del piano rispetto al piede della perpendicolare abbassata su questo dal baricentro luminoso della lampada. Per via grafica il calcolo dell'intensità di illuminazione E riesce assai semplice, come si è mostrato in altra nota [3] e fornisce direttamente le curve di E lungo alcune linee caratteristiche della superficie illuminata, nella forma richiesta per il calcolo dell'illuminazione indiretta.

A mo' d'esempio riportiamo nella fig. 1 il calcolo grafico dell'illuminazione per i punti del soffitto sovrastante ad un corpo illuminante collocato in A. L'intensità luminosa I, riportata a partire dal punto di incidenza in DE e proiettata prima sulla normale in DF, poi sul raggio in DG, poi ancora sulla normale in DH, ci dà il valore in iscala $1/h^2$ dell'illuminazione E per tutti i punti di un cerchio raggio BD. Si ricava quindi facilmente la curva dei valori di E, in funzione della distanza dal piede della perpendicolare B, e questa rappresenta anche in altra scala la distribuzione della luminosità, se si suppone l'albedo costante. Il metodo anzidetto ha anche il vantaggio di fornire il *flusso luminoso totale* che colpisce la parete considerata e che si può ricavare direttamente dall'integrazione dei valori di E a tutta la superficie, analogamente a quanto si fa per ricavare la portata di una corrente fluida dalle velocità misurate nei punti di una sezione trasversale.

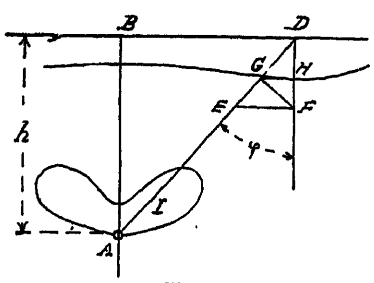


Fig. 1.

Se la superficie illuminata ha forma rettangolare, conviene naturalmente passare, per calcolare il flusso, da questa rappresentazione su circonferenze concentriche a quella su rette parallele ad uno dei lati, con una facilissima costruzione.

Il calcolo grafico dell'illuminazione diretta delle pareti verticali, dovuta alla sorgente luminosa di asse verticale riesce naturalmente più laboriosa; deve essere eseguita servendosi della rappresentazione del Monge e ribaltando i piani sul foglio di disegno, onde ottenere in vera grandezza le lunghezze e gli angoli [4].

Precisamente i piani meridiani del solido fotometrico si ribaltano sul piano verticale di proiezione per ottenere in vera grandezza le intensità luminose lungo alcuni raggi arbitrari. Successivamente ciascuno di questi raggi si ribalta attorno alla normale condotta dal baricentro luminoso alla parete, fino a portarlo nel piano orizzontale di proiezione, per eseguire la costruzione di E, e giungere quindi alla curva di E lungo una retta verticale giacente sulla parete in questione.

Anche in questo caso la costruzione permette di calcolare il *flusso totale* che colpisce la parete; e ciò è importante per la determinazione successiva del coefficiente di utilizzazione, come vedremo tra poco.

[3] Calcolo dell'illuminazione dovuta a sorgenti puntiformi e superfici diffondenti. - Atti del Congresso della Soc. It. Progresso Scienze, 1930 e *L'Elettricista*, 1930, n. 10.

[4] Vedi: CARLEVARO: l. c.

3. - Superfici diffondenti perpendicolari a quella illuminata.

I casi più interessanti nella tecnica sono quelli in cui la superficie diffondente, supposta rettangolare [5], è perpendicolare al piano che si vuole illuminare, o parallela ad esso.

Nel primo caso siano date sulla superficie diffondente $ABCD$ (fig. 2) le curve dei valori della luminosità, od anche della illuminazione primaria E lungo delle linee verticali, equidistanti o non; e si ricerchi il valore dell'illuminazione secondaria (e) nel punto P di un piano orizzontale.

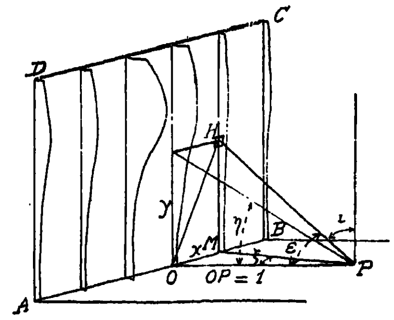


Fig. 2.

Sia O il piede della perpendicolare abbassata dal punto P sul piano $ABCD$. Conviene assumere nel calcolo tale distanza OP come unità di misura delle coordinate, ossia considerare le coordinate x e y del punto generico H come numeri puri, indipendenti dalla unità di misura, assumendo precisamente i rapporti:

$$x = \frac{MO}{OP} = \text{tg. } \xi \qquad y = \frac{HM}{PO} = \text{tg. } \eta$$

ove ξ ed η sono gli angoli sotto cui dal punto P si vedono l'ascissa e l'ordinata del punto H. E' noto d'altronde [6] che i risultati del calcolo non si alterano se tutte le tre coordinate del punto H, rispetto ad una terna di assi passanti per P, si alterano in un rapporto comune, purchè si alterino nello stesso rapporto le dimensioni della superficie luminosa diffondente. In altre parole, l'illuminazione dipende solo dall'angolo solido sotto cui, dal punto illuminato, si vede la superficie diffondente. Il valore dell'intensità luminosa emesso da un elemento infinitesimo (dx, dy) nell'intorno del punto H, lungo la direzione HP è nota in funzione dell'illuminazione primaria E che un'altra sorgente produce nel punto H stesso, o della luminosità propria della superficie.

Nel primo caso, se δ è l'albedo nel punto considerato, il prodotto δE rappresenta la luminosità *misurata in unità di illuminazione* [7] e l'intensità luminosa lungo il raggio HP risulta, nell'ipotesi che sia valida la legge del Lambert:

$$dI = \delta \frac{E}{\pi} dx\, dy \cos\epsilon$$

ove ϵ è l'angolo di emergenza.

E l'illuminazione prodotta nel punto P dall'elemento $(dx\, dy)$ considerato:

$$de = \frac{dI}{HP^2}\cos i = \frac{\delta E}{\pi}\;\frac{\cos i \cos\epsilon}{HP^2}\, dx\, dy$$

ove i è l'angolo di incidenza sul piano di riferimento orizzontale. D'altra parte si osserva che:

$$\cos i = \frac{y}{HP} \qquad \cos\epsilon = \frac{1}{HP} \qquad HP^2 = 1 + x^2 + y^2$$

sicchè:

$$de = \frac{\delta E}{\pi}\;\frac{y}{(1 + x^2 + y^2)^2}\, dx\, dy$$

da cui [8]:

$$e = \frac{\delta}{\pi}\int_{x_1}^{x_2} dx \int_{y_1}^{y_2} \frac{E\, y\, dy}{(1 + x^2 + y^2)^2} \qquad (2)$$

ove $x_1\ x_2\ y_1\ y_2$ sono le coordinate dei vertici del rettangolo diffondente. I limiti y_1 e y_2 sono necessariamente positivi o nulli, mentre x_1 e x_2 possono indifferentemente essere positivi, nulli o negativi.

Per potere eseguire *graficamente* l'integrazione precedente *nel caso di E variabile da punto a punto*, conviene calcolare la funzione:

$$K_1 = \frac{y}{(1 + x^2 + y^2)^2} = f\,(x, y)$$

[5] Questa ipotesi sulla forma della superficie diffondente si fa per fissare un dato concreto, ma non è necessario, essendo il metodo proposto completamente generale.

[6] Vedi BORDONI: l. c.

[7] Cioè in *lux* anzichè in *lambert*.

[8] Formula del BORDONI: l. c.

rappresentata da un numero puro, per cui bisogna moltiplicare le singole illuminazioni E.

Nella figura 7 *a* sono rappresentati i valori di tale coefficiente K_1.

Mediante questo diagramma, fissato il punto nel quale si vuole ricavare la illuminazione, e tracciate nella pianta le rette che congiungono P alle tracce delle verticali assegnate, si rilevano i valori degli angoli ξ o meglio delle tangenti:

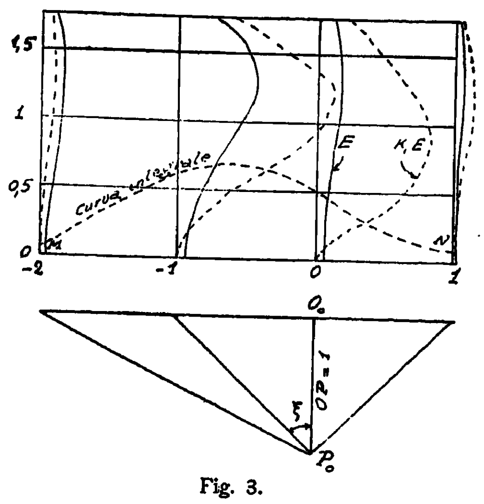


Fig. 3.

$$\text{tang } \xi_1 = x_1$$
$$\text{tang } \xi_2 = x_2 ...$$

In base a questi valori ed a quelli di alcuni angoli η caratteristici (vedi fig. 3) si ricavano i valori del coefficiente K_1 da applicare alle illuminazioni corrispondenti E. Così i valori delle illuminazioni della superficie considerata si moltiplicano tutti per il coefficiente di riduzione ed i diagrammi di $E = f(y)$ disegnati su alcune verticali si trasformano nei corrispondenti diagrammi $(K_1 E) = f(y)$. L'integrazione della (2) è allora immediata, ricavando dapprima le aree dei diagrammi verticali di ordinate $K_1 E$:

$$\int_{y_1}^{y_2} K_1 E \; d y$$

e riportando queste, come ordinate di una curva integrale MN per ricavare infine l'area sottostante a tale curva integrale, che con l'opportuna considerazione delle scale e della costante $\frac{\delta}{\pi}$ fornisce l'illuminazione (e) richiesta:

$$e = \frac{\delta}{\pi} \int_{x_1}^{x_2} d x \int_{y_1}^{y_2} (K_1 E) \; d y$$

Naturalmente questo procedimento risulta alquanto laborioso, soprattutto perchè, volendo ricavare il valore di e in diversi punti del piano orizzontale di riferimento, bisogna *ogni volta ripetere la determinazione dei valori di* K_1 per le stesse verticali, tracciate sulla superficie diffondente.

Bisogna notare che a produrre l'illuminazione sul punto P *contribuiscono in larga misura i raggi provenienti da punti di ascissa limitata rispetto* alla distanza PO, poichè in corrispondenza di raggi molto obliqui i coefficienti di riduzione K_1 sono estremamente ridotti, in modo che anche una forte illuminazione perde rapidamente di importanza.

Il diagramma dei valori di K_1 si estende naturalmente da una sola banda dell'asse delle x, mentre può considerarsi idealmente simmetrizzato dall'altra banda dell'asse delle y nel caso che la superficie diffondente abbia le ascisse dei vertici in parte positive ed in parte negative.

Una considerazione importante per la pratica, che si trae dall'osservazione del diagramma è quella dell'efficacia assai grande, per l'illuminazione, dei raggi giacenti in un piano verticale normale alla superficie diffondente ed inclinati di un angolo di tangente 0,575 ($\eta = 30°$). Per questi raggi infatti il valore del coefficiente di riduzione ha il massimo valore ($K_1 = 0{,}325$). Di questa osservazione si può far tesoro sia per la collocazione più opportuna dei vani di luce per l'illuminazione naturale, sia per sceglier la posizione dei corpi illuminanti e delle superfici diffondenti nei locali illuminati indirettamente. Allo scopo di migliorare il rendimento, conviene naturalmente disporre le superfici luminose *nè troppo in alto nè troppo in basso,* poichè in ciascuno dei due casi si avrebbe una disposizione difettosa.

4. - Superfici diffondenti parallele a quella illuminata.

Anche in questo caso si trova in modo analogo un coefficiente di riduzione K_2 da applicare ai valori di E, noti su tutta la superficie diffondente, per ricavare, dai diagrammi dei $K_2 E$, mediante integrazione grafica, l'illuminazione e in un punto di un piano parallelo.

Sia $ABCD$ la superficie diffondente (fig. 4) ed O il piede della perpendicolare abbassata dal punto P nel quale si ricerca l'illuminazione. Scegliamo anche qui come coordinate dei punti della superficie diffondente quelle cartesiane riferite ad una terna di assi passanti per P, scegliendo come unità di misura la distanza OP. Ossia indichiamo coi simboli x ed y le tangenti degli angoli ξ ed η (che si disegnano immediatamente su di un sistema di piani di proiezione ortogonale) sotto cui dal punto P si vedono l'ascissa e l'ordinata del punto generico H della superficie diffondente.

Dalla formula:

$$d e = \delta \frac{E}{\pi} \frac{\cos i \cos \epsilon}{HP^2} \, d x \, d y$$

sostituendo:

$$\cos i = \cos \epsilon = \frac{1}{\sqrt{1 + x^2 + y^2}} \qquad HP = \sqrt{1 + x^2 + y^2}$$

si ricava:

$$d e = \delta \frac{E}{\pi} \frac{d x \, d y}{(1 + x^2 + y^2)^2}$$

da cui:

$$e = \frac{\delta}{\pi} \int_{x_1}^{x_2} d x \int_{y_1}^{y_2} \frac{E \, d y}{(1 + x^2 + y^2)^2} = \frac{\delta}{\pi} \int_{x_1}^{x_2} d x \int_{y_1}^{y_2} (K_2 E) \; d y$$

In questo caso i limiti dell'integrazione possono indifferentemente essere positivi o negativi.

La funzione K_2, analoga alla K_1 del paragrafo precedente, è:

$$K_2 = \frac{1}{(1 + x^2 + y^2)^2} = f(x, y)$$

e la sua rappresentazione in funzione di x e y è quella della fig. 7 *c*. Data la simmetria della formula rispetto ad x ed y le curve $K_2 =$ cost. sono delle circonferenze di raggio:

$$r = \sqrt{\sqrt{\frac{1}{K_2}} - 1.}$$

Dal confronto di questo diagramma con quello di fig. 7 *a*) si vede che i valori del coefficiente di riduzione K_2 sono, verso il piede della perpendicolare abbassata da P, superiori al valore massimo di K_1, il quale raggiungeva solo il massimo di 0,325.

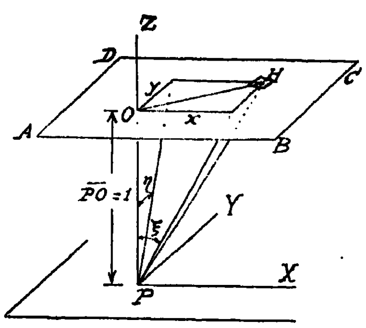


Fig. 4.

Onde ottenere in questo caso il massimo dell'illuminazione occorre che siano ben illuminate le zone al piede della perpendicolare dei punti che si vogliono particolarmente illuminati, come è ovvio.

Per gli alti valori che la funzione K_2 raggiunge, l'illuminazione indiretta artificiale degli ambienti risulterebbe apparentemente più economica se eseguita mediante superfici diffondenti parallele al pavimento; però occorre considerare che queste (generalmente sul soffitto) sono di solito più lontane dal pavimento che non le pareti verticali, le quali, in condizioni favorevoli, sono spesso utilizzabili utilmente per tal tipo di illuminazione.

Una semplificazione notevole di questo metodo si ha nel caso che la superficie diffondente sia illuminata da corpi aventi l'asse del solido fotometrico perpendicolare alla superficie stessa, quando il punto P si trova pure sull'asse stesso. Allora diventa inutile la considerazione delle coordinate cartesiane sul piano luminoso; la curva della E in funzione del raggio si traduce in quella della $K_2 E$, e questa senz'altro rappresenta il profilo del solido di rivoluzione il cui volume misura l'integrale di $(K_2 E \, d x \, d y)$.

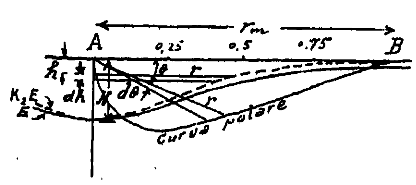


Fig. 5.

Il volume suddetto si immagina costituito da tanti elementi tronco-conici di altezza infinitesima $d h$ (figura 5). Fissato il cerchio di massimo raggio r_m (a cui le ordinate $H_2 E$ sono diventate trascurabili) si costruisce un diagramma polare in cui tutti i raggi vettori sono i *raggi* delle singole sezioni circolari del solido. Le anomalie θ si assumono proporzionali alle altezze h dei tronchi di volume secondo la formula:

$$\theta = \frac{h}{H} \frac{\pi}{2}.$$

Il volume del solido:

$$V = \int_{O}^{H} \pi r^2 \, d h$$

si ottiene facilmente misurando col planimetro l'area racchiusa nel diagramma polare, rappresentata da:

$$A = \int_{O}^{\frac{\pi}{2}} r \cdot \frac{r \, d\theta}{2} = \frac{1}{2} \frac{\pi}{2H} \int_{O}^{H} r^2 \, d h = \frac{1}{4H} V.$$

Cosicchè:

$$V = 4 H A$$

e quindi l'illuminazione del punto P:

$$e = 4 \frac{\delta}{\pi} H A$$

ove H rappresenta l'ordinata massima del diagramma dei $K_2 E$ lungo l'asse della figura.

5. - Superfici diffondenti comunque inclinate.

Questo caso è abbastanza comune: si riscontra nelle vetrate inclinate di tettoie e di lucernai, in elementi di volte in muratura illuminate artificialmente, ecc.

Scelto il punto P nel quale deve calcolarsi l'illuminazione secondaria (fig. 6) si abbassi da esso la perpendicolare $P O$ sulla superficie diffondente: ciò riesce facile adottando due piani ortogonali di proiezione, uno parallelo e l'altro perpendicolare all'intersezione dei piani dati. La lunghezza della distanza $P O$ scelta al solito come unità di misura permette di individuare le coordinate di tutti i punti del piano diffondente: di ogni punto H l'ascissa x si misura in vera grandezza su uno dei piani di proiezione, l'ordinata y sull'altro.

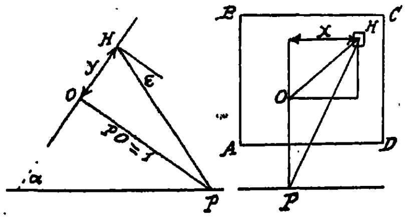


Fig. 6.

Considerando il raggio luminoso $H P$ proveniente dall'elemento infinitesimo $(d x \; d y)$ ed operando come nei casi precedenti si ricava l'illuminazione elementare in P, espressa coi simboli già usati:

$$d e = \frac{\delta}{H P^2} \frac{E \, d x \, d y}{\pi} \cos \epsilon \cos i.$$

In questo caso, se α è l'ampiezza del diedro compreso fra i due piani dati:

$$H P = \sqrt{1 + x^2 + y^2}; \; \cos i = \frac{\cos\alpha + y \operatorname{sen}\alpha}{\sqrt{1 + x^2 + y^2}}; \; \cos\epsilon = \frac{1}{\sqrt{1 + x^2 + y^2}}$$

Sostituendo ed integrando a tutta la superficie diffondente si ricava l'illuminazione:

$$e = \frac{\delta}{\pi} \int_{x_1}^{x_2} d x \int_{y_1}^{y_2} \frac{E (\cos\alpha + y \operatorname{sen}\alpha)}{(1 + x^2 + y^2)^2} d x \, d y = \frac{\delta}{\pi} \int_{x_1}^{x_2} d x \int_{y_1}^{y_2} (K_3 E) \, d y$$

ove:

$$K_3 = f\,(x, y, \alpha) = \frac{\cos\alpha + y \operatorname{sen}\alpha}{(1 + x^2 + y^2)^2} \qquad (3)$$

La (3) si traduce in abaco fissando un determinato valore di α e rappresentando le linee $K_3 = \text{cost.}$ in un sistema di coordinate x, y come si è fatto in precedenza; nella fig. 7 *b* è rappresentato tale abaco per l'angolo $\alpha = 45^\circ$. Esso si estende al disotto dell'asse delle x fino all'intersezione del piano diffondente col piano orizzontale illuminato; lungo questa intersezione il valore di K_3 scende a zero, come per la parete diffondente verticale.

L'uso di quest'abaco è analogo a quello degli altri: note le curve dell'illuminazione primaria ed il punto P si moltiplicano i valori di E per i rispettivi coefficienti K_3 che si leggono direttamente sull'abaco, e delle ordinate ottenute si esegue l'integrazione per tutta l'area moltiplicando poi il risultato per $\frac{\delta}{\pi}$ onde ottenere l'illuminazione richiesta.

Si presenta qui il problema di ricercare il valore di y cui compete il massimo valore del coefficiente K_3, vale a dire l'inclinazione dei raggi che più efficacemente contribuiscono ad illuminare il punto dato. Possiamo considerare l'espressione (3) che fornisce K_3 come funzione di y, ed annullare la sua prima derivata rispetto ad y. Otteniamo:

$$\operatorname{sen}\alpha \cdot (1 + x^2 + y^2)^2 - 4 (\cos\alpha + y \operatorname{sen}\alpha) (1 + x^2 + y^2) \, y = 0.$$

Sviluppando otteniamo:

$$y^2 + \frac{4}{3} \operatorname{ctg}\alpha \cdot y - \frac{1 + x^2}{3} = 0$$

da cui, scartando la soluzione negativa:

$$y = -\frac{2}{3} \operatorname{ctg}\alpha + \sqrt{\frac{4}{9} \operatorname{ctg}^2\alpha + \frac{1 + x^2}{3}} \qquad (4)$$

Per ogni valore della x la (4) rappresenta l'ordinata a cui il K_3 raggiunge il massimo valore, ossia il punto di tangenza della relativa curva $K_3 = \text{cost.}$ con la retta verticale di ascissa x. Il massimo assoluto di K_3 per ogni valore di α si ha naturalmente per $x = 0$, e la (4) diventa allora:

$$y = -\frac{2}{3} \operatorname{ctg}\alpha + \sqrt{\frac{4}{9} \operatorname{ctg}^2\alpha + \frac{1}{3}}.$$

Nei due casi particolari già trattati corrispondenti agli angoli $\alpha = 90^\circ$ e $\alpha = 0^\circ$, si ha il massimo di K_1 e K_2 rispettivamente per:

$$y = \sqrt{\frac{1}{3}} = 0{,}577 \qquad y = 0$$

come appunto abbiamo notato. Per α compreso fra quei due valori, y assume i valori riportati nella seguente tabella in cui sono calcolati anche gli angoli ϵ di emergenza dei raggi più efficaci ed i relativi angoli d'incidenza sul piano orizzontale illuminato.

TABELLA. — *Angolo d'emergenza dei raggi più efficaci in funzione dell'inclinazione* α *della superficie diffondente sul piano illuminato.*

α	y	Angolo d'emergenza $\epsilon = \operatorname{arctg} y$	Angolo d'incidenza sul piano orizzontale
0	0	8	0
10°	0.045	2° 40′	7° 20′
20°	0.089	5° 10′	14° 50′
30°	0.135	7° 40′	22° 20′
40°	0.187	10° 40′	29° 20′
50°	0.243	13° 40′	36° 20′
60°	0.309	17° 10′	42° 50′
70°	0.384	21°	49°
80°	0.472	25° 10′	54° 50′
90°	0.577	30°	60°

Di queste osservazioni si può far tesoro nello studio della collocazione più opportuna delle superfici diffondenti in rapporto ai punti che più particolarmente occorre illuminare.

6. - Applicazioni.

I metodi anzidetti permettono nel caso più generale il calcolo dell'illuminazione in un punto di una superficie per effetto del flusso inviato da una superficie diffondente comunque luminosa e comunque disposta, e ciò sia per l'illuminazione naturale che per quella artificiale. Naturalmente, se si tratta di interni, il valore dell'illuminazione dovrà risultare dalla somma di tanti termini dovuti alle varie pareti su cui l'illuminazione primaria è calcolabile, e dovrà ancora essere aumentato perchè si dovrà tener conto del flusso rinviato dalla superficie stessa alle altre pareti e da queste di nuovo sulla prima.

Questo incremento di illuminazione può sempre essere calcolato col metodo sistematico, con successive approssimazioni e per sovrapposizioni di effetti, dato che non possiamo prevedere la *definitiva* distribuzione della luminosità di ogni superficie illuminante, ma la somma dei calcoli da eseguire sarebbe sproporzionata allo scopo che si vuol raggiungere (9).

Conviene quindi generalmente calcolare col metodo grafico anzidetto, oltre il flusso che colpisce tutta la parete in questione (gene-

(9) Il calcolo dell'illuminazione indiretta sarebbe immediato se la superficie illuminata fosse tale che la sua presenza od assenza non influisse sensibilmente sul regime stabilitosi nell'ambiente; negli altri casi si otterrà sempre un valore approssimato in difetto.

ralmente il pavimento) i flussi luminosi che colpiscono le altre pareti ed il soffitto, per desumere un coefficiente di diffusione medio

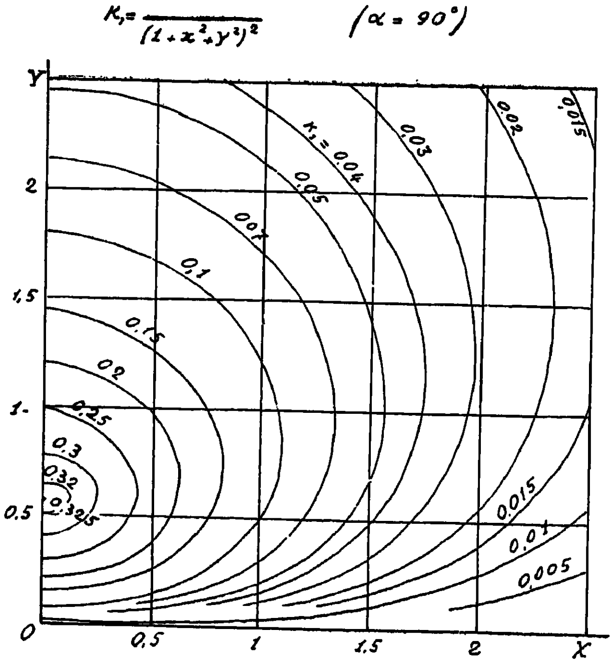


Fig. 7 *a*.

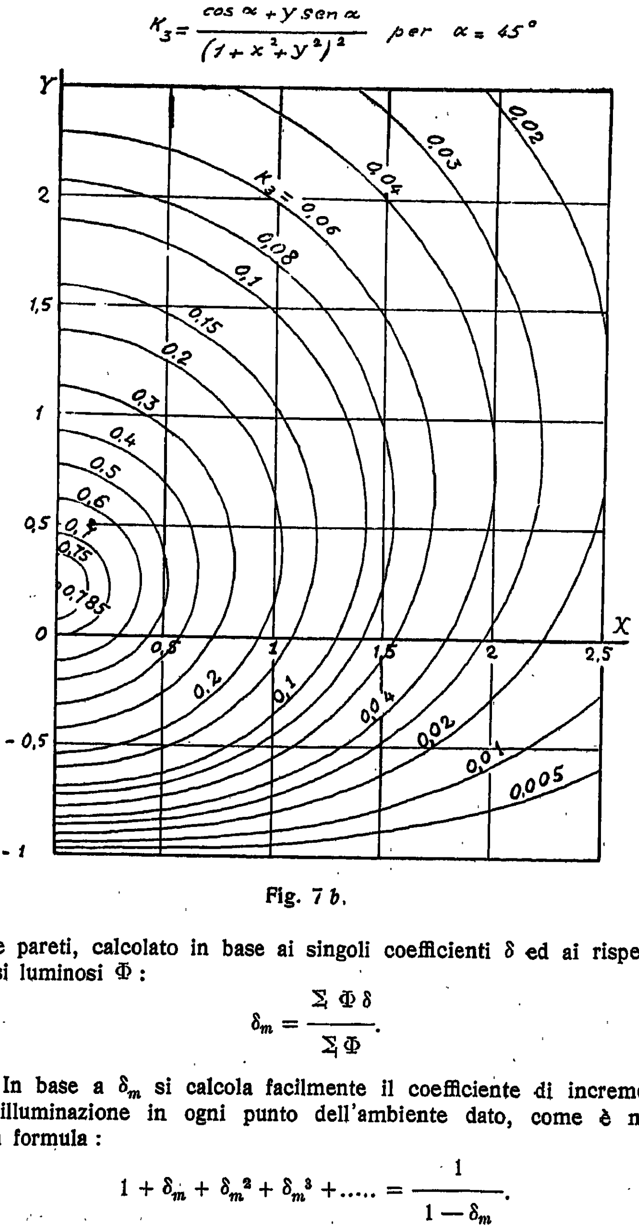


Fig. 7 *b*.

delle pareti, calcolato in base ai singoli coefficienti δ ed ai rispettivi flussi luminosi Φ :

$$\delta_m = \frac{\Sigma \Phi \delta}{\Sigma \Phi}.$$

In base a δ_m si calcola facilmente il coefficiente di incremento dell'illuminazione in ogni punto dell'ambiente dato, come è noto, dalla formula :

$$1 + \delta_m + \delta_m^2 + \delta_m^3 + \ldots.. = \frac{1}{1 - \delta_m}.$$

Si tratta di un metodo approssimato, perchè non è generalmente ammissibile di sostituire all'albedo effettivo delle pareti, un albedo medio uniforme, ma a prescindere dalla grande semplificazione che esso permette, bisogna considerare che il metodo diretto di calcolo

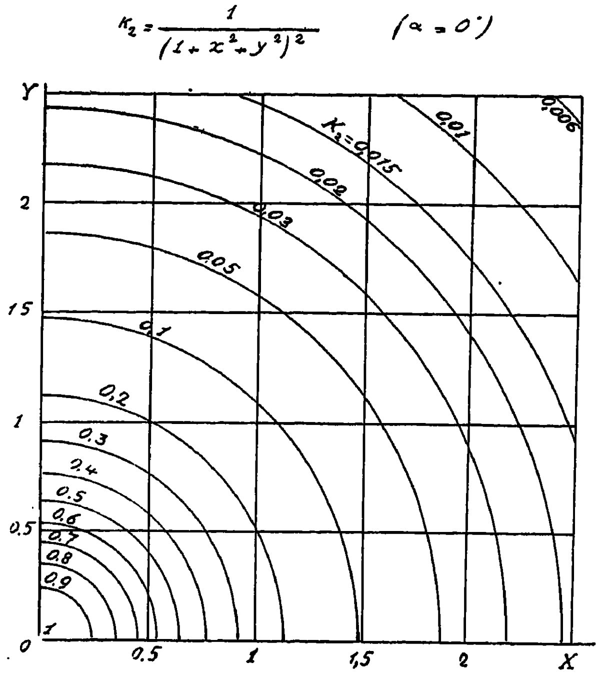


Fig. 7 *c*.

dell'illuminazione, oltre ad essere assai laborioso per le successive approssimazioni che richiede, è affetto sempre da un vizio di origine, costituito dalla approssimazione alquanto grossolana della legge del Lambert, specialmente quando trattasi di superfici semilucide, che falsano completamente la distribuzione dell'intensità luminosa secondaria nelle varie direzioni.

Napoli - Istituto di Fisica Tecnica della R. Scuola di Ingegneria.

CARBONE BIANCO E CARBONE NERO

L. V. FORZANI

In questo studio si esamina il rapporto di convenienza in Italia fra le centrali termiche ed idrauliche dal punto di vista economico (presente e nel tempo) e da quello dell'interesse nazionale.

Si conclude che contrariamente a idee diffuse, il paragone si chiude ancora oggi sotto tutti i rapporti a favore delle centrali idrauliche, mentre la costruzione delle centrali termiche sarà pure sempre necessaria per la integrazione della produzione idraulica essenzialmente variabile.

Considerazioni preliminari.

L'imponente progresso manifestatosi nella tecnica degli impianti di produzione termica dell'energia ha sconvolto quello che alcuni anni or sono sembrava essere un assioma : l'assoluta preminenza degli impianti idraulici su quelli termici per la produzione dell'energia elettrica.

Il successo dei primi grandi impianti idroelettrici che pure avevano richiesta larga messe di difficoltà e sacrifici, presto e troppo facilmente dimenticati da quelli che li conobbero soltanto ultimati e nel periodo di prosperità, produsse negli ambienti profani e purtroppo anche in molti non del tutto profani quella infatuazione per il « Carbone bianco » che tutti conoscono ed i cui effetti si sentono tuttora in certi ambienti.

Si vide allora tutto roseo e facile quanto riguardava lo sviluppo della produzione di energia elettrica in Italia, delle sue applicazioni, e la larga disponibilità di energia idraulica, elargitaci dalla natura quasi a compenso di altre gravi deficienze, fece spesso le spese dei grandi discorsi.

Naturalmente non mancarono le voci assennate a contrastare questi troppo facili entusiasmi, e la maggioranza dei tecnici, che del problema idroelettrico ben conosce le non poche difficoltà giornalmente vissute, seppe tenersi lontana dai troppo facili ed illusori programmi.

Ma anche i più prudenti erano però rimasti persuasi della assoluta convenienza di dare allo sviluppo degli impianti idroelettrici in Italia il massimo impulso, e così si fece per nostra fortuna.

Di quelle pericolose esagerazioni non sono mancate però le vittime, fortunatamente poche, che hanno iniziato con grande entusiasmo, ma con altrettanta impreparazione, impianti insufficientemente studiati che all'atto pratico hanno presentato non poche sorprese ed al consuntivo hanno dato valori di costo del kWh assai superiori al previsto ed al normale.

Intanto nei paesi produttori di combustibile la collaborazione fra la scienza e la tecnica costruttiva dava la scalata ai rendimenti, invero assai bassi, delle vecchie macchine termiche, e ciò non certamente per una lotta contro la produzione di energia idroelettrica, ma per le necessità riunite di ridurre le spese di produzione e di diminuire lo sciupio di combustibile.

Le magre gravi, anzi eccezionalissime, verificatesi in Italia negli anni 1921-1922, dimostrarono come l'ostracismo dato fino allora alle centrali termoelettriche, che giunse fino allo smantellamento di alcune di esse, fosse stato un grave errore, e le grandi società elettriche corsero subito ai ripari ordinando nuovi gruppi per le vecchie centrali già esistenti, che pure erano state quasi abbandonate e ponendone allo studio delle nuove.

Il concentramento, avvenuto nel frattempo, delle società elettriche fece orientare i nuovi progetti verso le grandi centrali, ubicate in località più prossime ai baricentri dei carichi o nei porti, dove fosse più facile l'approvvigionamento degli elementi indispensabili: il combustibile e l'acqua di raffreddamento.

In relazione al grandioso sviluppo degli impianti idroelettrici anche le nuove centrali furono progettate con concetti grandiosi e con più moderni intendimenti.

Lo studio delle moderne centrali rilevò la possibilità di giungere a consumi specifici che in un primo tempo lasciarono increduli i progettisti, i quali però ebbero presto campo di convincersi che le idee fino allora considerate come fondamentali sulle condizioni delle centrali termiche dovevano essere radicalmente modificate.

Accanto a questa fondamentale constatazione avvenne pure che molti progettisti e costruttori di centrali termiche, evidentemente e giustamente entusiasti per i risultati dell'opera loro, fossero indotti a trarre conclusioni forse eccessivamente spinte sulla situazione dell'industria idroelettrica di fronte al nuovo stato di cose.

Abbiamo di conseguenza sentito valenti tecnici e finanzieri magnificare i risultati delle nuove centrali conclamando prezzi di produzione estremamente bassi e tali da lasciare gli ascoltatori alquanto perplessi.

La maggior parte degli entusiasti delle nuove centrali però ammetteva sempre come cosa assiomatica che le centrali idrauliche fossero pure, anche se non direttamente convenienti, almeno necessarie dal punto di vista nazionale.

Una tendenza più estremista di tutte viene a concludere che le centrali termiche non solo possono dare molti vantaggi di carattere economico, ma sono da preferirsi anche dal punto di vista generale dell'interesse nazionale, in quanto nessun miglioramento deriverebbe all'economia nazionale dall'ulteriore sviluppo dello sfruttamento delle riserve idrauliche nazionali, risultandone anzi un peggioramento della bilancia commerciale.

Notiamo subito che le nuove centrali termiche sono entrate in servizio da ben poco tempo e per la maggior parte hanno funzionato sempre per periodi saltuari e come integrazione della produzione idraulica.

Inoltre le nuove centrali, per una fortuita coincidenza, sono state pronte per l'entrata in servizio proprio nel momento in cui entravano in servizio ingenti gruppi di centrali idrauliche a grande potenza, che hanno prodotto sul mercato una temporanea esuberanza di energia.

Manca tuttora una sicura esperienza per trarne conclusioni assolute.

Riesce quindi spontanea la domanda: E' proprio vero che il «carbone nero» sta per prendere la sua definitiva rivincita sul «carbone bianco» o non succede piuttosto ora per il «carbone nero» quello che a suo tempo successe per il «carbone bianco»? Siamo cioè di fronte ad un eccesso di entusiasmo?

E questo ci proponiamo di esaminare nel presente studio.

Sostenitore della più estrema tesi del «carbone nero» è, coincidenza fortuita di nome, l'Ing. Giuseppe Neri, nelle sue «Prospettive sulla produzione d'energia elettrica in Italia» apparse ne *L'Elettrotecnica* del 25 novembre 1929.

Appunto perchè lo studio dell'Ing. Neri appare l'espressione della tendenza più estremista favorevole alle centrali termiche dovremo spesso in questo studio fare riferimento a quanto dall'Ing. Neri fu scritto, e ciò anche per chiarezza di confronti.

La diversità delle conclusioni a cui siamo portati dai nostri ragionamenti, ci ha dato la necessità, come rileverà il lettore, di insistere forse un po' troppo a lungo in rilievi polemici sullo studio dell'egregio ingegnere Neri.

Le nostre osservazioni sono però nelle nostre intenzioni naturalmente e strettamente circoscritte alle diversità di vedute, nell'interesse del progresso generale.

Nel corso dei nostri ragionamenti avremo pure occasione di ripetere le osservazioni già fatte sull'argomento dai vari tecnici che hanno interloquito sui singoli punti della relazione Neri.

Confronto in base ad elementi diretti.

Basi di confronto. — L'esame conclusivo di un problema come quello che ci siamo proposti è assai difficile perchè basa su elementi di grave incertezza quali sono i costi industriali.

Gli elementi che influiscono su di essi sono vari, incerti ed eterogenei. Spostando le basi di confronto risultano possibili delle conclusioni assai disparate e pure in linea assoluta esatte, fra vari esaminatori dello stesso problema.

Non mancano poi, oltre a tutto, a complicare le cose, gli elementi di carattere soggettivo.

Nel campo degli impianti elettrici in generale le incertezze sono considerevoli, e non è il caso di esaminarle chè ogni lettore ne ha certo una idea concreta, quando pensi alle enormi differenze geologiche, topografiche, idrologiche, che distinguono l'uno dall'altro i diversi impianti idroelettrici, al diverso valore delle riserve, al variare di costo dei combustibili negli impianti a vapore, agli orari di utilizzazione ed agli ammortamenti in entrambi i sistemi.

Dovendosi fare un'analisi di carattere generale, è evidentemente necessario prescindere dai casi specialmente favorevoli e da quelli specialmente contrari, in entrambi i tipi di produzione.

Come è noto, il costo -tipo degli impianti idroelettrici non esiste. Dato un determinato bacino imbrifero ed un determinato regime di deflusso, anche astraendo dalle forti oscillazioni di questo regime, il quantitativo di kWh ricavabile sarà maggiore o minore entro certi limiti a seconda delle opere di utilizzazione (canali, condotte, macchinari), delle possibilità di collocamento dell'energia, dell'esistenza di collegamento con impianti a serbatoio, con altri impianti a regime diverso, con centrali termiche di integrazione e riserva.

L'Ing. Neri ha preso in considerazione una centrale convenzionale del costo d'impianto di L. 1 al kWh ricavabile a regime di 3000 ore di utilizzazione annua.

E' da ritenersi che la produzione a caratteristica annua abbia oggi un costo superiore a quello di L. 1 al kWh, ma in molte centrali, specie nella zona alpina, il quantitativo di energia stagionale è assai considerevole. Questa energia verrà collocata per usi elettrochimici e termici a prezzi assai bassi, ma sono tuttora possibili impianti che per il *valore medio* di tutta la energia stagionale e annua possono raggiungere prezzi capitali inferiori a L. 0,70-0,80 al kWh ragguagliando anche i kWh stagionali a quelli annui in base al rispettivo prezzo.

Il costo di un impianto al kWh sarà sempre un qualche cosa di incerto che viene normalmente fissato in preventivo con criteri largamente prudenziali, e che in consuntivo non risulta mai noto a chi non è l'esercente dell'impianto.

Data l'incertezza che vige in questo campo la supposizione di una centrale idraulica fittizia è certo l'unica logica soluzione, se non che le conclusioni che se ne traggono non possono assumere valore assolutamente probatorio.

Linee di trasporto.

Si parla sempre in questi confronti del gravame che per le centrali idrauliche è costituito dalle linee di trasporto.

E' bene quindi esaminare questo punto.

Le centrali idrauliche sono normalmente lontane dai grandi centri di consumo, ma non è detto che le centrali termiche si possano sempre costruire in prossimità tanto del mare quanto dei centri di consumo.

I consumi di energia e gli incrementi successivi non avvengono certo *solamente* nei porti di mare.

Osserviamo che i grandi centri di consumo del Piemonte e della Lombardia si trovano ad una distanza media uguale tanto dalle centrali alpine quanto dai porti.

Dai dati sulla produzione di energia elettrica in Italia pubblicati dal Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici, risulta che la produzione di energia nel Piemonte e nella Lombardia, nel 1928 fu di milioni di kWh 4734. Tale quantitativo di energia fu, almeno per l'80 % consumato nella regione stessa e rappresenta circa la metà della produzione totale di tutta l'Italia.

Gli incrementi futuri di consumi di detta zona saranno sempre considerevoli, e l'energia che fosse prodotta termicamente per farvi fronte dovrebbe essere trasportata da centrali sul mare ligure, con la costruzione di linee di trasporto, *come per le centrali idrauliche,* o di centrali termiche interne, su cui graverebbe il trasporto del carbone dal porto al luogo di consumo.

E, in certi casi, è dimostrato che il trasporto del combustibile è da ritenersi più costoso del trasporto dell'energia con linee elettriche.

Salvo poi speciali casi di enti isolati, le linee di trasporto di energia, specie quelle a media tensione, oltre a raccogliere la produzione di più centrali servono anche all'alimentazione dei vari baricentri di consumo.

Ma quanto vale per l'Italia Settentrionale, vale anche per la Centrale e Meridionale. La popolazione della penisola non è affatto concentrata al mare e molti dei paesi che sono al mare non hanno consumi propri sufficienti per dare carico ad una grande centrale termica, nè possibilità di conveniente sbarco per il combustibile.

L'incremento dei consumi si ottiene con allacciamento, alle reti, di centri non ancora allacciati, e un sensibile fattore dell'incremento futuro sarà dato in quelle zone dall'utilizzazione agricola.

Anche qui, quindi, la costruzione delle centrali termiche richiede la costruzione di linee di trasporto e se queste centrali saranno costruite nell'interno sarà necessario il trasporto del combustibile e dovrà essere portata nei computi la relativa spesa.

Del resto anche nei paesi dove predomina il «carbone nero», cioè nella stessa Inghilterra, si stanno studiando e costruendo grandi condutture elettriche per allacciare fra di loro i vari punti di consumo, col fine di migliorare le utilizzazioni.

Certo nel regime attuale, in cui le centrali termiche hanno funzioni di integrazione e di riserva, la costruzione delle centrali nei porti risparmia ingenti trasporti di energia e può valersi di linee già costruite per altri scopi; ma evidentemente questo stato di cose è particolare e non può essere assunto come posizione di base per conclusioni di carattere generale.

Il paragonare le centrali termiche con le centrali idrauliche, trascurando per le prime il costo di trasporto del combustibile, mettendo invece a carico delle seconde il costo delle condutture elettriche, porta ad un risultato inattendibile e parziale.

Perciò se si considera il costo di produzione delle centrali termiche, ponendo per il carbone il prezzo *franco banchina*, il costo del kWh idraulico va considerato *in centrale*, senza valutare alcun onere per le linee e, ciò, ben s'intende, salvo valutazione esatta in ogni caso particolare.

Costo delle centrali termiche.

Per la determinazione di questo costo mancano dati attendibili quando ci si voglia riferire al kW installato, ma dovendosi con le centrali termiche mantenere un servizio, occorrerà determinare il costo del kW *di esercizio*, e cioè del quantitativo di kW che occorrerà installare per garantire la regolarità del servizio di fornitura.

Anche qui è bene attenersi il più possibile a dati di fatto.

Dalla nominata pubblicazione del Servizio Idrografico si rileva che l'utilizzazione media dell'energia riferita alla potenza *installata* è di circa ore 3000.

Risulta che questa utilizzazione è andata man mano diminuendo negli anni, e ciò è evidente, perchè le prime centrali idroelettriche furono del tipo ad acqua fluente, e quindi a scarso macchinario mentre ora l'utilizzazione delle acque è assai più spinta.

In questo rapporto sono però compresi anche gli usi elettrochimici ed elettrosiderurgici, che come è noto raggiungono la utilizzazione di 4-5000 ore.

Si deve poi considerare che le centrali termiche oggi esistenti sono di integrazione e riserva, quindi costituiscono anche esse un mezzo per assicurare il servizio e perciò la installazione necessaria a dare la sicurezza di servizio può aversi all'incirca facendo il rapporto fra la somma delle potenze installate idrauliche e termiche, e la somma delle produzioni che, per il 1928, risulta:

Produzione totale	kWh	8.900.000.000
Potenza globale installata	kW	3.550.000
Utilizzazione	ore	2.500

Sempre gli stessi dati del servizio idrografico determinano in kW 450.000 l'ammontare del macchinario di riserva idraulico ed a questo macchinario di riserva va aggiunto il macchinario di riserva termico valutato per approssimazione in 8/10 della potenza termica installata totale. Essendo questa, alla fine 1928, di kW 645.000 la potenza disponibile per riserva risulta di kW 500.000 circa.

La riserva totale a disposizione degli esercenti è quindi all'incirca di 950.000 kW pari al 27 % della totale installata. La potenza netta dell'esercizio risulta di kW 2.600.000 e la riserva rispetto a questa potenza risulta del 38 %.

Quale sarà la riserva necessaria nel caso di sole centrali termiche?

E' un dato positivo che, per queste, la riserva deve essere di molto maggiore, in quanto, oltre alle molte maggiori cause di fermata accidentale nelle centrali termiche, devono aggiungersi le fermate indispensabili di tempo in tempo per la revisione generale.

Esercenti di modernissime centrali termiche ci hanno dichiarato che, per assicurare la continuità dell'esercizio è necessaria una centrale tipo su tre gruppi di cui uno sia in smontaggio per revisioni periodiche, un secondo in esercizio ed un terzo di riserva.

Occorrerebbe perciò una riserva del 200 % sulla potenza normale di esercizio.

Riteniamo questa valutazione eccessivamente prudenziale, e consideriamo invece la centrale tipo a quattro gruppi di cui due in servizio uno in manutenzione e uno di riserva.

Una maggiore suddivisione della potenza installata non può essere presa in considerazione perchè porterebbe un aumento di costo unitario e, dovendosi diminuire la potenza di ogni singolo gruppo, ne andrebbe a scapito il consumo specifico.

Occorre quindi una riserva del 100 % sulla potenza normale di esercizio.

Nelle condizioni attuali, la potenza da installare per far fronte con sicurezza all'esercizio elettrico con centrali termiche in Italia sarebbe quindi di kW 2.600.000 × 2 = 5.200.000.

L'orario di utilizzazione corrispondente risulterebbe di kWh 8.900.000.000 : kW 5.200.000 = ore 1700.

Per la centrale prevista dall'Ing. Neri capace di produrre 80.000.000 di kWh annui occorrerà quindi una installazione di kW 47.000.

Anche sul costo unitario dell'installazione vi sono dati incerti e contradditori. Abbiamo letto in varie pubblicazioni tecniche costi oscillanti fra le 900 e 1400 lire al kW installato; l'Ing. Neri assume il costo medio di L. 1000 mentre egli stesso fa notare come in Germania sia di L. 1350.

Non comprendiamo come in Germania le centrali termiche costino più che da noi, dal momento che i costruttori tedeschi di macchine termiche battono talvolta la concorrenza del nostro Paese.

In realtà il costo è anche qui influenzato da vari elementi, ed in generale si può dire che il costo della centrale è tanto maggiore quanto maggiori sono i perfezionamenti tecnici che nelle macchine si introducono, e cioè quanto minore è il consumo specifico che si vuole ottenere.

Inoltre in fatto di costo è bene distinguere se il costo stesso sia riferito alla potenza assunta come base di calcolo della macchina o alla potenza massima che la macchina può dare funzionando in sovraccarico.

Come è noto le macchine termiche possono funzionare con sovraccarico, ma in genere a questo regime non si ha il massimo rendimento, e le caldaie devono essere forzate per produrre il vapore necessario.

Se riferiamo il costo della macchina al sovraccarico anzichè al carico, avremmo certo un costo unitario inferiore, ma introdurremmo nei nostri calcoli un elemento inesatto, ed altra inesattezza introdurremmo assumendo come consumo specifico quello corrispondente al massimo rendimento.

Ora dai dati a nostra disposizione risulta che il costo di centrali assai potenti, e che pure non hanno fatto ricorso a tutti i dispositivi che la tecnica mette a disposizione per ridurre i consumi specifici perchè sconsigliati dall'uso che della centrale si intendeva fare, non è inferiore in quanto riferito alla potenza normale della macchina a L. 1200 al kW.

Se consideriamo la sovrapotenza, il costo di dette centrali scenderebbe appunto alle L. 1000.

E' anche possibile costruire con costi inferiori, ma allora non si pensi nemmeno lontanamente di arrivare ai consumi specifici di 700, 600 e tanto meno 580 grammi di carbone per kWh.

Il fatto poi che alcune centrali in consuntivo abbiano dimostrato un costo inferiore non può annullare questo nostro computo, perchè casi particolari possono dipendere da elementi contingenti.

Qualora poi si trattasse di piccole e medie centrali a servizio di utenti medi, il costo di impianto risulterebbe assai maggiore.

Quindi anche sulla base dei costi delle grandi centrali all'estero, dove la tecnica delle centrali stesse è certo ben più progredita della nostra, riteniamo che, se si vuol tenere il consumo in esercizio di carbone sui 600 grammi al kWh, il costo di installazione riferito alla potenza normale non è certamente inferiore alle L. 1200 al kW installato.

Secondo il nostro calcolo, la centrale prevista dall'Ing. Neri avrebbe un costo totale di almeno L. 56.000.000.

Il combustibile.

L'Ing. Neri fonda le sue conclusioni sull'uso del combustibile polverizzato.

La convenienza di questo sistema non è affatto un dato assoluto e positivo; infatti solo alcune delle grandi centrali costruite recentemente in Italia hanno fatto uso di questo sistema, mentre altre, e fra

queste la maggiore, pure sorgendo in un porto, non l'hanno applicato, ottenendo egualmente brillanti risultati di esercizio.

Non si può in Italia acquistare della polvere di carbone adatta come presso le miniere. La forte spesa di trasporto, eguale per il carbone in pezzi come per il carbone minuto, rende spesso l'uso della polvere di carbone non conveniente.

Oltre a ciò, spesso l'umidità che la polvere può assorbire nel trasporto richiede l'adozione di speciali costosi provvedimenti.

Per questi motivi, per il funzionamento dei forni a polvere di carbone si usa assai spesso il carbone in pezzi esente da detriti, che viene macinato.

Non bisogna poi dimenticare che il problema che si discute è stato impostato con carattere generale: si parla di produrre in centrali termiche a combustibile polverizzato 30 o 40 miliardi di kWh e cioè il bisogno della energia prevedibile in Italia fra un ventennio.

Ora se qualche centrale sfruttando la sua felice ubicazione vicino al porto può trovare da acquistare il detrito di carbone in misura sufficiente alle sue limitate necessità di servizio di integrazione, non vuol dire che ci sia a disposizione, nei porti nostri e nelle stive dei piroscafi che vi fanno capo, tanto detrito per produrre 30-40 miliardi di kWh. Si tratterebbe di un quantitativo dai 18 ai 25 milioni di tonnellate! il doppio di quanto sia oggi l'intera importazione del carbone in Italia. E' evidente che in tal caso, per una elementare legge economica, appena cominciasse ad aumentare la richiesta di questo prodotto, la differenza di prezzo andrebbe rapidamente attenuandosi e chi avesse fatto i suoi preventivi in base al costo del detrito andrebbe inevitabilmente incontro ad amare delusioni.

Trattandosi quindi di indagini di carattere generale occorre considerare il prezzo del carbone normale e non quello del detrito, altrimenti si andrebbe incontro a rilevanti inesattezze.

Consumi specifici.

I vari tecnici che hanno trattato questo argomento, hanno dato per questi consumi valori di poco discordanti e le discordanze dipendono evidentemente dalle diverse caratteristiche delle diverse centrali e dalle condizioni di funzionamento cui le stesse sono state sottoposte.

Il progresso in questo campo è tuttora in atto e quindi non abbiamo alcun dubbio che possano segnarsi nuove soddisfacenti conquiste.

Ma i progressi avvenire sposteranno di poco il problema economico perchè, alla minore spesa di combustibile, corrisponderanno purtroppo maggiori altre spese di impianto e di esercizio.

L'Ing. Neri valuta un consumo medio di 580 grammi. Non ci sembra il caso di assumere una cifra così precisa in un esame generale e quando tanti elementi possono intervenire a modificare questo valore.

La cifra, come consumo delle macchine a regime, è certo attendibile, chè anzi in qualche caso si possono già fin d'ora registrare anche consumi specifici inferiori ai 500 grammi, ma la cifra stessa appare ottimistica quando si consideri come la media generale di consumo.

E' noto che il rendimento delle macchine varia largamente col variare del carico, e d'altra parte il carico stesso varia in esercizio continuamente da un momento all'altro.

Quando si tratta di centrali funzionanti in parallelo con una considerevole massa di impianti idraulici, è sempre facile realizzare un funzionamento a carico costante o quasi, prossimo alla zona di massimo rendimento.

Ma quando si prevede che il «carbone nero» debba avere per l'avvenire il sopravvento su quello bianco, occorre pure considerare che a poco a poco questo stato di cose verrà a modificarsi, e le centrali termiche saranno pure costrette a fare il servizio di punta. Ed allora inevitabilmente il consumo specifico dovrà aumentare.

In questo concorda esplicitamente l'Ing. Neri nella sua nota a pag. 741 e noi non comprendiamo come un consumo specifico per ottenere il quale occorre l'ausilio delle centrali idrauliche, possa essere portato a calcolo come termine di confronto con le centrali idrauliche stesse.

Per intanto nel 1928 il consumo specifico medio in Italia rilevato dallo Spett. Servizio Idrografico è di grammi 1420 al kWh, nel 1929 di grammi 1030 malgrado l'entrata in servizio di un considerevole gruppo di nuove centrali a consumi ridotti.

L'Ing. Neri ci dice come il consumo specifico negli Stati Uniti sia risultato di 800 grammi, e sappiamo tutti quali siano in quel paese i progressi della tecnica, e come sappiano quei Dirigenti avere il coraggio di mettere fuori servizio gli impianti antiquati.

Qui ci sembra di notare una contraddizione nelle argomentazioni dell'Ing. Neri poichè sembra che il fatto di essere gli impianti termici collegati a impianti idroelettrici venga una volta invocato per gli Stati Uniti a dimostrazione di un consumo specifico maggiore, e per l'Italia a dimostrazione di un consumo specifico minore.

Nel caso che il carbone nero avesse la prevalenza sul carbone bianco e sempre con centrali del costo d'impianto non superiore a 1200 lire per kW effettivo, il consumo specifico medio di esercizio non si può considerare, senza eccedere nell'ottimismo, inferiore ai grammi 650 per kWh.

Esercizio e manutenzione.

La valutazione di questi elementi è, in via normale, fonte di gravi errori: infatti non esistono da noi centrali termiche importanti a servizio continuo e le Direzioni di esercizio provvedono alle necessità delle centrali ausiliarie, utilizzando il personale di macchine e caldaie promiscuamente all'esercizio e alla manutenzione (facendo questa nei periodi in cui la centrale è ferma). Nei momenti di maggiore richiesta di produzione termica il personale addetto alle centrali idrauliche ed alle cabine di distribuzione può essere spostato a rinforzo della centrale termica.

Se il servizio diventasse permanente evidentemente questi concetti non sarebbero più applicabili e si dovrebbe provvedere all'esercizio e alla manutenzione rispettivamente con diverse squadre di operai a servizio specializzato e indipendente da qualsiasi altro.

Dai dati di esercizio di importanti e moderne centrali termiche, che abbiamo potuto avere a nostra disposizione, ricaviamo come, tenendo conto di tutti i servizi, il personale addetto alla manutenzione e all'esercizio di una centrale termica debba ritenersi almeno di un terzo superiore in numero rispetto a quello occorrente per l'esercizio e la manutenzione di un impianto idroelettrico.

Molto maggiore deve ritenersi la spesa di materiali trattandosi, nel caso di centrali termiche, di meccanismi assai delicati e soggetti a rapida usura, mentre le macchine idrauliche sono semplicissime e le opere idrauliche, sempre quelle ben costruite, richiedono rifacimenti assai limitati.

L'assumere, come fa l'Ing. Neri, una identica spesa per le centrali idrauliche e per le centrali termiche è quindi ottimistico a favore delle seconde.

La somma prevista dal Neri rappresenta per le centrali idrauliche il 2 % del capitale investito, per quelle termiche il 4 %. Dai dati di cui disponiamo queste proporzioni risulterebbero scarse nell'uno e nell'altro caso.

Per le centrali idrauliche si deve assumere almeno il 3 % e cioè nel caso considerato annue lire 2.400.000; per le centrali termiche la spesa aumenterebbe almeno di un terzo e perciò nel caso considerato almeno a L. 3.200.000 cioè all'8 % del capitale.

Ammortamenti.

Nulla ha, in pratica, significato così lato come questa parola. Sostanzialmente significa l'accantonamento di una somma tale che compensi costantemente la perdita di valore che col tempo vanno subendo le opere costruite, delle quali si vuole realizzare l'ammortamento stesso: quando si tratta di un debito la somma necessaria da aggiungere alle spese di interessi per pagare ratealmente o alla scadenza il debito stesso.

Ciò significa che qualora si provveda all'accantonamento o al versamento della quota di ammortamento prestabilito, alla fine del tempo predeterminato si avrà nuovamente in cassa l'intera somma che fu spesa per fare l'impianto, mentre tale impianto, qualunque ne sia il suo stato, viene valutato a zero; oppure si sarà provveduto alla estinzione completa dell'eventuale debito contratto e nulla più sarà dovuto al creditore per nessun titolo.

La quota di ammortamento è quindi in teoria unicamente dipendente dal tasso di interesse del danaro, e dal tempo previsto necessario per l'ammortamento stesso.

Questo tempo nel caso di debiti viene definito fra i contraenti. Nel caso di un'opera viene determinato dagli atti di concessione e dal periodo di durata previsto per i singoli impianti a seconda della natura degli stessi.

E' buona norma industriale, anzi è necessità per la salvaguardia delle vitalità delle Aziende, assumere per gli ammortamenti effettivi dei periodi prudenzialmente assai più brevi di quelli strettamente presumibili, in base alla natura degli impianti.

Per le centrali idrauliche vi è una parte delle opere, ed in genere la parte più costosa rappresentata dalle opere idrauliche propriamente dette, che deve ritenersi ultra secolare. Per questo il termine massimo di ammortamento coincide con quello di concessione, al termine del quale le opere debbono passare allo Stato.

Un'altra parte delle opere, e cioè condotte forzate e macchinari, si deve prevedere di durata assai minore e cioè di una trentina d'anni al massimo.

Il rapporto fra queste due parti varia, fra termini assai lati, oscillando la percentuale delle parti deperibili rispetto alle altre fra il 40 ed il 20 %.

Per ragioni prudenziali ridurremo, come si usa, a metà ciascuno dei nominati periodi di ammortamento, ed avremo perciò 15 anni per i macchinari e 30 per le opere idrauliche. A questi valori corrispondono al tasso del 6 % le quote del 4,3 % e dell'1,3 %.

Fatte le proporzioni ed arrotondando in più, la quota di ammortamento viene ad essere variabile fra 2,5 % per gli impianti a prevalente macchinario e l'1,8 % per gli impianti a prevalenti opere idrauliche.

L'Ing. Neri parla di ammortamento speciale che dovrebbe essere previsto per gli impianti idroelettrici, per il fatto che alla scadenza della concessione le opere idrauliche passano gratuitamente allo Stato.

Non comprendiamo il perchè di questo speciale ammortamento, perchè una volta che l'ammortamento è stato fatto non si vede il motivo che debba essere fatto un'altra volta.

Ma anche volendo ammettere una differenza fra i due sistemi, supponendo che alla scadenza dei 60 anni la centrale termica oltre ad essere ammortizzata valga ancora qualche cosa, mentre quella idraulica, per la parte idraulica, non valga più nulla perchè passa allo Stato, la quota extra di ammortamento andrebbe applicata non al valore dell'impianto nuovo, ma al valore dell'impianto residuo, o meglio alla differenza fra il valore residuo dell'impianto termico e quello residuo del macchinario elettrico, cioè a non più del 20 % del valore iniziale dell'impianto idraulico.

E' noto che in anni 60 e al 6 % la quota di ammortamento annua ammonta all'1,9 *per mille* del valore da crearsi: seguendo il ragionamento dell'Ing. Neri, nella sua centrale idraulica del costo di L. 80.000.000, l'onere annuo sarebbe di 152.000 e non di L. 800.000 come da lui calcolato. Secondo la nostra valutazione la differenza si ridurrebbe al 20 % della cifra sopra esposta e cioè a L. 34.000 annue, cifra del tutto irrisoria.

Ad ogni modo per quei criteri di larghezza che abbiamo voluto tenere nei nostri calcoli, porteremo l'ammortamento degli impianti idraulici al 3 % per la quota di importo inferiore a L. 1 per kWh e al 2 % per la quota superiore.

Assumendo l'interesse dell'8 % si avrà perciò un'onere annuo complessivo dell'11 e del 10 % rispettivamente.

Per le centrali termiche il 90 % delle opere sono costituite da materiale deperibile: inoltre il progresso della tecnica, sempre in atto, svaluta rapidamente gli impianti già costruiti che in breve volgere di anni devono ritenersi antiquati.

La durata normale del macchinario in questione può ritenersi di anni 20, quella delle altre opere di anni 40: ma siccome per le centrali idrauliche abbiamo ridotto a metà i termini di ammortamento rispetto alla durata delle opere, la stessa misura per l'esattezza di confronti deve adottarsi per le centrali termiche.

Si avranno perciò le seguenti percentuali.

Prima parte	7,6 %
Seconda parte	2,7 %
Media pesata	7,1 %

che arrotondiamo nel valore medio del 7 %. Con l'interesse dell'8 %, l'onere complessivo annuo per le centrali termiche ammonterebbe al 15 %.

Determinazione del costo del kWh.

Stabiliti così gli elementi che influiscono sul costo del kWh possiamo trarne le conclusioni. Ripetiamo per chiarezza anche le conclusioni dell'Ing. Neri.

Una centrale termica per la produzione di 80.000.000 di kWh in *servizio indipendente*, richiede una installazione di macchinario, come abbiamo visto, di kW 47.000 con una spesa di L. 56.000.000, una spesa di interessi ed ammortamenti del 15 %, una spesa di esercizio e manutenzione di L. 0,04 al kWh, un consumo di combustibile di grammi 650 al kWh.

Si avrà perciò:

	Secondo noi	Secondo Ing. Neri
Interessi e ammortamento . . .	L. 8.400.000	L. 5.200.000
Manutenzione L. 0,04 al kWh . .	» 3.200.000	» 1.600.000
Carbone per 3000 ore, tonn. 520 a L. 140	» 7.280.000	» 5.105.000
	L. 18.880.000	L. 11.905.000
Pari per kWh a cent.	23,6	14,9

In base ai nostri calcoli l'impianto idrico considerato dall'Ing. Neri darebbe i seguenti dati:

L. 80.000.000 all'11 %	L. 8.800.000
Esercizio	» 2.400.000
Maggiori tasse	» 400.000
Totale . . .	L. 11.600.000

pari a cent. 14,5 al kWh.

Se noi calcoliamo per la centrale termica e la centrale idraulica le *sole spese di esercizio, di interesse e ammortamenti* (cioè escluso il combustibile per la centrale termica) abbiamo:

centrale idraulica	L. 11.600.000	cent. 14,5 al kWh
centrale termica	» 11.600.000	» 14,5 » »

Risulta quindi che una centrale termica, la quale da sola debba fronteggiare una servizo di distribuzione di energia, costa oggi di sole spese per ogni kWh prodotto, in un regime di 3000 ore annue, lo stesso prezzo di una centrale idraulica che allo stesso regime importi una spesa di impianto di L. 1 al kWh.

Il carbone consumato è quindi *nettamente in più*. Se ne può dedurre che una centrale termica a servizio annuo *non riuscirà mai a competere economicamente in Italia con un impianto idraulico quando il costo di questo sia minore od uguale a L. 1 al kWh.*

Risulta ancora che secondo i nostri dati una centrale idraulica a servizio annuo può nettamente competere, in condizioni normali, anche oggi colle centrali termiche, quando il costo di impianto della centrale idraulica non superi 1,50 al kWh (1).

I risultati della nostra indagine, fatta con la valutazione accurata ed obbiettiva di tutti gli elementi di costo, sono assai discordanti da quelli raggiunti dall'Ing. Neri.

Notiamo incidentalmente che anche in base alla valutazione dell'Ing. Neri (valutazione che può forse ritenersi attendibile per qualche caso particolarmente favorevole) non risulta la convenienza economica delle centrali termiche rispetto a quelle idrauliche del costo di L. 1 al kWh.

Infatti fra i due costi considerati risulta una differenza di centesimi 0,4 a danno della produzione termica.

La cifra sembra poca, ma riferita alla produzione italiana attuale rappresenta la somma di lire 40.000.000 e cioè il 13 % del provento attuale della tassa luce.

Per una produzione di 40.000.000.000 di kWh la differenza aumenterebbe a L. 160.000.000.

Dal punto di vista economico diretto appare quindi evidente come il «carbone nero» sia tutt'altro che in condizioni di soppiantare in Italia il «carbone bianco» per il quale il campo di azione rimane libero in limiti assai vasti.

Per il momento infatti gli impianti che costano L. 1,50 al kWh non sono in genere considerati come impianti convenienti: salvo sempre casi eccezionali, gli impianti attualmente in costruzione e progetto prevedono costi ancora sensibilmente inferiori a detto limite anche per produzione di integrazione stagionale.

Il costo che noi abbiamo calcolato di L. 0,145 al kWh in centrale, prezzo che va ancora aumentato delle spese generali di cui non si è tenuto conto in entrambi i sistemi considerati, è ancora oggi quello che permette di fare la vendita all'utente colle attuali tariffe: se dovesse essere superato, anche le tariffe di vendita dovrebbero subire incrementi.

Influenza degli elementi indiretti.

Oltre che del rapporto diretto fra i costi di produzione, trattandosi di questione che interessa l'economia nazionale è necessario tenere conto degli elementi indiretti.

Primo fra questi è quello della bilancia commerciale, essendo stata sempre concorde opinione che in maggiore o minore misura lo sfruttamento delle energie nazionali ci affrancasse dalla servitù economica verso l'estero.

L'Ing. Neri afferma che oggi questa ragione fondamentale non ha più valore, in quanto, dovendo noi far fronte alle necessità finanziarie delle costruzioni degli impianti con prestiti esteri, le maggiori somme che noi dovremmo mandare all'estero per servizio di interessi e ammortamento dei debiti contratti, in dipendenza del maggior costo delle centrali idrauliche, sarebbero almeno equivalenti se non superiori a quelle necessarie per l'acquisto del combustibile.

Una constatazione del genere, qualora fosse dimostrata, riuscirebbe certo assai grave. Necessita quindi esaminare a fondo questo particolare.

Richiamiamo in proposito quanto abbiamo detto in merito agli ammortamenti e che cioè la parola ammortamento è univoca quando si tratta di ammortamento finanziario.

I prestiti fatti fino ad ora all'estero danno un costo annuo, *compreso l'ammortamento* e compresi tutti gli altri oneri (provvigioni, scarto del prezzo di emissione, ecc.) che si aggira sul 9,5 %.

Un semplicissimo calcolo, dice l'Ing. Neri, dovrebbe fare rile-

(1) Infatti in questo caso l'onere relativo alla centrale idraulica considerata sarebbe aumentato del 13 % sui 50 centesimi di maggiore costo rispetto a quello prima considerato di L. 1, e cioè il maggiore costo sarebbe di cent. 6,5 al kWh che aggiunti ai 14,5 prima determinati fanno centesimi 21.

vare come il maggiore onere annuo di interessi e ammortamenti dovuto alla maggiore spesa d'impianto delle centrali idrauliche rispetto alle centrali termiche sia dello stesso ordine di grandezza di quello dell'approvvigionamento di carbone.

Abbiamo provato a fare questo calcolo non applicato alla cifra ricavata da noi, ma a quella ricavata dall'Ing. Neri, e cioè:

Spese di combustibili	L. 5.105.000
Interessi e ammortamenti in ragione del 9,5 % sulla differenza di lire 40.000.000	» 3.800.000
Restano	L. 1.305.000

di maggiore spesa per la centrale termica.

Il risultato non è quindi favorevole quanto l'Ing. Neri sembra ritenere.

Forse intendeva riferirsi al costo delle centrali idrauliche maggiorato da quello delle linee.

Rimandiamo a questo riguardo a quanto abbiamo scritto in precedenza a proposito delle linee ed a quanto diremo in seguito: ma nella peggiore delle ipotesi, tenendo pure conto anche di una congrua percentuale di maggiore spesa per le linee, si avrebbe la parità di spesa; a parità di spesa però il vantaggio è sempre per le centrali idrauliche, cessato il periodo di ammortamento, nessuna somma più deve essere mandata all'estero per le centrali idrauliche, mentre per le centrali termiche continueremo a mandare fuori denaro per l'acquisto del combustibile, e non solo per quello, come vedremo.

Benchè anche questo fatto sia negato dall'Ing. Neri noi non possiamo che riconfermare quanto è stato detto da altri tecnici che hanno interloquito sull'argomento, gli Ingg. Soldati e Pittaluga.

Si è quindi pagato quel tale 9,5 % che è nell'ipotesi peggiore di L. 5.105.000 all'anno per 25 anni ricavandone la copertura dalla vendita della energia, si è pagato ai signori prestatori esteri tutto quanto era loro dovuto e non si dovrà più nulla.... mentre invece il carbone per gli stessi 5.105.000 bisognerà sempre pagarlo (se si troverà sempre a quel prezzo il polverino) «in sempiterna saecula».

Nessun abile ragionamento può distruggere questa matematica verità.

L'Ing. Neri vorrebbe eliminare questo acquisto colla costruzione di un fondo all'estero, l'interessenza di una miniera, ecc.

Questo fondo con che cosa si costituisce? Se la differenza fra i casi è nell'ipotesi più favorevole all'Ing. Neri uguale a zero?

Si deve inoltre tenere conto di altri elementi. Gli impianti idroelettrici vengono ormai costruiti in quasi tutti i particolari con macchinario di produzione nazionale; anche il cemento che entra in gran parte a costruire il materiale d'opera è prodotto in Italia. Quindi in un impianto idroelettrico la percentuale di mano d'opera diretta o indiretta che lavora nella costruzione rappresenta almeno il 70 % della spesa complessiva.

Per le centrali termiche siamo ancora oggi, sebbene esista un'ottima produzione nazionale, parzialmente tributari all'estero. Anche volendo trascurare tale particolare, possiamo ammettere che la percentuale di mano d'opera sulla spesa totale sia del 40 %.

Applicando questa percentuale ai dati base dell'Ing. Neri, risulta:

Spesa di mano d'opera per le centrali idroelettriche:

L. 80.000.000 × 0,7	L. 56.000.000
Idem, idem per le centrali termiche 40.000.000 × 0.4	» 16.000.000
	L. 40.000.000

Risulta da quanto sopra che il maggior costo di costruzione degli impianti idroelettrici rispetto a quelli termoelettrici è dato *interamente* da mano d'opera e da mano d'opera italiana che lavora in Italia.

E allora ritroviamo esatta l'osservazione dell'Ing. Soldati in quanto il ricavato delle ipotetiche maggiori operazioni finanziarie, essendo portato e speso in Italia, è sufficiente per compensare il ritorno all'estero delle quote di interesse e ammortamento per un certo numero di anni e precisamente, prendendo per base il 9,5 % per 11 anni.

Questo fatto valutato in valore presente nel solito modo rappresenta la cifra di L. 24.500.000 (2).

Mentre quindi apparentemente il maggiore fabbisogno di denaro all'estero delle centrali idrauliche rispetto a quelle termiche è di lire 40.000.000, in realtà, tenendo conto di tutti gli elementi questo maggiore fabbisogno si riduce a cifre assai minori.

Per le condutture elettriche il valore del materiale assomma a percentuali assai superiori ma la spesa maggiore è data dal rame, e questo fortunatamente non si consuma: all'uscita di moneta corrisponde direttamente un aumento delle scorte di metallo esistente in Paese.

Ma pure non tenendo conto di questo fatto e dell'altro, pure importante, dello sviluppo in Italia della fabbricazione dell'alluminio per cui anche le linee potranno presto essere fatte senza comperare molto all'estero, e sempre non tenendo conto delle nostre osservazioni fondamentali su questo argomento, le maggiori spese per interessi e ammortamenti delle centrali idrauliche, gravate pure di tutte le linee che si voglia, *non riescono* in nessun caso a bilanciare la *spesa di combustibile*.

Ma pure quando, per il crescente costo degli impianti idroelettrici in relazione alle crescenti difficoltà, questa eguaglianza di spesa fosse raggiunta, non per questo sarebbe dimostrata l'indifferenza dal punto di vista nazionale e quindi anche indirettamente da quello dell'imprenditore.

Nel caso considerato abbiamo visto che quaranta milioni di lire, pari a cent. 50 per ogni kWh, andrebbero spesi per pagare la mano d'opera italiana in Italia.

Per 30 miliardi di kWh ciò rappresenta la cifra ingente di quindici miliardi e cioè da 450 a 600 milioni di giornate lavorative.

Ognuno può comprendere quale importanza sia da dare a questo elemento nei riguardi della economia nazionale.

Maggiore lavoro è maggiore ricchezza ed è facile dimostrare come non si tratti di cosa illusoria ma bensì di cosa reale.

Nel caso delle centrali termoelettriche si importa carbone e lo si brucia producendo determinata quantità di energia.

Nel caso di centrali idrauliche l'acqua dei fiumi viene utilizzata importando denaro per produrre energia e poi col ricavato di questa si restituisce il denaro, ma in questo movimento si è prodotto una maggiore quantità di ricchezza che resta tutta nella nazione che ha compiuto l'operazione.

E che cosa sia si può arguire da altro ragionamento. Nel primo caso si è consumato il combustibile e si è prodotto un determinato quantitativo di energia mentre una equivalente quantità di energia andava dispersa per le acque dei torrenti; il totale delle due quantità di energia disponibile, termica e idraulica, è sfruttato solo al 50 %.

Nel secondo caso l'energia necessaria si è prodotta colle acque dei torrenti, ed il carbone è rimasto inconsumato nelle miniere e quindi ancora disponibile: si ha un rendimento del 100 %.

Nel bilancio dell'economia mondiale si è avuto quindi lo sfruttamento di una energia che altrimenti sarebbe andata perduta e quindi un aumento di ricchezza.

Questo aumento di ricchezza va a vantaggio della nazione che lo produce, e in poche parole si sostituisce al lavoro dell'operaio inglese, francese, tedesco, americano o anche italiano emigrato all'estero, il lavoro dell'italiano in Italia. E' l'Italia che deve preoccuparsi di dare il lavoro in Italia ai propri figli, utilizzando al massimo le sue non abbondanti ricchezze.

*

Fin qui abbiamo fatto le nostre considerazioni assumendo come buone le conclusioni dell'Ing. Neri circa i costi dei vari elementi a confronto e ne abbiamo ricavato conclusioni ben diverse da quelle a cui egli giunge.

Se però ripetiamo il ragionamento, partendo dai costi che noi abbiamo ricavato per la produzione delle centrali termiche a servizio annuo, il principio della rispondenza fra il denaro esportato per interesse e quello esportato per carbone, subisce un ulteriore tracollo, e ciò è evidente senza necessità di esporre ulteriori calcoli e ragionamenti.

Dobbiamo poi aggiungere un'altra importante osservazione.

Per fortuna nostra le grandi e medie Società elettriche italiane, che comprendono organizzazioni finanziarie potentissime a tutti note, sono formate da capitale italiano e validamente condotte da italiani.

Il collocamento di azioni e obbligazioni all'estero riguarda sempre una piccola parte del capitale ingente investito nell'industria idroelettrica.

Le più importanti operazioni finanziarie concluse all'estero furono inizialmente, e saranno sempre in prevalenza, fatte sotto forma di obbligazioni ipotecarie, garantite sul *valore degli impianti già eseguiti*.

L'intervento del capitale estero è stato possibile solo perchè il capitale nazionale è stato capace di portare *da solo* l'industria elettrica a tale sviluppo da potere offrire al finanziatore la assoluta garanzia.

Il totale dei debiti esteri nell'industria idroelettrica non supera il 30 % del valore dei capitali investiti nell'industria stessa, nè potrà mai superare tale limite, dato lo scarto di garanzia che si esige per operazioni di tale natura.

La condizione quindi che tutto il capitale nuovo necessario al

(2) Il risparmio di L. 5.105.000 annue per anni 11 fa in valore presente:

$$5.105.000 \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^{n}-1} = 5.105.000 \times 4,8 = 24.500.000$$

dove $n = 11$ ed $r = 0,07$.

nuovi impianti debba essere trovato all'estero, non ha rispondenza nella realtà delle cose.

Caduta questa premessa, cade naturalmente il ragionamento che ne deriva, indipendentemente da quanto è già risultato sull'argomento.

Resta quindi dimostrato anche in base a questo elemento, che allo stato attuale delle cose, il carbone bianco è tutt'ora in Italia più conveniente che il carbone nero.

I confronti nel tempo.

Le conclusioni alle quali siamo giunti, sono, ragionando nelle condizioni del momento presente, del tutto contrarie alla teoria del carbone nero.

E' bene esaminare se col tempo la situazione potrebbe variare in danno dell'uno o dell'altro sistema.

E' un dato assiomatico che le spese di esercizio di un impianto idroelettrico sono date in massima parte da quote fisse, mentre quelle di un impianto termico sono in buona parte variabili secondo il variare del mercato di carboni.

Se dolorose circostanze possono costringere il fornitore a scaricare una parte delle spese da lui non previste od aventi carattere eccezionale, sugli utenti, *ciò non può essere in alcun modo elevato a sistema* ed anzi è dovere del fornitore di evitare, nel limite delle sue forze, il verificarsi di un simile evento.

Se così non fosse si dovrebbe veramente dar ragione a coloro che vogliono dimostrare la necessità dell'intervento dello Stato per la disciplina della produzione elettrica.

Nel rispondere all'Ing. Soldati, l'Ing. Neri ha affermato che le oscillazioni del costo del combustibile hanno sola importanza positiva e non negativa, in quanto la quota del prezzo superiore ad un determinato limite può essere caricata sugli utenti. Per contro le quote interessi e ammortamenti una volta fissate restano invariate, e quindi un eventuale ribasso nel costo del denaro andrebbe a tutto danno dell'esercente.

Senza essere di quegli zelantoni che tutti i giorni piangono sulla sorte degli utenti angariati dalle Società fornitrici, riteniamo che l'esercente di impianti elettrici debba avere riguardo verso la propria utenza, che è la ragione di essere della propria esistenza.

In quanto al valore del denaro, è ben noto come quasi tutte le operazioni finanziarie portino la clausola del riscatto. In caso di abbondanza permanente del denaro, le società elettriche non tarderanno a riscattare, coi mezzi più acconci, le operazioni finanziarie più onerose con altre di onere minore.

Ciò posto, osserviamo che il problema della costanza del prezzo dei combustibili è assai grave per le centrali termiche in Italia.

Si afferma genericamente che è presumibile un ribasso di prezzi del carbone anzichè un rialzo.

Praticamente ci troviamo ora di fronte ad una situazione *attuale* di basso prezzo. E' prudente norma economica, quando ci si trova in periodo di prezzi depressi, non fare eccessivo assegnamento non solo su di una *duratura* riduzione dei prezzi stessi ma nemmeno sopra una lunga conservazione della bassa quotazione.

Lo stesso Ing. Neri ci ammonisce poi che ben piccolo assegnamento si può fare sui combustibili nazionali.

Le forze che agiscono sui mercati di carbone sono tutte esterne al nostro Paese; oggi noi godiamo di una situazione di concorrenza, e non è affatto da escludersi che domani ed in tempo non lontano si debba subire una situazione di sindacato mondiale e non mancano in merito i tentativi di accordo tra gli Stati produttori.

Purtroppo infine la Società delle Nazioni e i vari patti contro la guerra, le conferenze navali, ecc., non escludono l'eventualità di nuove guerre e noi non mancheremmo di sentirne le conseguenze, anche se ne fossimo estranei.

Grazie all'ordine di cose che, per fortuna nostra, fu instaurato nel nostro Paese, noi oggi possiamo contare su di una tranquillità che ci permette di guardare l'avvenire con sicura fiducia.

Ma la fiducia non deve convertirsi in un imbelle ottimismo, che ci faccia vedere roseo dove può nascondersi il nero più fitto.

Trascurare le possibilità di gravi eventi e periodi difficili sarebbe grave errore tanto dal punto di vista nazionale quanto da quello del privato imprenditore.

Più di ogni altro l'imprenditore di industrie elettriche, di una industria ormai vitale per la nazione, deve possedere una visione dei problemi relativi, che vada ben oltre le impressioni ed i calcoli del breve momento.

Crediamo quindi necessario soffermarci ad esaminare quali sarebbero state le conseguenze se, supponendo che prima del 1914 la tecnica delle centrali termoelettriche fosse già progredita come ora, tecnici e dirigenti delle Società elettriche avessero ragionato come si propone dagli zelatori del nero carbone.

Per maggiore chiarezza di interpretazione abbiamo riportato tutti i prezzi del periodo 1915-1924 al valore delle lire attuali, ed abbiamo riportati i risultati nella seguente tabella.

Anni...........	Attuale	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1924
Prezzo carbone al porto	135	260	*500*	*850*	*1100*	350	*700*	270	170	180	170
Costo del kWh. termico secondo Ingegner Neri	16,4	23,0	*37,5*	*57,8*	*72,5*	28,8	*49,0*	24,0	18,4	19,0	18,4
Costo del kWh. ricavato da noi.....	23,3	30,7	*47,0*	*69,3*	*86,0*	37,2	*60,0*	31,0	25,5	26,2	25,5
Costo del kWh. della Centrale idraulica di L. 1	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5
Costo del kWh. della Centrale idraulica di L. 1,50	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Costo solo combustibile secondo Ingegner Neri	7,9	14,5	29,0	*49,3*	*63,8*	20,5	*41,5*	15,5	9,9	10,5	9,9
Costo del solo combustibile secondo noi	8,8	16,2	32,5	*55,2*	*71,5*	22,7	*45,5*	17,5	11,0	11,7	11,0

L'esame della tabella mette in evidenza dei dati veramente impressionanti.

Un solo anno come il 1918 porterebbe il maggior costo della produzione termica, nella condizione, più ottimistica per questa, a centesimi 72,3 — 14,5 = 57,8 e siccome, nelle stesse condizioni, la differenza del costo d'impianto rispetto ad una centrale idraulica del costo di L. 1 al kWh sarebbe di cent. 50 *uno solo di tali anni sarebbe sufficiente ad annullare tutta la maggiore spesa con un avanzo di centesimi* 7,8 *al kWh.*

Il lettore può agevolmente rilevare dalla stessa tabella come, considerando vari gruppi di anni del periodo considerato, si possa persino giungere al completo ammortamento, anche con ulteriore avanzo, di un intero impianto idroelettrico del tipo più caro.

Ciò è naturalmente dal punto di vista teorico perchè, in pratica, i prezzi come quelli risultati non sarebbero nemmeno lontanamente tollerabili, e quindi l'industriale che avesse basati i suoi conti sui prezzi correnti attualmente, *avrebbe ben presto consumato in combustibile più volte il suo patrimonio.*

Questo grave rischio correrebbe ancora l'industriale che oggi prestasse fede alla teoria che basti, per decidere sull'una o sull'altra delle due soluzioni, *un esame delle condizioni del momento.*

Tutto quanto sopra esposto sussiste nell'ipotesi che fosse possibile ottenere l'approvvigionamento del combustibile alle condizioni di prezzo segnate.

Tutti sanno essere il prezzo una funzione non lineare della richiesta o dell'offerta, per cui nel periodo da noi esaminato una richiesta di combustibile anche lievemente superiore per un servizio indispensabile avrebbe certo creato un ulteriore aumento di prezzo, quando anche vi fosse stata la possibilità di soddisfarla.

Un noto grande industriale ci ha narrato che nella primavera del 1918 la mancanza di combustibile minacciava di *arrestare* tutte le officine italiane: egli dovette recarsi a Londra per incarico del Governo onde ottenere una assegnazione e potè ottenere, per il fabbisogno di *tutte le officine d'Italia,* una assegnazione di 100.000 tonnellate!!

Cosa sarebbe successo di noi se avessimo dovuto produrre termicamente i tre miliardi di kWh che allora si producevano, e che sarebbe di noi, quando, accettate le teorie del carbone nero in un evento simile, avessimo in avvenire necessità di approvvigionamenti all'estero di 20.000.000 di tonnellate di combustibile annue *per le sole centrali termiche?*

L'Ing. Neri di fronte a questa possibilità asserisce che «il carbone in qualche modo dovrebbe pure sempre venire, perchè se così

non fosse le ferrovie non elettrificate, la maggior parte delle industrie destinate al munizionamento ed ausiliarie, la navigazione e la marina resterebbero completamente bloccate il che è inammissibile».

Inammissibile e perchè? Purtroppo il problema sussiste e si impone in tutta la sua gravità.

Colla produzione termica dell'energia verrebbe anche a mancare, mancando il carbone, la alimentazione delle ferrovie elettriche, delle tramvie e delle officine non belliche e non ausiliari, delle bonifiche e della illuminazione.

E ciò vorrebbe dire la sconfitta in caso di guerra ed il servaggio diretto o indiretto del nostro paese allo straniero anche in tempo di pace, perchè basterà che da una straniera coalizione sia contingentato il carbone, che noi saremo piegati, nostro malgrado, al volere altrui, anche forse in questioni non internazionali!

Queste sono realtà che non si possono trascurare ed il limitarsi a tener conto del periodo normale della nazione italiana e della *fase di vitalità, ripresa e di sviluppo in tutti i rami,* costituirebbe una pericolosa imprudenza.

Dobbiamo quindi concludere che in nessun caso e per nessun motivo la produzione termica può in Italia soppiantare la produzione idraulica fintanto che esisteranno forze idrauliche disponibili da utilizzare, sia nell'interesse diretto dell'imprenditore, sia in quello della Nazione e che la tendenza estrema della nuova teoria del carbone nero non poggia su solida base.

Altri aspetti del problema.

Abbiamo fin qui esaminato uno solo degli aspetti del problema comparativo fra la produzione termica e la produzione idraulica dell'energia elettrica e cioè abbiamo esaminato la tendenza estrema che decisamente prevede notevoli vantaggi dalla *sostituzione* della centrale termica a quella idraulica.

Abbiamo visto come questa tendenza poggia su ragionamenti che noi riteniamo di aver dimostrato non attendibili, ma questa conclusione sarebbe evidentemente fonte di ulteriori errori se fosse considerata, nel senso assoluto, contraria alla costruzione di nuove centrali termiche.

Una delle questioni che sono sorte col miglioramento del rendimento termico delle centrali a vapore è quella relativa al rapporto di prezzo fra i due sistemi di produzione in caso di scambio fra Società distributrici e produttrici.

Le Società che acquistano energia annua e stagionale da altre Ditte produttrici tendono a limitare il prezzo d'acquisto, affermando di avere maggiore convenienza a tenere in funzione le proprie centrali termiche.

Nel determinare il prezzo di confronto si suole prescindere dal valore delle quote di interesse, ammortamenti e manutenzione dell'impianto, considerando la sola spesa viva di combustibile, del personale e dei lubrificanti.

Converrà per maggiore chiarezza di esame considerare alcune singole situazioni.

Supponiamo che un esercente abbia costruito una nuova centrale termica moderna e riceva offerta di fornitura di energia prodotta idraulicamente: se nella zona l'incremento di consumo sarà nullo, la spesa della centrale risulterà fatta e graverà sul bilancio anche a centrale ferma e l'esercente non avrà alcun interesse a fermare la centrale termica ed acquistare l'energia idraulica se questa non potrà essere fornita a prezzo almeno pari a quello delle spese vive di esercizio della centrale termica.

Nell'effettuare il computo di dette spese si dovrà però fare esclusione della sola quota di interesse e ammortamento finanziario e non di quella maggiore quota di ammortamento che è necessario prevedere per le centrali termiche in relazione alla rapida usura del materiale in esercizio (3).

Se invece il consumo della zona sarà in aumento, caso che corrisponde più da vicino alla realtà, con l'acquisto dell'energia idraulica l'esercente viene ad avere una nuova fonte di energia che copre in tutto od in parte il fabbisogno della utenza esistente e quindi rende libera una corrispondente potenza di esercizio della centrale termica. L'esercente potrà così far fronte alle nuove esigenze, *senza sostenere ulteriori spese*, e quindi dovrà computarsi a favore della fornitura idroelettrica la quota di interessi e ammortamento delle somme di capitale così risparmiata.

Il caso però più frequente è quello della centrale termica ad uso di riserva ed integrazione.

Anche per questo caso vale il ragionamento fatto per le centrali ad uso continuo in quanto se il consumo è in aumento e si costruiscono nuove centrali idrauliche per farvi fronte, la necessità di integrazione andrà aumentando.

L'apporto di energia elettrica di integrazione a carattere *garantito* permetterà di evitare le nuove spese di impianto di nuove centrali di integrazione e quindi la quota di interesse e ammortamenti va calcolata.

Differente si presenta la situazione considerata solo quando si tratti di energia occasionale, cioè di energia che il fornitore può disporre per eventuali sopravvenienze senza potere garantire la regolare fornitura, nel qual caso è evidente che il confronto con la centrale termica debba essere limitato alle spese vive delle centrali stesse.

Si tratta sempre però di quantitativi di energia di poca importanza relativa.

Naturalmente le Aziende produttrici di energia, qualora vedano deprezzata la loro energia, d'estate perchè c'è grande disponibilità, d'inverno perchè la produzione termica costa meno, saranno tentate di integrare le proprie deficienze con proprie centrali termiche e di fornire l'energia agli utenti diretti consumatori.

Utenti consumatori.

La fornitura dell'energia agli utenti è gravata oltre che dal costo di produzione anche da quello di distribuzione e dalle rilevanti perdite relative.

Di fronte alla dichiarazione di competenti che la produzione termica possa *in centrale* competere con quella idraulica, sorge spontanea l'osservazione che questa possibilità sia assai maggiore per le centrali da costruirsi presso il consumatore, dove il prezzo di acquisto d'energia risulta gravato da molti ulteriori sovracosti.

Anche questo particolare va esaminato, perchè da erronee valutazioni potrebbero derivare agli industriali stessi danni gravi.

In primo luogo tutte le cifre citate nella discussione sono comparative, e non tengono conto delle spese generali di azienda che gravano in eguale misura nei vari casi.

Per le grandi Aziende produttrici e distributrici queste spese ammontano a non meno di cent. 2 al kWh mentre l'utente privato non può sottrarsi ad esse, sia che provveda a mezzo tecnici propri sia che debba ricorrere all'ausilio delle Società fornitrici dei macchinari ed anzi dovrà sopportare una spesa maggiore almeno del 50 %.

Inoltre i consumi unitari di combustibile da noi considerati (siano 580 o 650 grammi) si riferiscono a centrali di grande potenza curate in ogni particolare da tecnici specialisti anche per l'esercizio e la manutenzione.

Le oscillazioni di carico di una centrale adibita al servizio di un solo utente sono ben più gravi di quelle che possono verificarsi nelle grandi centrali, nelle quali la somma di tante irregolarità finisce per attenuare l'asprezza delle irregolarità stesse, non solo, ma la continua sorveglianza dei dirigenti può permettere la suddivisione dei carichi su vario numero di gruppi in modo da far funzionare questi sempre in prossimità del rendimento migliore.

Il consumo specifico pratico quindi di queste centrali ad uso privato deve ritenersi considerevolmente superiore a quello da noi assunto — e sarà oscillante fra gli 800/1000 grammi.

Anche le spese di personale e manutenzione risulteranno accresciute in quanto per la sorveglianza del macchinario in esercizio occorre un minimo di personale, minimo che è in un certo limite indipendente dalla potenza del macchinario; per la manutenzione poi, le piccole centrali debbono dipendere assai più dalle Case costruttrici con conseguente maggiore costo di spese accessorie.

Infine anche il costo unitario del macchinario di minore potenza è assai superiore a quello del macchinario di grande potenza, e perciò la spesa di impianto sarà superiore e superiore la quota di interessi e ammortamenti.

Questo maggiore costo compenserà la minore spesa che l'industriale privato potrà realizzare rinunciando in parte a quella riserva di sicurezza che è indispensabile per i distributori. In complesso quindi per un privato produttore, prescindendo dai casi in cui questi possa godere di condizioni speciali particolarmente favorevoli, il costo reale di produzione termica deve ritenersi oscillante tra i 23 e i 33 cente-

(3) In base ai dati calcolati da noi e sempre per la centrale tipo da noi considerata il prezzo di confronto per la fornitura idraulica, al costo attuale del carbone risulta dal seguente computo in cui si è assunto per l'ammortamento di usura di cui si è detto sopra il 4 %:

ammortamento	L. 2.240.000
personale e manutenzione	» 3.200.000
carbone	» 6.900.000
	L. 12.340.000

pari a cent. 15,5 al kWh per una centrale al porto di mare. Trattandosi di una centrale interna si dovrebbe tenere conto della spesa di trasporto del combustibile e del relativo calo il che non può essere valutato meno di L. 40 medie alla tonnellata.

Ciò porterebbe ad una maggiorazione di cent. 2,5 al kWh e perciò il prezzo di confronto per una centrale all'interno risulterebbe di centesimi 18.

simi a seconda della potenza, della utilizzazione e della posizione dello stabilimento rispetto ai porti di sbarco.

Siamo quindi anche qui a valori assai superiori a quelli che attualmente le società distributrici applicano in genere agli stabilimenti di grande potenza e consumo.

Certo però che questo elemento deve essere ben tenuto presente dalle Società distributrici perchè una volta che l'utente abbia preso la decisione di costruire una centrale propria avrà poi tutta la convenienza di farla funzionare con gran danno dell'economia generale.

D'altra parte gli utenti prima di prendere una decisione del genere dovranno esaminare bene il problema fino in fondo, tenendo conto di tutti gli elementi che possono modificare, come si è visto, radicalmente le conclusioni, rispetto a quelle presentate da chi abbia il solo interesse di collocare del macchinario, prima di prendere decisioni alle cui conseguenze non sarà più possibile, nella maggior parte dei casi, sottrarsi.

Funzione reale in Italia delle centrali termiche.

Nel determinare il quantitativo di macchinario necessario per le centrali termiche in confronto delle idrauliche siamo partiti dalla somma delle potenze idrauliche e termiche.

A questo nostro assunto potrà muoversi l'obbiezione che la valutazione così fatta sia ingiusta verso le centrali termiche.

Non a caso abbiamo però ricorso a tale assunto, nella sicurezza che dall'esame successivo della questione sarebbe risultato un nuovo elemento a favore e non a danno delle centrali termiche.

In effetto attualmente le centrali idrauliche sono quasi tutte costruite con eccessiva scarsezza di riserva e perciò le centrali termiche esistenti, oltre che alla funzione di integrazione e di riserva per eccezionali siccità, hanno anche una funzione di riserva eccezionale di potenza, in caso di eventuali evenienze delle centrali idrauliche, specie per guasti alle opere idrauliche stesse, che per la loro natura non ammettono riserve.

Resta così confermato quanto già affermato e cioè che il concetto della centrale idraulica che sostenga da sola le esigenze del servizio non risponde affatto alla realtà delle cose, e la costruzione di centrali di simile natura sarebbe anche antieconomica perchè la condizione di sicurezza importerebbe la limitazione delle opere alle condizioni di minima portata garantita.

Questo era il concetto che ha dominato nella costruzione delle primissime centrali idrauliche ed ormai è largamente superato.

La pratica ha anche condannato la credenza che la costruzione dei serbatoi potesse rendere superflua la costruzione delle centrali termiche di riserva.

Anche questa teoria estrema ha trovato, a suo tempo, i suoi zelatori ed è stata creduta dai più e seguita da reale smantellamento di alcune centrali termiche finchè i fatti hanno provveduto a smentirla in pieno.

Il parallelo che si è fatto fino ad ora tra centrali termiche e centrali idrauliche, se è opportuno per chiarire le idee, non ha riferimento nei dati di fatto ed il vero confronto va fatto tra il sistema opportunamente coordinato di centrali idrauliche e termiche, e le centrali termiche sole.

Il primo sistema è, come abbiamo visto, il vero sistema idroelettrico ed è bene osservare quale sia oggi la situazione di questo in dipendenza dei progressi delle centrali termiche.

Dai dati del Servizio Idrografico rileviamo come nel 1921 il rapporto fra la potenza installata in centrali termiche e quella installata in centrali idrauliche fosse di 0,294.

Nel 1928 questo rapporto era sceso a 0,222, nel 1929 a 0,20.

E' noto come la riserva esistente nel 1921 si sia dimostrata del tutto insufficiente a coprire le deficienze di una annata eccezionale e quindi dal semplice esame delle cifre sopra riportate risulterebbe che, se dovesse nuovamente verificarsi la magra d'allora, malgrado la costruzione avvenuta di nuove potentissime centrali termiche, la situazione non risulterebbe per nulla migliorata.

La realtà è diversa perchè, essendo censita tutta la potenza termica installata, certamente il dato del 1921 comprende in maggiore misura di quello del 1928 e 929 centrali termiche a servizio autonomo e quindi inefficienti agli effetti di integrazione.

Comunque è da ritenersi che se effettivamente si vuole assicurare il servizio in ogni evenienza con impianti idraulici si deve disporre di una riserva termica almeno del 20 % in potenza rispetto alla potenza idraulica.

Nel nostro conto non potremmo più riferirci alla centrale fittizia di 80.000.000 di kWh annui perchè troppo piccola per costituire il sistema quale da noi considerato, ma per chiarezza supporremo invece un sistema decuplo e cioè di 800.000.000 di kWh distribuiti in molte centrali a varia caratteristica.

Questo sistema dovrebbe disporre di una potenza installata di circa 300.000 kW.

Secondo il nostro concetto la riserva termica dovrebbe essere di almeno il 20 % e cioè di almeno 60.000 kW.

Ammettiamo che il costo capitale del kWh esclusivamente idraulico sia di L. 1,20 al kWh, per cui il costo di produzione annua degli 800.000.000 di kWh risulterà per quanto abbiamo detto nella prima parte del presente studio di complessive L. 132.000.000 (4) e che il costo della potenza termica installata sia di L. 1200 al kW. La somma investita nel sistema, escluse le linee e reti di collegamento e di distribuzione, risulterà di L. 800.000.000 × 1,20 + 60.000 × 1200 = = L. 960.000.000 + 72.000.000 = L. 1.032.000.000.

Si vede subito come il costo della riserva termica si riduca a ben poca cosa in relazione al costo della installazione idraulica.

Occorre allora considerare che la produzione idraulica dipende dalla disponibilità di acqua e che questa disponibilità varia nel corso degli anni e nelle varie stagioni dello stesso anno.

I serbatoi stagionali di cui è possibile ed economica la costruzione sono certo in misura assolutamente inadeguata alla regolazione indiretta delle acque fluenti anche nei corsi d'acqua sui quali la costruzione dei serbatoi non è possibile.

Quindi esiste sempre una grande quantità di acqua che per la sua caratteristica discontinua non è suscettibile di utilizzazione.

Si ovvia in parte a queste deficenze coi consumi stagionali ad uso elettrochimico e con collegamenti fra impianti a regime diverso.

Ma tutto ciò è ben lontano dall'essere sufficiente.

Con un funzionamento intermittente della centrale termica in modo da produrre un 10% della produzione base si otterrà certamente un ricupero della produzione idraulica del 25 %.

Nel nostro caso quindi con una produzione termica di 80.000.000 di kWh si potrà aumentare la produzione idraulica di 200.000.000 di kWh oltre gli 800.000.000 giungendo ad un totale di kWh 1.080.000.000.

Le spese di ammortamento, di manutenzione e di personale della centrale termica così funzionante sono assai minori proporzionalmente ad una centrale analoga funzionante tutto l'anno e si potrà risparmiare sulle spese di personale con una razionale utilizzazione dello stesso onde per il nostro caso possiamo assumere per interesse e ammortamento la quota del 12 %, per esercizio e manutenzione cent. 2,5 al kWh.

Per quanto riguarda il consumo del combustibile, trattandosi di centrale funzionante sempre nelle condizioni di massimo rendimento, possiamo scendere a 580 grammi per kWh.

Inoltre sarà possibile costruire la centrale in prossimità di un porto e utilizzare in parte il detrito di carbone per cui come prezzo del combustibile può assumersi quello di L. 120.

La maggiore produzione di kWh idraulici non porterà maggiori spese di esercizio all'infuori di quelle spettanti alle centrali termiche, per cui si avrà:

Spesa d'esercizio delle centrali idrauliche		L. 132.800.000
Idem idem centrali termiche		
Interessi ed ammortamenti 12 % su L. 72.000.000	L. 8.640.000	
Personale e manutenz.	» 2.000.000	
Carbone tonn. 46.400 a L. 120 . .	» 5.600.000	
		» 16.240.000
Totale . . .		L. 149.040.000

Essendo la produzione di kWh 1.080.000.000 il costo del kWh risulta di cent. 13,8.

Rifacendo il ragionamento in base ad un costo di centrale idraulica a L. 1,— al kWh si giungerebbe ad un prezzo di cent. 11,70 ed in base a L. 1,50 al kWh a cent. 16,5.

Risulta quindi evidente che il sistema combinato di centrali idrauliche e di centrali termiche, queste ultime limitate all'integrazione, è più economico rispetto al sistema delle centrali idrauliche sole e tanto più rispetto a quello delle centrali termiche sole.

Risulta anche evidente come la proporzione della produzione termica rispetto a quella idraulica possa raggiungere valori assai superiori a quelli da noi considerati, prima di giungere ad un prezzo medio equivalente a quello delle sole centrali idrauliche e termiche.

L'antitesi carbone bianco-carbone nero, è per il nostro paese ine-

(4) Per la parte di costo di impianto fino a L. 1,— al kWh abbiamo determinato un onere annuo del 14 %, per la parte eccedente l'onere del 13 %.

La spesa di impianto a L. 1,20 al kWh risulterà di L. 960.000.000 e perciò:

fino a	L. 1,— al kWh	L. 800.000.000	al 14 %	L. 112.000.000
ed ulteriori . .	» 0,20 » »	» 160.000.000	« 13 %	» 20.800.000
Totale . . .	L. 1,20	L. 960.000.000		L. 132.800.000

sistente e non risponde alla realtà delle cose, riducendosi ad una mera finzione polemica.

La realtà invece è che i due sistemi si integrano e si compensano fra di loro.

Il miglioramento delle centrali termiche ed il conseguente risparmio di combustibile è di vantaggio sensibile e non di danno alla produzione idroelettrica in quanto per l'imprenditore diminuiscono fortemente le spese necessarie per l'integrazione e ciò permette di estendere molto maggiormente l'azione integratrice. Per la economia nazionale ciò permette, a parità di servizio, di risparmiare importazione di combustibile dall'estero oppure di migliorare l'utilizzazione delle risorse naturali.

Dai dati del Servizio Idrografico e dalle considerazioni da noi fatte circa il rapporto fra le centrali termiche e le centrali idrauliche risulta che se effettivamente il consumo del nostro paese dovesse raggiungere i 40 miliardi di kWh con un aumento di circa 30 miliardi rispetto alla produzione attuale si dovrebbe provvedere alla installazione di almeno due milioni di kW di centrali termiche, senza contare che per la produzione di così ingenti quantità di energia si dovranno sfruttare maggiormente le disponibilità idrauliche occasionali e quindi la riserva termica dovrà probabilmente assumere maggiori proporzioni.

Di fronte a queste cifre anche le più grandi centrali termiche ora costruite, nella pienezza del loro sviluppo massimo previsto, saranno ben poca cosa, e si dovrà costruirne in grande quantità di nuove.

Se quindi, come ci auguriamo, si verificherà lo sviluppo previsto, ci sarà lavoro grande tanto per i costruttori di centrali idrauliche quanto per quelli di centrali termiche.

Ed anche sotto questo punto di vista un'antitesi, appare impossibile.

Conclusione.

Riteniamo necessario riassumere brevemente i risultati della nostra relazione.

Si è detto dai sostenitori del carbone nero:

1° *che ormai la produzione termica ha fatto tanti progressi da battere la produzione idroelettrica anche nei confronti diretti.*

I calcoli fatti da noi, con riferimento ai valori medi, ed escludendo i casi specialmente favorevoli, portano alla conclusione che per centrali idrauliche del costo d'impianto di L. 1 al kWh la spesa per il carbone *è nettamente in più rispetto alle altre spese* che nei due sistemi assommano a valori uguali; la parità di costo si potrebbe raggiungere solo con centrali idrauliche dal costo capitale di L. 1,60 al kWh.

2° *che le centrali idrauliche sono gravate dalla spesa delle linee di trasporto dell'energia, mentre le centrali termiche possono essere costruite vicino ai centri di consumo.*

Ciò vale solo per i casi particolari di centrali termiche che, situate presso i porti, servono per la alimentazione diretta del centro in cui il porto si trova.

Ma per i centri situati all'interno che sono in maggioranza, o si fa il trasporto di energia mediante linea o quello del combustibile per ferrovia, con spesa certo non minore, per cui, nella maggiore parte dei casi, occorrono le linee elettriche per entrambi i sistemi di produzione.

3° *che la costruzione di nuove centrali idrauliche non ha ormai più ragione di interesse diverso da quello del diretto tornaconto, essendo gli elementi indiretti relativi alla bilancia commerciale ed alla sicurezza del Paese controbilanciati dai seguenti fatti:*

a) *il capitale occorrente per le nuove centrali idrauliche dovrebbe essere prevalentemente cercato all'estero col risultato di mandare annualmente all'estero come interesse e ammortamenti, somme superiori a quelle necessarie per l'acquisto del combustibile;*

b) *non si dovrebbe avere alcun timore degli aumenti di prezzo per il combustibile in quanto il maggiore costo relativo potrebbe essere scaricato sugli utenti;*

c) *sarebbe inammissibile che in caso di guerra potesse venire a mancare il carbone.*

Queste argomentazioni non sono persuasive perchè:

a) Il capitale fino ad ora impiegato negli impianti idroelettrici è prevalentemente italiano ed i prestiti all'estero non superano nè potranno per l'avvenire superare la terza parte delle cifre realmente impiegate negli impianti.

Quando anche tutto il capitale occorrente nei nuovi impianti dovesse e potesse venire dall'estero il calcolo dimostra come la pretesa equivalenza non esista egualmente.

A parità di scambi coll'estero la costruzione di impianti idroelettrici dà lavoro in Italia e aumenta la ricchezza nazionale.

b) Il nostro Paese deve dipendere dall'estero *totalmente* per l'approvvigionamento di combustibile: trascurare la possibilità di forti incrementi, sia pure temporanei, del prezzo dei combustibili equivale a chiudere gli occhi di fronte alla realtà.

Se dovesse presentarsi una situazione difficile come quella dell'ultima guerra, il maggior costo della produzione termica sarebbe tale, anche coi consumi ridotti odierni, da superare *in un anno l'intero costo d'impianto di una centrale idraulica normale.*

Nè si può scientemente ed impunemente pensare di accollare questo enorme onere e pericolo agli utenti, cioè al Paese, quando questo si trovi in condizioni già così difficili.

c) In caso di guerra la prima deficienza che risentirebbe il nostro Paese sarebbe quella del combustibile; tutte le affermazioni in contrario non tolgono l'esistenza di un sì grave pericolo.

In sostanza quindi, le centrali termiche non possono in Italia avere per ragioni economiche e politiche la prevalenza sulle centrali idrauliche, finchè non siasi provveduto al quasi totale sfruttamento di queste ultime.

Ma detto ciò sono necessarie altre osservazioni e cioè:

4° Non è ammissibile che l'esercente di impianti elettrici possa prendere le sue decisioni sui due sistemi contrapposti solo sulla base dei calcoli del *breve momento.*

Ed infatti ci consta che tutte le aziende elettriche prendono le loro decisioni tenendo conto di tutti gli elementi.

5° Il concetto di contrapposizione fra centrali termiche e idrauliche è fittizio e non corrisponde alla realtà delle cose.

La realtà è che fra i due sistemi deve esistere uno stato di collaborazione e non di antitesi.

6° Da un esame dell'odierna situazione risulta che la quantità relativa della riserva termica non supera quella del 1921-1922 e perciò di fronte ad una siccità eccezionale si dovrebbero per lo meno impegnare tutti i mezzi esistenti per potere farvi fronte.

La costruzione delle nuove grandi centrali termiche fatta negli ultimi anni non è stata improvvida nè dannosa ma molto opportuna e giovevole all'economia nazionale, e saggiamente operarono quelli che ne decisero ed attuarono l'esecuzione.

Nel futuro sviluppo della produzione di energia si dovrà avere cura che ad ogni aumento di disponibilità idraulica corrisponda un proporzionale aumento di installazione termica nella misura di almeno il 20 %.

Nel limite del possibile le nuove centrali dovranno essere installate vicino ai centri di approvvigionamento dei combustibili.

7° Il lavoro dei tecnici per migliorare il rendimento di questi impianti è largamente utile in quanto, oltre a diminuire il costo di produzione, ottiene a parità di effetto un largo risparmio di quella importazione di combustibile che resta ugualmente necessaria e ciò anche di fronte ad ogni più grave evenienza.

Non resta quindi altro che augurare che il consumo di energia riprenda nel nostro amato Paese il ritmo confortevole degli anni trascorsi.

Ed allora è certo che tutti, siano costruttori od esercenti di impianti idroelettrici, siano costruttori od esercenti di impianti termoelettrici, saranno chiamati a prestare la loro opera per il bene comune in una simpatica gara di perfezionamento e di equilibrata collaborazione, unica cosa rispondente alla necessità del Paese ed al desiderio di tutti.

Milano, 22 Dicembre 1930-IX.

SUNTI E SOMMARI

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

H. Kierstead, H. L. Rorden, L. V. Bewley — **Resistenze in parallelo colle reattanze di protezione.** (J. A. I. E. E., giugno 1930, pag. 440).

Ancora discussa è l'efficacia agli effetti della protezione contro le sovratensioni, delle resistenze messe in parallelo colle bobine di reattanza; alcuni AA. asseriscono che le resistenze riescono utili a diminuire il valore della sovratensione che l'apparecchio deve sopportare mentre altri ritengono che esse siano inefficaci e in qualche caso dannose. Gli AA. hanno affrontato prima il problema sotto l'aspetto matematico ricorrendo allo studio del comportamento di un opportuno circuito equivalente sotto l'azione di onde di tensione di diversa forma. Le conclusioni dedotte in via teorica sono poi state controllate sperimentalmente.

Si è così riconosciuto che l'efficacia della resistenza in parallelo dipende dal valore delle resistenze stesse e dalle caratteristiche della linea a cui l'apparecchio è connesso.

Per reattanze connesse a linee aeree, le resistenze in parallelo, perchè riescano efficaci, non devono superare il valore di 400 ohm, mentre per le linee in cavo non devono superare 50 ohm; inoltre le resistenze non devono eccessivamente riscaldarsi quando si verifichino dei corti circuiti in linea. Coi valori delle resistenze ora indicati, l'energia che dovrebbe essere assorbita dalla resistenza nel caso di corti circuiti assume valori così grandi che per evitare forti riscaldamenti sarebbe necessario dare alle resistenze stesse dimensioni tali che riuscirebbero costosissime. Si presenta quindi l'opportunità di avere resistenze elevate alle tensioni relativamente basse e resistenze assai più basse alla tensioni elevate corrispondenti alle onde di sovratensione; queste esigenze possono essere soddisfatte costruendo le resistenze in thyrite, il nuovo materiale in cui la resistività diminuisce rapidamente colla tensione applicata. *R. S. N.*

FISICA, CHIMICA E MATEMATICA.

S. Dushman — **Rassegna della fisica moderna.** Parte I. (Gen. Elec. Rev., giugno 1930, pag. 348).

L'A. si sofferma soprattutto sulle più recenti teorie della fisica; particolarmente su quella quantistica enunciata per la prima volta da Planck a proposito delle radiazioni da un corpo nero, poi estesa da Einstein ai fenomeni fotoelettrici ed infine adottata da Bohr a spiegazione del suo modello atomico come tentativo di unificazione della materia. Da questa teoria l'A. si porta a quelle meccanico-statistiche enunciate da Heinseberg, da Pauli e da altri come condizioni di forma analitica matriciale ed a quella di Schroedinger impostata con l'ipotesi di coesistenza di un treno d'onde associato al moto di un corpuscolo. Questa teoria, detta anche «teoria ondulatoria», avrebbe il vantaggio di presentare i fenomeni quantistici, ossia discontinui, come naturale conseguenza di un fenomeno continuo, quale è quello del treno d'onde associato ad un moto corpuscolare. Di più tale teoria ha ricevuto delle conferme sperimentali di grande valore, fra le quali sono notevoli quelle eseguite da Davisson e Germer in America e da G. P. Thomson in Inghilterra sulla diffrazione di un fascio di elettroni proiettato contro un cristallo. L'A. ricorda come De Broglie abbia molto elegantemente dimostrato la possibilità di un'analogia formale fra il principio del minimo lavoro (o principio di Hamilton), derivato dalla teoria meccanica classica di Newton, e quello del minimo percorso (o principio di Fermat). Inoltre l'A. dimostra come il principio di corrispondenza enunciato da Bohr tenda in sostanza ad applicare le leggi canoniche di Hamilton, mentre il principio di selezione di Pauli tende a stabilizzare le condizioni quantistiche, che vigono nell'atomo di Bohr.

La conclusione di tutte queste ricerche o teorie sembra conduca ad escludere la validità del principio di causalità nel microcosmo.

Le leggi della meccanica classica sarebbero valide con approssimazione soltanto per il mondo fisico macroscopico, mentre quelle della quantica sarebbero valide, pure in approssimazione, per il mondo microscopico.

L'A., partendo dal contrasto fra la teoria corpuscolare di Newton e quella ondulatoria di Fresnel, conclude lasciando intravedere come la nuova meccanica ondulatoria possa spiegare queste due teorie apparentemente in constrato, per quanto la seconda sia suscettibile di una maggiore generalizzazione rispetto alla prima. *C. G. E.*

S. Dushman — **Rassegna della fisica moderna.** Parte II. (Gen. Elec. Rev., luglio 1930, pag. 394).

La meccanica quantistica di Schroedinger si fonda essenzialmente sull'equazione di De Broglie:

$$\lambda = \frac{h}{m v}$$

la quale dà la relazione fra la lunghezza dell'onda, associata al moto del corpuscolo di massa m e velocità v, il momento $m v$ e la costante h di Plank.

L'associazione di un moto ondulatorio col moto del corpuscolo è possibile ammettendo che tale moto ondulatorio derivi dalla combinazione di moltissime onde a diversa frequenza e generalmente anche di diversa ampiezza: allora la velocità individuale, detta anche velocità di fase, è maggiore di quella della luce, mentre la velocità di gruppo, detta anche di cresta, è uguale a quella di traslazione del corpuscolo.

Ora dal fatto che onde di diversa frequenza sommano le loro ampiezze soltanto in un certo intervallo, determinato (così formando il gruppo o la cresta) tanto più esattamente quanto più lata è la banda di lunghezza d'onda considerata, è derivato il principio d'indeterminazione o di Heisenberg. Tale principio stabilirebbe che la fisica microscopica non può essere definita esattamente in posizione e velocità, bensì può essere considerata alla stregua di valori probabili entro un certo campo. Ciò del resto realmente accade nella tabulazione dei valori sperimentali: è la media di un certo numero di osservazioni quella che costituisce la legge.

Tale principio, enunciato prima che la teoria ondulatoria si fosse presentata, ha trovato in quest'ultima l'espressione più concreta; non solo, ma si è riusciti anche a spiegare il postulato quantistico di Bohr per le orbite elettroniche: si è venuti però a sostituire all'orbita definita una certa regione speciale attorno al nucleo, nella quale si ha la probabilità massima che un elettrone venga a trovarsi.

Di più l'equazione di Schroedinger introduce un fattore di essenza fisica imprecisata, ma di significato matematico importante: infatti tale fattore, funzione della configurazione speciale (ossia della simultanea posizione delle particelle), corrisponderebbe alla probabilità di una determinata condizione quantistica. Il principio di causalità quindi dovrebbe essere abbandonato nella fisica microscopica, e con esso la meccanica classica che su quello è basata. Comunque la teoria ondulatoria ha avuto il pregio di dare un maggiore realismo quantitativo a fenomeni che non apparirebbero collegabili alle precedenti teorie. E' fuor di luogo ritenere che tale teoria annulli ogni altra precedente, in quanto essa non è altro che un procedimento matematico applicato al modello di Bohr, anche se il risultato è più astratto di quanto lo sia il modello.

L'indeterminazione portata così nel campo della fisica ha suscitato molte proteste, sia da parte di filosofi che di matematici: è provato però che questo principio può darci una spiegazione dei fenomeni atomici, quale i principii classici non ci hanno potuto dare, e se pure, com'è augurabile, nuovi fatti permetteranno in futuro di coordinare anche i fenomeni atomici con le teorie classiche, questa indeterminazione avrà avuto per lo meno il vantaggio di permettere la prima spiegazione dei fenomeni microscopici ed il loro coordinamento. *C. G. E.*

IMPIANTI.

G. D. Floyd — **Coordinazione dell'isolamento in sede di progetto.** (J. A. I. E. E., giugno 1930, pag. 449).

Il grado di isolamento attualmente usato per le grandi linee è ritenuto sufficiente dall'A. pur riconoscendo che esso lascia la possibilità di qualche fulminazione; aumentare ulteriormente la lunghezza delle catene porterebbe a esagerate spese di impianto data anche la necessità di aumentare grandemente le dimensioni delle mensole e dei pali per evitare la formazione di archi diretti fra conduttore e palo. Meno definitive sono le condizioni di isolamento delle macchine e della apparecchiatura in centrale o nelle cabine; una esatta coordinazione del grado di isolamento è resa anche più difficile dai fenomeni di riflessione delle onde che possono manifestarsi nei punti di discontinuità nei circuiti (interruttori aperti, ecc.).

L'A. insiste sulla utilità dei nuovi tipi di scaricatori del così detto tipo a valvola coi quali è possibile stabilire esattamente la tensione massima che un dato scaricatore lascia transitare. E' quindi possibile stabilire l'isolamento del materiale installato in centrale tale da resistere a tensioni istantanee non superiori a quella di adescamento dello scaricatore e così ottenere una sicura protezione.

Vi sono però dei casi eccezionali da tenere presenti, come ad esempio: in cabine all'aperto con lunghe sbarre, la tensione lasciata passare dallo scaricatore può divenire pericolosa in seguito a riflessioni; altro caso illustrato dall'A. è quello di un sistema a 220.000 V con neutro francamente a terra.

Le considerazioni generiche esposte sono poi illustrate coi risultati di esercizio, fra loro paragonati, di due cabine americane: una a 110.000 V con scaricatori ma in cui non si era studiata alcuna coordinazione nel grado di isolamento delle diverse parti; l'altra a 220.000 V, senza scaricatori ma in cui si era studiata accuratamente tale coordinazione. La prima si dimostrò molto più sicura contro le sovratensioni. *R. S. N.*

R. J. Harry — **Fornitura automatica di energia per l'elettrificazione di acciaierie.** (J. A. I. E. E., giugno 1930, pag. 445).

Vengono brevemente descritte la caratteristiche del sistema di impianti e di linee che alimentano un gruppo di acciaierie della Carnegie Steel Co. L'energia è fornita da cinque impianti i quali sono collegati da un sistema di linee a 44.000 V a due terne. Per la distribuzione

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

servono cinque cabine provvedute complessivamente di nove trasformatori trifasi da 9000 kVA con variazione di tensione sotto carico. L'equipaggiamento elettrico delle cabine è descritto con qualche dettaglio.

Particolarmente interessante è una cabina di conversione che contiene tre gruppi motore-generatore da 1500 kW a 500 giri, nella quale si sono largamente adottati i dispositivi automatici. Nella cabina sono sempre presenti due operai; ma siccome essi sono distratti da molti altri servizi si è presentata l'opportunità dell'automatismo che non è però stato portato a fondo.

Questa cabina, che viene sommariamente descritta, è in servizio da oltre quattro anni e non ha mai dato luogo a inconvenienti di qualche rilievo. *R. S. N.*

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

EDWARD HUGHES — **La determinazione della temperatura finale delle macchine elettriche con prove termiche di breve durata.** (J. I. E. E., Londra, luglio 1930, pag. 932).

Il metodo di extrapolazione della temperatura basato sull'applicazione di una presunta legge esponenziale di variazione di questa in funzione del tempo si è dimostrato errato; esso conduce ad un valore finale della temperatura che è sempre minore del vero. L'A. si è proposto di determinare le cause di questa discrepanza fra la teoria e la pratica. La causa principale risiede in una marcata differenza nei valori della costante di tempo per i diversi punti anche di uno stesso avvolgimento, per cui la temperatura di regime non si raggiunge contemporaneamente in tutti i punti della macchina. La legge esponenziale che sarebbe applicabile alle singole parti di una macchina non lo è più per tutto l'insieme poichè bisogna tenere conto anche del riscaldamento reciproco delle varie parti. Un'altra causa è data dall'aumento della resistenza degli avvolgimenti con l'aumentare della temperatura; la potenza perduta per effetto Joule cresce con la temperatura pur essendo costante la corrente erogata dalla macchina mentre nella legge esponenziale si ammette che le perdite siano costanti.

L'A. ritiene che il solo modo di abbreviare la prova termica sia di sovraccaricare la macchina per un periodo relativamente breve in modo da portare la temperatura degli avvolgimenti ad un valore presumibilmente eguale a quello finale e poi ridurre il carico fino al valore normale mantenendolo costante per tanto tempo da essere sicuri che la temperatura della macchina sia giunta a regime. Le variazioni della temperatura si possono seguire comodamente con pinze termoelettriche distribuite nei vari punti della macchina. *I. L.*

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

R. G. STANDERWICK — **Uso delle molle al posto dei contrappesi.** (Gen. Elec. Rev., giugno 1930, pag. 341).

L'A. si occupa della sostituzione delle molle ai contrappesi, determinata dalle sempre crescenti velocità delle macchine. La causa prima che ha consigliato questa sostituzione è la assai minore inerzia posseduta da una molla in confronto a quella di un contrappeso, il che permette alla prima di seguire più da vicino i movimenti originati dalle variazioni del carico ad essa applicato.

Lo spostamento, che il punto di applicazione del carico viene a subire per effetto della variazione unitaria del carico stesso, viene chiamato dall'A. il gradiente della molla. Per avvicinare il più possibile l'azione della molla a quella del peso, questo gradiente dovrebbe divenire zero. Praticamente, specialmente negli apparecchi automatici di regolazione, occorre che questo gradiente sia minimo; la riduzione del gradiente si potrebbe ottenere aumentando il numero di spire della molla, ma questo porterebbe ad un aumento non desiderato dell'inerzia del sistema.

L'A. espone invece un metodo di decomposizione della forza di una molla, il quale permette di rendere negativo questo gradiente; il dispositivo è realizzato praticamente mediante due leve a ginocchio. Combinando una molla a gradiente negativo con una a gradiente positivo, si può ottenere un sistema di inerzia abbastanza piccola, capace di uno sforzo notevole e con gradiente piccolissimo, quasi nullo. Questo dispositivo è adottato nei regolatori di velocità costruiti dalla G. E. Co. *C. G. E.*

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

R. H. BARFIELD — **I recenti perfezionamenti negli apparecchi radiogoniometrici.** (J. I. E. E., Londra, agosto 1930, pag. 1053).

Una causa di errore molto importante nelle misure radiogoniometriche è l'effetto riflettente dello strato di Heaviside; le onde riflesse da questo strato si sommano con quelle dirette e la risultante acquista una direzione diversa da quella delle onde dirette. Il metodo proposto dall'A. è una modifica d quello studiato dall'Adcock; la stazione ricevente consta di quattro antenne verticali di 24 m di lunghezza che alla base portano un condensatore di capacità appropriata, una quinta antenna è posta al centro del quadrato ma è isolata dalle precedenti; la cabina è posta pure al centro ed è schermata ed isolata dal suolo. Le quattro antenne metalliche sono interrotte a metà altezza e i capi sono portati nella cabina all'altezza del tetto; le capacità alla base dell'antenna sono regolate in modo da rendere eguali le impedenze delle due metà di ogni antenna. Per eseguire un rilievo radiogoniometrico si confrontano fra di loro le correnti indotte nelle singole antenne a mezzo di un ricevitore termoionico a bobina mobile: rotando questa si stabilisce la posizione del minimo e si legge sul quadrante annesso la direzione d'arrivo delle onde. La lettura così fatta non risulta influenzata dalla presenza dello strato di Heaviside ed anche nei periodi notturni si ottengono con questo metodo degli errori ridottissimi nella misura dell'angolo vero di direzione. Le esperienze sono state ripetute usando un trasmettitore montato su un cervo volante; gli errori sono tanto maggiori quanto più la direzione di arrivo delle onde si avvicina alla verticale. Tutte queste prove sono state compiute con onde di lunghezza media cioè fra 300 e 600 metri.

Per le prove con lunghezze d'onda fra 12 e 60 m è stato costruito un ricevitore di dimensioni ridotte unendo due tubi verticali di alluminio (di 3 m) ad uno orizzontale di eguali dimensioni e mobile attorno ad un asse verticale. I due tubi verticali sono tagliati a metà e isolati in modo da costituire quattro aerei verticali collegati all'apparecchio ricevente; si ruota tutto il complesso finchè le f.e.m. indotte negli aerei si sono equilibrate e si legge la direzione su un apposito quadrante. Gli stessi risultati soddisfacenti trovati col sistema precedente sono stati confermati anche con questo tipo ridotto. *I. L.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

E. J. ALLEN e J. L. CANTWELL — **Effetto di condensatori in serie sulla stabilità a regime di reti di trasmissione.** (Gen. Elec. Rev., maggio 1930, pag. 279).

E' noto che la reattanza induttiva di una linea ha una grande influenza sulla caduta di tensione, sulla capacità di sopportare carichi addizionali, e sul comportamento della linea stesso in corto circuito.

Per una data frequenza e per una data lunghezza della linea, ogni artificio, che permetta di compensarne in tutto o in parte la reattanza induttiva, si risolve in un aumento nella potenzialità della linea. A questo scopo, nella cabina di Ballston Lake della New York Power and Light Corp., furono applicati con buoni risultati dei condensatori in serie, per tensioni di esercizio fino a 33.000 volt.

Quando si usino condensatori statici, è necessaria una buona apparecchiatura di protezione per i seguenti motivi: 1) In caso di un corto circuito si ha tra le armature dei condensatori, che sono in serie sulla linea, la piena tensione di linea, con pericolo di perforazione del dielettrico. Per evitare questo pericolo è stato adottato un relais che, quando la tensione tra le armature raggiunge il 150 od il 200 % del valore normale, esclude il condensatore in un tempo compreso tra quattro ed otto millesimi di secondo, e rimette di conseguenza in giuoco l'induttanza propria del sistema la quale, come è noto, è la quantità che limita la corrente di corto circuito. 2) Essendo i moderni condensatori costituiti da molte sezioni in parallelo fra loro, un cedimento del dielettrico in una di queste sezioni shunta in un arco la corrente di carico attraverso la sezione stessa. Ad eliminare questo pericolo provvede la combinazione di uno scaricatore a sfere con un contattore shuntante, azionato da un meccanismo ad alta velocità. Finalmente se il disturbo sulla linea è stato soltanto transitorio, un altro relais provvede automaticamente ad inserire di nuovo i condensatori. Tutta questa complessa apparecchiatura di protezione ha dato sempre, sin'ora, ottimi risultati.

Gli AA. sviluppano quindi uno studio teorico, paragonando due sistemi identici trasmettenti la potenza di 50.000 kW a 120 kV su di una linea di 400 km. Il primo sistema è provvisto di condensatori statici per 10,07 microfarad (a 60 periodi), mentre sul secondo è installato un condensatore sincrono per 60.000 kVA.

La curva di stabilità del sistema (relazione tra l'energia disponibile nel punto in cui si vuol derivare un carico addizionale, e la tensione in quel punto o in un altro punto fisso qualunque del sistema) risulta sempre molto superiore nel sistema, che impiega i condensatori statici. Naturalmente nel fare questi studi si devono considenesse, tutte le caratteristiche della linea e delle macchine ad essa connesse, nonchè la natura del carico. In ogni caso però, coll'impiego di condensatori statici, si ha un notevole miglioramento nella caduta di tensione e si ha la possibilità di maggior sovraccarico delle linee stesse; questo vale però naturalmente in condizioni normali di regime, per variazioni lente e graduali del carico; e allora è anche valida l'ipotesi fatta dagli AA. che il flusso nel traferro delle macchine sincrone sia costante. *C. G. E.*

C. F. WAGNER — **Effetto della resistenza di armatura sulle oscillazioni pendolari delle macchine sincrone.** (J. A. I. E. E., giugno 1930, p. 457).

In generale, come è noto, la stabilità di un sistema di trasmissione di energia è tanto maggiore quanto più piccolo è l'angolo di sfasamento. Tuttavia in certe condizioni avviene che la stabilità è maggiore con sfasamenti rilevanti; ciò può accadere per macchine che si trovino ad avere una grande resistenza del circuito di armatura e sprovviste di avvolgimenti compensatori; il fenomeno è cioè in relazione con una eccessiva resistenza presentata dal sistema di trasmissione in confronto alla sua reattanza; in tal caso la tendenza ad assumere oscillazioni pendolari aumenta col diminuire del carico, contrariamente a quanto avviene comunemente. L'A. analizza e discute questo caso mettendo anche in evidenza l'efficacia degli avvolgimenti compensatori. *R. S. N.*

CRONACA

Assegni della Reale Accademia d'Italia (Fondazione Volta) per viaggi e borse di studio.

La Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali della Reale Accademia d'Italia, con i mezzi forniti dalla Fondazione « Alessandro Volta » dovuta alla generosità della Società Edison, ha deliberato di erogare nelle sue tornate di fine marzo quattro assegni di L. 16.000 per viaggi di studio (della durata minima di cinque mesi) di professori universitari e per borse di studio (della durata di almeno otto mesi) a favore di altri studiosi italiani.

La Classe prenderà in esame oltre alle proposte degli Accademici, anche eventuali domande di interessati, che espongano le loro aspirazioni e il loro programma per ottenere le assegnazioni previste. Tali domande debbono pervenire alla Cancelleria della Reale Accademia d'Italia entro il 15 marzo 1931.

*

APPLICAZIONI INDUSTRIALI E VARIE.

Nel numero di marzo 1930 di *A. E. G. Mitteilungen* sono esaminati alcuni *tipi di cucine elettriche*. Il principale concetto che ha presieduto al loro progetto è stato quello della riduzione del consumo di corrente; ciò che è stato ottenuto con un razionale dimensionamento (diametro e consumo di corrente) delle piastre riscaldanti, così da rendere minimo il tempo necessario per portare all'ebollizione gli alimenti preparati in recipienti di diametro corrispondente a quello delle piastre. Il consumo di corrente al grado di « cottura continua » è stato scelto in modo da assicurare giusto giusto la cottura. Il forno poi non è a doppia camicia isolante, ma è fatto in modo che il calore venga riflesso dalle pareti verso l'interno abbreviando il periodo di preriscaldamento. Il riscaldamento è assicurato da otto resistenze a griglia disposte sulla volta e sul fondo, in modo che l'aria ambiente vi circoli liberamente. Per rendere comodo il servizio alcuni tipi hanno il forno collocato di fianco alle piastre riscaldanti, allo stesso livello. Per i casi nei quali è necessario economizzare spazio, il forno è collocato sotto alle piastre. Dal lato costruttivo bisogna rilevare che le piastre riscaldanti sono fabbricate con filo di resistenza annegato in una massa ceramica e pressato con tale massa in una conchiglia in ghisa. Nelle resistenze del forno il filo è mantenuto solidamente in un tubo per mezzo di una massa ceramica. *A. Bs.*

In occasione della posa della prima pietra di un nuovo Laboratorio elettrico di ricerche è stata fatta una *nuova applicazione delle celle fotoelettriche* (*The El. J.*, luglio 1930, pagina 398). La posa della pietra venne eseguita a distanza sollevando un modello in miniatura della pietra in modo da attraversare i raggi luminosi emessi da diverse lampade e raccolti da altrettante celle fotoelettriche. Con un sistema ingegnoso di relais telefonici che agivano attraverso un ponte di Wheatstone sui motori di comando della grue di sollevamento della pietra si è ottenuto di fare muovere questa lungo una traiettoria simile a quella seguita dal modello in modo da deporre la pietra nel punto voluto. Per rendere più evidente ai presenti la successione dei movimenti si costruì un secondo modello della pietra e dell'apparecchio di sollevamento in modo da ottenere la riproduzione degli stessi movimenti direttamente sotto gli occhi degli ascoltatori. *I. L.*

FISICA, CHIMICA E MATEMATICA.

Sui progressi realizzati nel campo della *meccanica ondulatoria* è riportato un esame di L. Flamm in *E. u. M.* dell'8 giugno 1930. L'A. confronta i risultati recenti ottenuti per la fisica degli atomi e degli elettroni con i primitivi trovati da Fresnel nel campo delle vibrazioni luminose. *V. D. Ma.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Sul valore economico di una buona illuminazione dell'officina, è detto da A. G. Arnold in *E. T. Z.*, n. 37, dell'11 settembre 1930, pag. 1288. Razionalizzazione è ormai la parola d'ordine nell'industria. Perciò anche l'artigianato, che oggi è ostacolato dalla grande fabbricazione in serie, deve mirare ad una grande economia della produzione se non vuole decadere. Premessa indispensabile per un lavoro razionale nell'officina è l'ottenimento di una buona illuminazione. Perciò varie associazioni industriali tedesche hanno dato incarico all'Associazione per promuovere la buona illuminazione, di studiare l'illuminazione dell'officina. L'A. dimostra che con questo è offerta anche alle Società elettriche la possibilità di maggiori guadagni e perciò raccomanda l'appoggio di questa iniziativa. *T. S.*

IMPIANTI.

L'utilizzazione sempre crescente dell'*energia elettrica a Buenos Ayres*, ha indotto la Compagnia Italo-Argentina di Elettricità ad integrare l'attuale centrale termo-eletrica di Pedro-Mendoza, con potenza installata di 100.000 kVA, mediante la *supercentrale* di Nuevo Puerto. In quest'ultima verranno installati, in un primo tempo, 3 turbo-gruppi di 37.600 kVA, 7000 V, 3000 giri/min. alimentanti ciascuno un trasformatore a 7000/27.5000 V; successivamente, in due tappe, altri quattro gruppi da 50.000 kVA (*Revue Brown Boveri*, luglio 1930). *V. D. Ma.*

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

Corsi di fotogrammetria. — Abbiamo dato altra volta notizia (Vedi *L'Elettrotecnica* del 1929, pag. 233) dei Corsi di fotogrammetria istituiti presso l'Istituto Fisico-Tecnico della Università di Jena, con la collaborazione della Casa Zeiss che mette a disposizione gli istrumenti necessari alle esercitazioni pratiche. Sono attualmente aperte, fino al 1 marzo 1931, le iscrizioni al Corso che si svolgerà dal 16 al 28 marzo di quest'anno. Gli argomenti, che saranno trattati da diversi insegnanti, sono divisi in 4 categorie: Basi della fotogrammetria - Storia (secondo i brevetti d'invenzione) della fotogrammetria - Fotogrammetria terrestre - Aerofotogrammetria. Le conferenze teoriche saranno completate da esercitazioni pratiche agli apparecchi: stereocomparatore, triangolo radiale, apparecchio di raddrizzamento, stereoautografo, stereoplanigrafo.

Le domande di iscrizione dovranno pervenire prima del 1 marzo prossimo al Signor A. Kramer - Schützenstrasse 72 - Jena, il quale può fornire agli interessati tutte le informazioni necessarie anche riguardo al soggiorno a Jena. La tassa di iscrizione è di 100 Reichsmark (ridotti a 50 per gli studenti delle Scuole Superiori di Ingegneria) e deve essere inviata al Dr. von Gruber (Stoccarda - Conto corrente postale 18296). Al corso generale seguiranno dei corsi di perfezionamento pratici della durata di 6 a 8 settimane; per le informazioni in merito rivolgersi a Jena all'indirizzo sopra indicato.

Le lezioni e le conferenze del corso generale sono state raccolte in un volume edito a cura di O. v. Gruber - « Ferienkurs in Photogrammetrie », (K. Wittwer - Stuttgart - postfach 147) un volume di 510 pagine con 353 figure, del costo di 30 marchi.

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

Sul problema della *regolazione di velocità dei motori elettrici trifasi* riferisce H. Müller nel numero di marzo 1930 di *A. E. G. Mitteilungen* descrivendo una soluzione meccanica per mezzo di un giunto ad attrito. Esso è composto da due piatti cavi ad anelli circolari connessi rispettivamente al motore e alla macchina comandata, tra i quali il momento torcente è trasmesso da quattro satelliti regolabili in modo da ottenere una variazione continua di velocità di 1 a 3. Per ottenere un funzionamento regolare ed evitare il consumo i satelliti devono girare senza scorrimento tra i piatti anulari, ciò che richiede una pressione crescente col carico; ciò che è ottenuto automaticamente. *A. Bs.*

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Le *oscillazioni meccaniche impresse dagli urti al filamento di una valvola termoionica* producono nel circuito di placca di questa delle oscillazioni elettriche che sono causa di disturbi nella ricezione sia con la cuffia che con l'altoparlante. Le valvole a catodo riscaldato indirettamente presentano tale difetto in minore misura in virtù della maggiore rigidità del catodo. Anche i filamenti rivestiti con uno spesso strato di ossidi metallici (che hanno lo scopo di aumentare l'emissione elettronica del filamento senza dover aumentare la temperatura oltre il color rosso) oscillano meno in virtù della loro maggiore inerzia. Il miglior modo, commercialmente possibile, di rendere le valvole termoioniche non microfoniche (*The El. J.*, luglio 1930, pag. 428) è di ridurre al minimo la lunghezza dei sostegni metallici dei tre elettrodi avvicinando perciò questi alla base della lampada; il filamento è bene che sia ben teso in forma di V. Seguendo tale criterio si ottengono dei tubi praticamente esenti dai disturbi abituali prodotti dalle vibrazioni; il tipo normalmente costruito è adatto per funzionare con accumulatori e con una batteria anodica a secco. *I. L.*

SOCIETA' SCIENTIFICHE. CONCORSI, ECC.

Esposizione e Congresso Internazionale di Fonderia. Una Esposizione e un Congresso Internazionali di Fonderia avranno luogo in Milano dal 12 al 27 settembre prossimo. L'Esposizione ed il Congresso, autorizzati dal Comitato Internazionale delle Associazioni Tecniche di Fonderia, sono promossi dalle grandi Associazioni Nazionali: Confederazione Generale Fascista dell'Industria Italiana — Federazione Nazionale Fascista dell'Industria Meccanica e Metallurgica — Associazione Nazionale Fascista Industrali Meccanici e Affini — Associazione Nazionale Fascista fra gli Industrali Metallurgici Italiani.

L'Esposizione sarà tenuta nel Palazzo della Meccanica alla Fiera di Milano. Il programma di massima del Congresso, presenta un particolare interesse non soltanto dal lato tecnico per gli importanti impianti e stabilimenti che saranno visitati, ma anche pel suo aspetto turistico. Saranno infatti percorse le regioni più belle d'Italia, dalle Alpi al mare, passando da Milano e suoi dintorni a Torino e in Valle d'Aosta, a Genova per arrivare attraverso Terni e l'Umbria — Assisi e Perugia — a Roma, dove oltre a ricevimenti ufficiali avrà luogo in Campidoglio la seduta solenne di chiusura del Congresso verso il 27 settembre. Chiusa la parte ufficiale i Congressisti saranno messi in grado di visitare sino al 10 di ottobre in condizioni di privilegiate facilitazioni tutta l'Italia.

Dall'estero sono già assicurate le adesioni delle maggiori Associazioni Tecniche e di Ditte di fama mondiale e l'intervento al Congresso di spiccate personalità della scienza e dell'industria di tutto

il mondo. Saranno presentate delle memorie che si annunciano già numerose ed originali.

Per ogni schiarimento rivolgersi al Comitato Generale Esecutivo via Verdi, 11 - Milano.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Sull'*impiego dei ferri sagomati ad ali larghe nella palificazione delle linee di contatto* riferisce D. Lüberkrüb in *Elek. Bahnen* del 7 luglio 1930. L'A. espone i criteri da seguire nel calcolo dei pali Differdingen ad ali larghe e delle relative fondazioni, e dimostra che la portata di tali pali non è limitata dalla sollecitazione a flessione in un piano normale al binario, ma bensì dagli sforzi che agiscono parallelamente al binario. La freccia in testa al palo oppure la sollecitazione a flessione dovuta a tali sforzi, fissa le dimensioni minime del palo. *V. D. Ma.*

VARIE.

Nella « Energia Elettrica » del luglio e settembre 1930 (pag. 611 e 799) è pubblicato uno studio su *L'ordinamento amministrativo* contabile di un'azienda elettrica, nel quale si dimostrano i grandi benefici che porterebbe anche in questo campo l'introduzione di sistemi razionali del tipo schedografico a classificazione verticale e si auspica che una collaborazione attiva fra gli specialisti di questa branca della contabilità tecnica, porti a sistemi per quanto è possibile, normalizzati e perfetti. *I. P.*

:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

Movimento delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Società Elettrica Bresciana — Brescia — Capitale L. 150.000.000.
Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio, con un utile netto di L. 15.018.877, che permette di distribuire un dividendo del 9 per cento.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Società Elettrochimica del Liri — Lanciano.
Aumenta il capitale da L. 600.000 a L. 1.000.000.
« *San Marco* » - *Elettrometallurgica Veneta* — Venezia.
Aumenta il capitale da L. 100.000 a L. 5.000.000 emettendo 4900 azioni da L. 1000.
Soc. An. Ital-Pila - Fabbrica Italiana Pile a secco — Milano.
Venne deliberato di ridurre il capitale da L. 150.000 a L. 100.000 reintegrarlo successivamente a L. 150.000, e infine aumentarlo a L. 200.000 mediante emissione di 50 azioni da L. 1000.
Soc. Medese di Elettricità Villoresi e C. — Milano.
Ha deliberato di emettere 1000 obbligazioni da L. 500 al 7,5 %.
Soc. Elettrica Ing. Canessa — Genova.
Venne ridotto il capitale da L. 3.000.000 a L.485.000 e successivamente reintegrato a L. 1.000.000.

COSTITUZIONI DI SOCIETA'.

Società Trazione Elettrica Marchigiana — Milano.
Venne costituita con capitale di L. 150.000.
Soc. Industriale Elettro-Meccanica Lombarda — Brescia.
Venne costituita con capitale di L. 100.000.
Società Elettrica Frentana — Lanciano.
Venne costituita con capitale di L. 500.000.
Società An. Radiofonia Elettricità — Lucca.
Si è costituita con capitale di L. 20.000.
Soc. Nazionale Installazioni Manutenzioni Elettriche Telefoniche — Milano.
Si è costituita con capitale di L. 10.000.
Soc. Ligure Trasporti ed Imprese Elettriche — Milano — *Società Iesina di Elettricità* — Iesi.
Si è deliberato la fusione delle due Società mediante assorbimento della prima da parte della seconda.

* *

Rassegna economica del mese di gennaio.

L'inizio del nuovo anno è stato contraddistinto da una grande attività dell'Assemblea Ginevrina. Dopo discussioni che apparivano interminabili si è arrivati finalmente a fissare la data per la futura Conferenza mondiale pel disarmo. Essa sarà tenuta a Ginevra e si inizierà il 2 febbraio 1932: i Governi hanno dunque ancora un intero anno di preparazione e di schermaglie prima di presentarsi davanti al giudizio dell'opinione pubblica.

Qualche impressione ha suscitato nel mondo politico un manifesto pubblicato da Ginevra a firma dei ministri delle quattro grandi Potenze nel quale viene solennemente riaffermata la decisa intenzione di mantenere la pace in Europa e di ricorrere ai mezzi pacifici per la risoluzione di qualunque vertenza.

Un successo italiano si è avuto a Ginevra in relazione alla prossima Conferenza Economica alla quale il Delegato italiano insistette perchè fossero invitate a partecipare anche la Turchia e la Russia, ottenendo, contro l'opposizione più o meno larvata di alcune grandi Potenze, che la sua tesi fosse accettata.

Un non frequente esempio di energia ha dato la Società delle Nazioni prendendo nettamente partito a favore della Germania in occasione dei lamentati incidenti avvenuti in Polonia nelle regioni Slesiane.

Fra la Rumenia e la Polonia è stato rinnovato il Trattato di Alleanza che veniva a scadere alla fine del prossimo mese di marzo; il nuovo accordo ha la durata di cinque anni. Un trattato di amicizia, conciliazione ed arbitrato è stato pure firmato a Vienna fra l'Austria e l'Ungheria.

Una nuova manifestazione di cordialità italo-greca si è avuta colla visita a Roma del Presidente del Consiglio ellenico, Venizelos, che si intrattenne in ripetuti colloqui coi nostri ministri; la visita è stata simpaticamente commentata in Grecia.

Il movimento, delineatosi negli Stati Uniti, circa una revisione generale della questione dei debiti di guerra, continua a diffondersi dando luogo a chiare manifestazioni da parte di alte personalità della finanza e del mondo bancario americano. Pare anzi che questa questione debba formare la piattaforma elettorale degli avversari di Hoover nella prossima campagna elettorale che dovrà svolgersi nel prossimo anno. E' ancora l'irresistibile potenza della evidenza dei fatti che si impone.

*

Prospettiamo in occasione della chiusura dell'anno solare 1930 alcune considerazioni e rilievi di carattere internazionale che possono essere utili a lumeggiare la situazione economica e finanziaria mondiale e quindi possono servire a giudicare con maggiore fondatezza ed obbiettività la situazione nostra particolare italiana.

Una prima statistica estremamente eloquente per sè, circa la crisi delle industrie e dei commerci in tutto il mondo, è quella dei fallimenti verificatisi durante lo scorso anno. In tutti i Paesi civili essi si presentano in forte aumento su quelli degli anni precedenti. Rispetto al 1929 il numero dei fallimenti verificatisi lo scorso anno nei dodici principali Paesi del mondo, è, in media aumentato del 15 %. Per citare alcune cifre comparative ricorderemo che in Inghilterra si è passati da 7368 a 8000, negli Stati Uniti da 22.908 a 26.000, in Germania da 9852 a 12.000, in Francia da 8712 a 9000, in Cecoslovacchia da 3516 a 5000, ecc.; per quanto riguarda l'Italia mentre si erano avuti 12.912 fallimenti nel 1929, si arrivò a 15.000 nel 1930.

Considerando complessivamente i dodici Paesi surricordati, si nota che l'aumento dal 1929 al 1930 è stato di 11.000 fallimenti circa, mentre era stato di 3300 dal 1928 al 1929, e di 3200 dal 1927 al 1928. Il fortissimo sbalzo segnato lo scorso anno, mette in evidenza meglio di ogni altra constatazione la gravissima crisi improvvisamente aggravatasi su tutto il mondo degli affari.

Altre constatazioni del tutto analoghe si potrebbero fare analizzando le statistiche relative alla produzione delle merci fondamentali e dei materiali principali per l'attività umana; si notano subito i bruschi arresti verificatisi negli ordinari incrementi annuali o anche, spesso, addirittura delle decise diminuzioni nella produzione mondiale. Ci limitiamo a riportare i dati relativi a una delle categorie essenziali, quella dei prodotti metallurgici.

Le statistiche della produzione della ghisa, dicono che nel 1926 la produzione in tutto il mondo aveva raggiunto lo stesso livello dell'ultimo anno di ante guerra, cioè del 1913; si produssero infatti in questi anni poco più di 79 milioni di tonnellate di ghisa. Dal 1926 l'incremento era stato incessante, passando a 87 milioni di tonnellate nel 1927, a 88 milioni l'anno seguente e a 99 milioni di tonnellate nel 1929. I risultati noti dello scorso anno 1930 fanno invece ritenere che la produzione mondiale della ghisa non sia stata superiore a 81 milioni di tonnellate.

Si è dunque verificata una netta diminuzione di ben 18 milioni di tonnellate di ghisa, pari a circa il 20 % della produzione mondiale media nel triennio precedente; si è cioè ricaduti quasi alla produzione del 1926.

Non altrimenti si è comportata la produzione dell 'acciaio. Da 76 milioni di tonnellate prodotte nel 1913, si era arrivati a 93 milioni di tonnellate nel 1926; l'incremento successivo è stato molto sensibile. Nel 1927 si produssero 104 milioni di tonnellate di acciaio; nel 1928 si superarono i 112 milioni di tonnellate e nel 1929 si oltrepassarono i 121 milioni di tonnellate. Nello scorso anno invece la produzione cadde di colpo a 95 milioni di tonnellate.

Non altrimenti si è comportata la produzione dell'acciaio. Da 76 pari a circa il 24 % della produzione media del triennio precedente. E'interessante notare come la riduzione sia stata ancora più sentita in America che nell'Europa, dove anzi si notano due Paesi, la Spagna e la Russia, che nel 1930 sono riusciti ad aumentare la loro produzione metallurgica rispetto a quella dell'anno precedente.

Come si vede anche nel campo della produzione metallurgica che è alla base di ogni altra attività industriale, il segno della crisi non potrebbe essere più marcato e più chiaro.

Continuando colle statistiche malinconiche non è possibile dimenticare il doloroso fenomeno della disoccupazione che incombe come una delle maggiori preoccupazioni sull'organismo economico di tutti i Paesi del mondo.

Tutta la gravità della situazione si riassume nella cifra complessiva dei disoccupati: 15 milioni di individui senza lavoro in tutto il

mondo. Questa cifra mai raggiunta per l'innanzi, e alla quale manca ancora il contributo della Russia di cui non si possono avere notizie attendibili, prospetta nella sua pienezza il malessere economico che affligge tutti i Paesi del mondo e specialmente quelli a struttura prevalentemente industriale.

La condizione più grave è quella della Germania dove la percentuale degli operai senza lavoro arriva quasi al 6 % (5,7 %) della popolazione totale: il numero dei disoccupati all'inizio di quest'anno era infatti di circa quattro milioni, contro 2.362.000 al principio del 1930. Però, in quanto al numero assoluto di disoccupati, vanno ancora avanti gli Stati Uniti che ne contano intorno a sette milioni, mentre la percentuale è un poco più bassa restando inferiore al 5 % della popolazione totale.

L'Inghilterra contava, sempre all'inizio dell'anno in corso, 2 milioni e 643.000 operai senza lavoro, mentre ne aveva soltanto 1 milione e 284.000 al principio del 1930. L'Austria conta 263.000 disoccupati, il Belgio 100.000, la Danimarca 44.000, l'Estonia 3200, la Finlandia 9700, l'Ungheria 23.000, l'Irlanda 20.000, la Norvegia 8000, l'Olanda 46.000, la Rumenia 36.000, la Svezia 43.000, la Svizzera 18.000, la Cecoslovacchia 61.000, la Jugoslavia 4300. Anche la Francia per lungo tempo immune da tale malanno, comincia ora ad accusarne i sintomi con circa 12.000 disoccupati al principio dell'anno.

In Italia siamo arrivati alla fine di dicembre 1930 a 642.000 senza lavoro contro 330.000 che si avevano alla fine dell'anno precedente. Siamo dunque ad una percentuale di circa 1,6 % della popolazione totale; constatazione sempre dolorosa ma pur tuttavia meno grave di quanto si verifichi in molte altre Nazioni.

Il fenomeno del resto è assolutamente generale. Anche il Giappone conta 336.000 disoccupati (contro 268.000 dell'anno precedente); l'Australia ne ha 90.000 (contro 52.000); il Canadà 21.000, contro 12.000, ecc.

Alla contrazione della attività industriale e commerciale fa riscontro naturalmente una diminuzione di traffici internazionali. Essa si riflette nettamente sul mercato dei noli i quali sono ormai scesi al di sotto di quelli dell'ante guerra per una misura molto sensibile che arriva quasi al 25 %. Le statistiche dimostrano che attualmente circa il 15 % del tonnellaggio disponibile nel mondo rimane inoperoso nei porti per mancanza di carico. Questa situazione non può naturalmente a meno di ripercuotersi più o meno prontamente sulla attività dei cantieri navali; per quanto tuttavia il rallentamento finora verificatosi nel ritmo delle costruzioni navali non sia molto accentuato, specialmente poi, per nostra fortuna, nei nostri cantieri nazionali che hanno saputo assicurarsi una larga clientela all'estero.

Un altro aspetto della situazione attuale è dato dalla caratteristica tendenza del mercato dei capitali verso investimenti a minimo rischio e a lunga scadenza, con notevole e decisa preferenza sulla concessione di crediti alle imprese industriali o commerciali.

Le statistiche del mercato dei capitali rispettivamente a Londra e a New York rivelano nettamente questa tendenza. Infatti su 127 milioni di sterline emesse con destinazione al mercato interno inglese (in forte diminuzione sugli anni precedenti), ben 46 milioni furono destinati a Enti pubblici e solo 54 milioni a imprese produttive o commerciali, mentre nell'anno precedente le cifre rispettive erano state di 3,5 milioni e di 107 milioni (17,5 e 129 nel 1928). Analoga tendenza si manifesta nelle emissioni destinate all'estero.

Sul mercato di New York troviamo per le emissioni all'estero 689 milioni di dollari destinati a Enti pubblici contro 433 a imprese private, mentre negli anni precedenti la seconda cifra era sempre superiore alla prima. Interessante il forte aumento nella migrazione dei capitali dopo il crollo verificatosi; infatti nel 1929 le emissioni all'estero avevano rappresentato 478 milioni di dollari, mentre nel 1930 salirono a 1122 milioni di dollari. Le emissioni sul mercato interno accusano la stessa preferenza verso gli impieghi a lunga scadenza.

*

La nostra bilancia commerciale accusa nettamente la gravità singolare della situazione mondiale nè potrebbe in alcun modo essere diversamente.

Nel mese di dicembre del 1930 il valore complessivo delle merci esportate è stato di 1056 milioni di lire; la diminuzione rispetto al dicembre del 1929 è sensibile; si ebbero infatti allora 1424 milioni di esportazioni cioè circa 368 milioni di più. Anche le importazioni sono state in forte contrazione: infatti da 2108 milioni di lire di merci esportate nel dicembre 1929, si è scesi nell'ultimo mese dello scorso anno a 1636 milioni, con una diminuzione di 472 milioni di lire.

Riassumendo i risultati dell'intero anno solare 1930, si trova che le importazioni sono state di 17.351 milioni di lire, mentre nel 1929 erano arrivate a 21.665 milioni di lire. Per le importazioni dunque si è avuta una diminuzione di circa 4314 milioni. Le esportazioni a loro volta, da 15.236 milioni di lire nel 1929, sono scese lo scorso anno a 12.119 milioni di lire, presentando una diminuzione di 3117 milioni.

Come ultima conseguenza ne deriva un alleggerimento sensibile nella bilancia dei pagamenti coll'estero in quanto che lo squilibrio passivo degli scambi commerciali, che era stato di 6429 milioni nel 1929, si è ridotto nello scorso anno a 5232 milioni, con un miglioramento di circa 1200 milioni.

Questa constatazione acquista tutto il suo valore quando si consideri come Paesi industrialmente molto forti ed organizzati vedano invece aumentare in proporzione allarmante il loro deficit commerciale. Ne è esempio la Francia dove nel 1930 le esportazioni sono state di 42.829 milioni di franchi, con una diminuzione di 7309 milioni, e le importazioni sono state di 52.344 milioni di franchi con una diminuzione di 5876 milioni rispetto al 1929. Conseguentemente il deficit commerciale è salito a 9515 milioni con un aumento di quasi un miliardo e mezzo di franchi rispetto a quello dell'anno precedente.

*

E' stato pubblicato il Rendiconto generale dell'Amministrazione dello Stato per l'anno finanziario 1929-30 il quale porta le cifre definitive del consuntivo dell'ultimo esercizio. Questi risultati sono alquanto migliori di quello che le prime notizie avevano fatto apparire, ciò che sta ancora una volta a provare la grande prudenza colla quale sono condotte le operazioni di previsione e di apprezzamento quando si tratta della finanza dello Stato.

Può essere interessante ricordare le cifre riassuntive del consuntivo quali appaiono definitivamente dal Rendiconto generale.

Nello scorso esercizio finanziario (1929-30) le entrate effettive ordinarie dello Stato ammontarono a 19.254 milioni di lire, mentre le spese effettive ordinarie si limitarono a 14.569 milioni. La parte effettiva del bilancio presenta quindi un avanzo attivo di 4685 milioni di lire.

Questo avanzo è però nella massima parte annullato dai risultati della parte così detta straordinaria del bilancio. Infatti le entrate effettive straordinarie furono soltanto di 585 milioni, mentre le spese straordinarie effettive salirono a 5099 milioni di lire. Si ebbe quindi nella parte straordinaria del bilancio un disavanzo di 4514 milioni di lire che va, come si è detto, a compensare l'avanzo della parte effettiva.

Complessivamente dalle due categorie, effettiva e straordinaria, in cui si usa dividere il bilancio dello Stato, emerge, per l'esercizio che consideriamo, un avanzo «effettivo» di 170 milioni di lire.

Resta a considerare la terza categoria, quella del movimento capitali. In essa troviamo all'attivo 1170 milioni di entrate e, al passivo, 1190 milioni di spese. La categoria ha dato quindi luogo ad un disavanzo di quasi 20 milioni.

Si arriva così, in definitiva, ad un avanzo finale attivo di 150 milioni di lire, con un aumento considerevole su quello contemplato dallo stato di previsione dell'esercizio 1929-30 che era limitato a 9 milioni, e anche su quello risultante dalle prime notizie apparse nella situazione provvisoria pubblicata nel mese di luglio dello scorso anno e dalle quali appariva un avanzo di soli 86 milioni di lire circa.

Il risultato dell'esercizio finanziario ultimo chiuso è dunque più soddisfacente di quanto le prime notizie lasciassero credere e di quanto le stesse previsioni lasciassero sperare. Tuttavia l'ordine di grandezza della cifra dell'avanzo realizzato non è mutato ed essa sta per altro a rappresentare un segno di successo nella durissima lotta finanziaria condotta, e, nello stesso tempo, a costituire un pegno di fede e un incitamento di perseveranza per quella, non meno dura, tuttora in corso.

Il Resoconto generale dell'Amministrazione dello Stato porta anche i risultati finali del Conto patrimonio, i quali sono in verità assai soddisfacenti. Riscontriamo infatti in tale conto circa 117.100 milioni di passività contro 90.150 milioni di lire di attività: ciò che porta ad una eccedenza passiva di circa 27.000 milioni. Bisogna ricordare che alla fine dell'esercizio precedente (1928-29) cioè al 30 giugno 1929 la eccedenza passiva del conto patrimoniale era di 32.000 milioni. Si vede quindi che l'esercizio 1929-30 ha portato al patrimonio dello Stato un miglioramento di circa 5 miliardi e mezzo.

A proposito dell'ultimo esercizio è interessante rilevare alcune considerazioni generali sull'andamento di due grandi Aziende statali: quella ferroviaria e quella postelegrafonica. Ce ne offre il destro la pubblicazione delle rispettive Relazioni ufficiali, testè avvenuta.

L'esercizio delle ferrovie, apertosi nel 1929 sotto auspici promettenti di crescente incremento, è stato successivamente duramente gravato dalle conseguenze della crisi generale che si è tradotta inevitabilmente in una forte contrazione di movimento. Ne è risultato quindi, per l'intero esercizio, un minore traffico rispetto all'esercizio 1928-29.

Tuttavia, ad onta di queste sfavorevoli circostanze, anche l'esercizio 1929-30 ha dato risultati soddisfacenti permettendo di realizzare un saldo attivo che ha contribuito a migliorare il bilancio generale dello Stato. Sebbene tale avanzo attivo sia stato di soli 92 milioni, contro 207 milioni di lire avuti nell'esercizio 1928-29, esso rappresenta sempre un successo meritevole di plauso in considerazione delle difficili condizioni in cui esso fu realizzato.

Si noti poi che lo stesso stato di previsione si limitava a considerare un avanzo di 57 milioni come risultato di 4846 milioni di entrate contro 4789 milioni di previsioni di spese. I risultati effettivi sono dunque stati, pur nella loro limitata entità, sensibilmente superiori alle previsioni.

Fra le notizie emergenti dalla Relazione, rileviamo ancora quelle relative alla trazione elettrica. Sebbene la lunghezza delle linee elettrificate rappresenti attualmente circa il 10 % della rete totale, il traffico che su di esse si svolge arriva al 20 % di quello complessivo su tutta la rete; ciò che dà una idea della intensità di traffico delle linee elettrificate. Si calcola che il risparmio di combustibile che l'elettrificazione di queste linee permette di realizzare rappresenti circa la quarta parte dell'attuale consumo della trazione a vapore. Durante l'esercizio 1929-30 sono proseguiti i lavori per l'elettrificazione dei tronchi Avezzano-Sulmona, Savona-Ventimiglia, Ventimiglia-Cuneo, Be-

nevento-Napoli e del valico di Sarzana; ed è continuato lo studio per la Bologna-Firenze.

Sempre nell'esercizio 1929-30 si eseguirono lavori in conto patrimoniale per 231 milioni di lire, ai quali vanno aggiunti 79 milioni spesi per lavori di elettrificazione. Il parco locomotive a vapore non è cresciuto durante l'esercizio come è naturale in periodo di traffico in diminuzione; si sono però migliorate in vario modo le condizioni tecniche del materiale in servizio. Le locomotive elettriche sono invece aumentate da 704 a 797. Il materiale rotabile, leggermente diminuito di numero è migliorato di qualità coll'introduzione di vetture nuove e perfezionate; si è così in ultima analisi realizzata una maggiore disponibilità di carico sia per i passeggeri che per le merci. A ciò ha contribuito anche il diminuire costante della percentuale di locomotive e di carri fuori servizio per riparazione, indice delle migliorate condizioni tecniche generali.

Si è anche realizzato una ulteriore diminuzione nell'entità del personale passato da 163.168 a 160.700 agenti: ciò corrisponde ad una riduzione, molto significativa, da 29,84 a 27,58 agenti per milione di assi-chilometro rimorchiati.

E' interessante rilevare il buon andamento tecnico, oltrechè economico, dell'Azienda ferroviaria, perchè essa la mette in grado di resistere sempre più efficacemente alla concorrenza dei trasporti automobilistici, che va facendosi maggiore ogni giorno. Questa concorrenza, mantenuta nei limiti della convenienza tecnica ed economica, sia per i passeggeri che per le merci, non può in ultima analisi che portare ad un vantaggio collettivo per l'economia del Paese.

Si pensi che le linee automobilistiche regolarmente esercite in Italia, avevano uno sviluppo complessivo di 5000 chilometri nel 1927; attualmente siamo arrivati a circa 37.000 chilometri di linee automobilistiche. Si può quindi valutare la importanza che questo mezzo di trasporto ha ormai assunto per la collettività, tanto più che esso è tuttora in continuo sviluppo. D'altra parte, non è detto, naturalmente che tutte le linee automobilistiche rappresentino una concorrenza per le ferrovie: che anzi in moltissimi casi esse sono un ausilio prezioso permettendo l'allacciamento di centri lontani ai nodi ferroviari e promuovendo i traffici in zone dove la ferrovia non sarebbe mai arrivata e dalle quali avrebbe potuto soltanto assai scarsamente richiamare correnti di traffico sensibili.

Non meno soddisfacente è il Rendiconto della Azienda postale e telegrafonica. Anzi nello scorso esercizio 1929-30, si raggiunse l'avanzo attivo più elevato che l'Azienda abbia mai realizzato dopo la sua fondazione. Infatti il bilancio postale e telegrafico presentò un margine attivo di 156 milioni, superando di 29 milioni quello dell'esercizio precedente. Da parte sua l'Azienda pei servizi telefonici raggiunse un avanzo di 18 milioni di lire.

Di questa disponibilità attiva, furono impiegate 35 milioni di lire circa per costruzioni di vario genere e per versamenti al fondo di riserva. Rimasero così 139 milioni, in cifra tonda, da versare come contributo netto al Tesoro dello Stato.

Di questa disponibilità, accoppiati ad un innegabile miglioramento del servizio, furono raggiunti anche attraverso una sensibile riduzione nel numero complessivo dei funzionari e degli agenti adibiti al servizio dell'Azienda stessa.

*

Il Conto del Tesoro per il mese di dicembre, conferma le facili previsioni fatte circa l'ulteriore incremento del disavanzo complessivo. Siamo infatti arrivati oramai al miliardo di deficit, superandolo anzi di un piccolo margine.

Tuttavia una piccola nota di ottimismo è possibile raccogliere dalle notizie fornite dal Conto del Tesoro. Infatti il disavanzo verificatosi nella parte effettiva del bilancio durante il mese di dicembre è stato sensibilmente inferiore alla media di quelli verificatisi durante i cinque mesi precedenti; si potrebbe così sperare che si sia iniziato il ramo discendente della parabola procedendo verso l'annullamento del disavanzo mensile e verso la sua inversione — *quod est in votis* — in un margine di avanzo attivo.

Nel dicembre dunque nella parte effettiva del bilancio si sono registrate entrate accertate per 1543 milioni di lire mentre gli impegni di spese sono saliti a 1664 milioni di lire. Ne deriva quindi uno squilibrio passivo di 121 milioni di lire; alquanto inferiore a quello di 166 milioni rappresentante la media dei disavanzi dei primi cinque mesi di esercizio, ma pur sempre rilevante come squilibrio mensile.

In conseguenza il disavanzo della parte effettiva del bilancio, che era 830 milioni alla fine di novembre, sale all'11 dicembre, a 951 milioni. Ad esso vanno aggiunti 61 milioni di squilibrio passivo della categoria movimento capitali, con che il disavanzo complessivo del primo semestre dell'esercizio in corso arriva a 1012 milioni di lire circa.

Si tratta indubbiamente di una situazione molto seria, risultante da una complessa situazione di cose che solo in piccola parte è in nostra potenza di modificare.

Le difficoltà finanziarie del bilancio dello Stato sono una diretta conseguenza della crisi economica e industriale del Paese la quale si traduce in una contrazione di entrate. Infatti nei primi sei mesi dell'esercizio in corso si sono complessivamente accertate entrate ordinarie e straordinarie per 9523 milioni di lire. Si è così realizzato un aumento rispetto a quelle dell'esercizio precedente, che furono nel primo semestre inferiori per 287 molioni alla cifra suddetta. Ma si è tuttavia rimasti alquanto al di sotto delle previsioni; nel primo semestre infatti si sono accertate entrate per 917 milioni in meno di quanto contemplato dal bilancio preventivo. Questa constatazione mette ancora una volta in evidenza la eccezionalità della crisi che si è gravata sul nostro Paese come su tutti gli altri, in questi ultimi mesi, troncando, o meglio sospendendo, il ritmo normale dello sviluppo del gettito delle entrate dello Stato.

A fronte di questa constatazione spiacevole ne sta un'altra più confortante: quella cioè della severa vigilanza sulle spese. Infatti al 31 dicembre 1930 si aveva ancora da impegnare, sulla previsione di spese ordinarie e straordinarie, la somma di 2100 milioni di lire, mentre alla stessa data dell'anno precedente, la somma residua non ancora impegnata era di soli 1427 milioni.

Le spese vengono dunque attentamente sorvegliate e contenute nei limiti strettamente necessari per non interrompere il ritmo della vitalità e della attività del Paese. I prossimi mesi di esercizio beneficeranno in misura sensibile delle riduzioni di spese decretate sia per il personale che per le altre voci che abbiamo ricordato nelle Note del mese scorso; è quindi permesso di attendere che i risultati degli ultimi mesi di esercizio saranno assai più favorevoli di quelli del primo semestre.

Pur continuando nella politica di contenimento delle spese, non vengono però perduti d'occhio gli interessi fondamentali e più urgenti del Paese, ai quali si provvede con quella larghezza che le condizioni del momento permettono. Così recentemente è stato effettuato un altro stanziamento di 25 milioni destinato a nuovi lavori di pubblica utilità allo scopo di contribuire ulteriormente a lenire la disoccupazione invernale.

Il Conto del Tesoro al 31 dicembre 1930 porta anche le solite notizie sulla situazione di Cassa e sull'andamento dei debiti pubblici.

La situazione di Cassa si presenta sempre buona, con un fondo immediatamente spendibile di 2061 milioni di lire, di cui 1686 milioni in conto corrente presso la Banca d'Italia e 375 milioni presso la Tesoreria, la Zecca e i corrispondenti all'estero.

Una sensibile diminuazione si è avuta nell'ammontare complessivo dei debiti pubblici interni che, al 31 dicembre 1930, era arrivato così a 88.871 milioni di lire. Tale cifra segna una contrazione di 160 milioni rispetto al mese precedente: questa diminuzione si è verificata: per 37 milioni sul Consolidato 5 % in seguito all'annullamento di titoli presentati dalla Cassa di Ammortamento; per 18 milioni nei debiti redimibili in seguito alla avvenuta scadenza di quote di ammortamento; e per 105 milioni sul debito fluttuante in seguito a restituzione di fondi in conto corrente col Tesoro.

Durante il mese di dicembre poi la Cassa di Ammortamento del Debito Pubblico Interno ha provveduto a rimborsare le obbligazioni triennali 5 % emesse dalla Cassa stessa, per un valore nominale complessivo di circa 80 milioni. Ne viene che la diminuzione totale dei debiti, verificatasi nel mese di dicembre, è stata di circa 240 milioni di lire.

Pressochè stazionaria si è mantenuta la circolazione bancaria, la quale durante il mese di dicembre ha segnato l'incremento di un milione, arrivando così a 15.680 milioni di lire.

*

Sono stati presentati alla Camera gli Stati di Previsione dei bilanci di parecchi Ministeri.

E' interessante notare come parecchi di essi segnino delle diminuzioni in confronto alle previsioni a suo tempo fatte per l'esercizio in corso attualmente. Così, pel Ministero degli Esteri si nota una minore assegnazione per oltre sei milioni di lire dovuta specialmente, a riduzione di spese pel personale; in tal modo lo stanziamento totale risulta di 191 milioni di lire. Pure in diminuzione, per 34 milioni di lire è il bilancio preventivo pel Ministero degli Interni, arrivando ad uno stanziamento complessivo di 789 milioni di lire. Negli stanziamenti pel Ministero della Giustizia si nota un'altra diminuzione di quasi 50 milioni di lire, dovuta per la maggior parte a minori spese pel personale ma in parte sensibile anche ad altri capitoli di economie; lo stanziamento totale risulta di 500 milioni di lire.

Nel bilancio delle Colonie si osserva pure una diminuzione di spesa prevista che arriva a oltre 63 milioni, limitandosi così lo stanziamento per questo dicastero a 443 milioni di lire. La diminuzione risulta come differenza fra un aumento di 15 milioni previsto nelle spese effettive straordinarie, e la diminuzione nelle spese pei servizi dell'Amministrazione centrale. Anche i contributi a pareggio dei bilanci coloniali risultano in diminuzione, essendo essi stabiliti in 493 milioni di lire per l'esercizio in corso, e in 416 milioni nella previsione del bilancio dell'esercizio prossimo. Questi contributi sono così distribuiti: Tripolitania 168 milioni, Cirenaica 183 milioni, Eritrea 21 milioni, Somalia 45 milioni.

Pel prossimo esercizio quindi la Tripolitania potrà contare su un contributo che è inferiore per 37 milioni a quello previsto per l'esercizio attuale. Si prevedono poi per quella colonia, circa 84 milioni di entrate proprie, con una diminuzione di circa due milioni su quelle dell'esercizio in corso. Inoltre alla Tripolitania saranno assegnati 8 milioni, come contributo straordinario per l'opera di colonizzazione, su fondi assegnati al Ministero delle Colonie. Complessivamente quindi le disponibilità della Tripolitania nell'esercizio finanziario 1931-32 sono previste in 260 milioni. Per quanto riguarda le spese rimarranno quasi invariati gli stanziamenti per opere pubbliche, fissati in 22 milioni, mentre sarà possibile realizzare una economia di circa 8 milioni nelle spese militari in seguito alle raggiunte condizioni di tranquillità di tutta la colonia.

Anche per la Cirenaica il contributo pel prossimo esercizio è stato ridotto, portandolo da 205 milioni come è attualmente, a quello detto di 183 milioni. In aumento per circa due milioni sono previste le entrate proprie della colonia, che sono fissate nell'ammontare presunto di 46 milioni circa: e ciò in conseguenza del diminuito contrabbando in seguito alle disposizioni militari prese. Le disponibilità della Cirenaica per il 1931-32 ammontano quindi, secondo le previsioni, a circa 228 milioni di lire. Ciò segna una diminuzione di 20 milioni sul bilancio preventivo 1930-31; l'economia si è operata per circa 13 milioni nei servizi civili e per circa 7 milioni nelle spese di ordine militare.

L'Eritrea, oltre al contributo statale già citato di 21 milioni, potrà contare su entrate proprie per circa 22 milioni, arrivando così a una disponibilità totale di quasi 43 milioni di lire. E' prevista una intensa azione per favorire le iniziative agricole sia locali che di immigrati, e per incrementare gli scambi commerciali coi paesi confinanti. Anche il programma di ricerche minerarie sarà intensificato.

Per la Somalia le entrate proprie sono previste in 20 milioni, ciò che, insieme al contributo totale, porta le disponibilità complessive pel prossimo esercizio a 65 milioni di lire. Le attività del Governatorato sono rivolte particolarmente alla colonizzazione delle terre nelle regioni di Afgoi, di Genale e del Giuba. Fra le opere pubbliche sono specialmente importanti le opere in corso per la sistemazione del porto di Mogadiscio.

Un altro Ministero che, nello stato di previsione per l'esercizio 1931-32 vede ridotti i propri stanziamenti in misura notevole, è quello dei Lavori Pubblici. La assegnazione complessiva di bilancio è di 937 milioni di lire, inferiore per circa 63 milioni a quello del bilancio preventivo 1930-31.

Il bilancio di questo dicastero, per la sua importanza tecnica e sociale merita una rapida analisi. Le spese ordinarie, previste in 275 milioni di lire, sono ripartite per 82 milioni in spese pel personale e per 193 milioni in spese per lavori. Le spese straordinarie ammontano a 661 milioni di lire, delle quali 49 per il personale e 612 per esecuzione di lavori.

L'assegnazione delle spese per opere pubbliche nelle varie regioni d'Italia si può riassumere come segue. Italia Settentrionale: spese ordinarie 29 milioni, spese straordinarie 53 milioni; Italia Centrale: spese ordinarie 13 milioni, straordinarie 26 milioni; Italia Meridionale e Isole: spese ordinarie 15 milioni, straordinarie 195 milioni.

Queste cifre mettono in evidenza che continua il particolare interessamento a favore dell'Italia Meridionale, caratteristico di questi ultimi anni.

Nelle spese, oltre alle ripartizioni regionali ora citate, vanno ancora considerati altri capitoli: contributo all'Azienda Autonoma della Strada 130 milioni; contributo per costruzione di case popolari 10 milioni; contributo per costruzione di strade ferrate 80 milioni. Particolarmente importante poi il capitolo delle spese per annualità ad opere in concessione, o a pagamento differito, che ammontano a 270 milioni di lire.

L'Azienda Autonoma della Strada ha, per il prossimo esercizio, uno stato di previsione che contempla una entrata di 436 milioni di lire, in forte diminuzione (per complessivi 174 milioni) su quelle dell'esercizio in corso. Su questo bilancio le spese previste per esecuzione lavori ammontano a 266 milioni di lire.

La maggior parte degli altri Ministeri presenta invece degli aumenti di spese previste su quelle dell'esercizio in corso.

Modesto, perchè limitato a circa 5 milioni è l'aumento di bilancio per il Ministero dell'Agricoltura e Foreste. In realtà l'aumento effettivo è però maggiore e arriva a 18 milioni perchè bisogna tenere presente che alcuni servizi che già facevano capo a questo dicastero sono stati col nuovo esercizio accollati ai bilanci di altri dicasteri. Ciò ha portato al bilancio dell'Agricoltura una maggiore disponibilità di circa 13 milioni di lire. Un'altra fonte di disponibilità deriva dalla economia, prevista in 14 milioni, sulle spese per il personale. Cosicchè in ultima analisi il Ministero dell'Agricoltura pur vedendo accresciute le sue assegnazioni di soli 4 milioni, può contare su circa 32 milioni di maggiori disponibilità pei suoi servizi.

Più ragguardevole assai è l'aumento che si verifica nel bilancio della Marina per il quale è previsto uno stanziamento di 1574 milioni, superiore di 98 milioni circa a quello stabilito per l'esercizio 1930-31. Di questa cifra totale, 1049 milioni di spese ordinarie e 354 milioni di spese straordinarie sono assegnati come spese pei servizi della Marina militare, di cui 700 milioni destinati a lavori di costruzioni o di trasformazioni di navi, e 20 milioni a lavori di rafforzamento e miglioramento delle basi navali e degli arsenali.

Ci riserviamo di continuare nelle prossime Note l'analisi dei bilanci preventivi dei singoli dicasteri.

*

Qualche spiraglio di luce sembra aprirsi sull'orizzonte grigio del nostro mondo borsistico. Veramente le prime settimane del mese di gennaio non facevano troppo bene sperare. Il mercato già allarmato all'inizio da qualche grave caso di insolvenza, si faceva pesante, e inutilmente alcune ventate di ottimismo venivano a provocare delle temporanee riprese nelle quotazioni. Pareva che si dovesse continuare nelle alternative di alti e bassi in cui ci si adagiava da tempo.

Le ultime due ottave invece hanno avuto una intonazione del tutto diversa e decisamente orientata a ripresa di affari e ad ottimismo di quotazioni. La concomitanza dei due fenomeni riesce particolarmente significativa e permette di formulare più fondate speranze sulla continuità dell'orientamento assunto dal mercato borsistico. Fatto sta che il volume degli affari nelle ultime sedute del mese è fortemente aumentato e che quasi tutta la quota realizza progressi sensibili.

Sempre ottimo il comportamento dei titoli di Stato, i quali, ben resistenti anche nelle sedute più pesanti, hanno subito approfittato delle buone disposizioni del mercato per migliorare, con facilità di larghi scambi, le loro posizioni.

I bancari, poco mossi durante il mese, progrediscono decisamente in chiusura.

Perfino i titoli tessili hanno manifestato una insolita animazione e registrano sensibili plusvalenze.

Largamente trattati e in buon progresso i titoli meccanici e metallurgici. In risveglio i titoli immobiliari e i saccariferi. Trascurati invece i titoli di esportazione.

Animato il comparto dei titoli elettrici che segnano pure qualche miglioria.

RENATO SAN NICOLO'.

Variazioni dei titoli elettrici nel mese di gennaio.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	500	597,—	602,—	646,—
Lombarda	500	500,—	507,—	573,—
Bresciana	200	231,—	210,—	228,—
Adamello	250	231,—	221,—	231,—
Unione Esercizi Elettrici	50	59,—	60,—	66,50
Elettrica Alta Italia	250	152,—	157,—	173,—
Officine Elettriche Genovesi	250	318,—	312,—	315,—
Adriatica	100	184,—	182,—	192,—
Compagnia Imprese Elettriche Liguri	175	192,—	193,—	211,—
Ligure Toscana	200	235,—	235,—	241,—
Generale Elettr. della Sicilia	100	74,—	71,—	75,—
Elettrica Brioschi	250	440,—	445,—	455,—
Emiliana Esercizi Elettrici	350	382,—	384,—	424,—
Forze Idrauliche Crespi	375	420,—	420,—	440,—
Elettrica Valdarno	100	147,—	146,—	148,—
Tirso	250	180,—	180,—	181,—
Terni	400	372,—	372,—	380,—
Meridionale di Elettricità	250	273,—	266,—	272,—
Idroelettrica Piemontese	125	120,—	120,—	124,—
Dinamo	200	172,—	175,—	202,—
Elettrica Sarda	100	91,—	91,—	91,—

Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di gennaio.

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI

Carboni da vapore:						
Cardiff primario	L.	168,—	a	L.	171,—	alla tonn.
Americano	»	162,—	»	»	164,—	»
Slesia	»	140,—	»	»	142,—	»
Sarre	»	154,—	»	»	156,—	»
Antraciti:						
Inglese primaria (in pezzatura)	»	258,—	»	»	290,—	»
Tedesca (in pezzatura)	»	281,—	»	»	309,—	»
Coke:						
Coke da gas nazionale	»	200,—	»	»	215,—	»
» » » inglese	»	—,—	»	»	—,—	»
» metallurgico	»	191,—	»	»	201,—	»
Petrolio	»	189,—	»	»	224,—	al Q.le
Nafta:						
Per Diesel	»	475,—	»	»	550,—	alla tonn.
Per caldaie	»	270,—	»	»	340,—	»
Benzina in fusti	»	241,—	»	»	301,—	al Q.le

METALLI

Ghisa:						
Eglinton N. 1	»	600,—	»	»	610,—	alla tonn.
Middlesbrò N. 3	»	495,—	»	»	505,—	»
Ematite	»	530,—	»	»	535,—	»
Lussemburgo-Lorena	»	400,—	»	»	410,—	»
Ferro:						
Laminato omogeneo	»	82,50	»	»	85,50	al Q.le
Poutrelles	»	85,50	»	»	87,50	»
Lamiere da 4 mm. in più	»	104,50	»	»	—,—	»
Tubi bollitori	»	275,—	»	»	325,—	»
Acciaio:						
Rapido per utensili	»	250,—	»	»	1000,—	»
Martin resist. 50-70	»	105,—	»	»	145,—	»
Rame:						
Elettrolitico	»	480,—	»	»	500,—	»
In fogli comuni	»	730,—	»	»	750,—	»
In barre tonde e quadre	»	715,—	»	»	735,—	»
Stagno in pani	»	1175,—	»	»	1225,—	»
Zinco in pani la fusione	»	180,—	»	»	190,—	»
Piombo in pani la fusione	»	165,—	»	»	175,—	»
Antimonio in pani	»	455,—	»	»	475,—	»
Ottone in barre	»	470,—	»	»	500,—	»
Alluminio in pani	»	820,—	»	»	860,—	»

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

E. v. RZIHA u. J. SEIDENER. — *Starkstromtechnik.* — Vol. II, 7ª edizione - (Berlino, W. Ernst, 1931. - Un volume di cm 13×18 di 1034 pagine con 1080 figure. — Prezzo, rilegato 34 marchi).

L'ottimo manuale di Rziha e Seidener si presenta ora completo, con questo secondo volume, nella sua 7ª edizione: ciò che dimostra la larga e cordiale accoglienza che ha incontrato nei tecnici e documenta del valore scientifico e pratico dell'opera.

Effettivamente si tratta di un libro di pregio singolare al quale hanno collaborato un gran numero di tecnici specializzati e che raccoglie una quantità veramente eccezionale di notizie e di materiale. Nè l'abbondanza della materia nuoce alla chiarezza e all'organità dell'opera, grazie all'ottima distribuzione di essa e alla efficacia coordinazione che è stata seguita nell'esposizione.

Abbiamo dato a suo tempo notizia del I volume (vedi *L'Elettrotecnica* del 1930, pag. 218). Questo secondo, si occupa degli impianti di produzione di energia elettrica, delle linee di trasmissione e delle applicazioni industriali dell'elettricità.

Pur senza avere cambiato il piano generale dell'opera, rimasto sostanzialmente eguale a quello delle precedenti edizioni, il volume si presenta completamente riveduto, aggiornato e notevolmente ampliato. Parecchi capitoli sono stati infatti introdotti completamente per la prima volta: ad esempio quelli che riguardano gli impianti di elettrofiltrazione dei gas, regolazione della tensione, ripartizioni dei carichi, la stabilità dei sistemi di trasmissione, ed altri argomenti di attuale particolare importanza. Molti altri capitoli sono stati rimaneggiati o del tutto rifatti.

Il materiale illustrativo, abbondantissimo, è scelto con grande criterio di pratica utilità; e riesce molto efficace grazie alla buona esecuzione tipografica che rende comodamente leggibili tutte le numerose figure, sebbene in scala molto ridotta. Anche il testo, compattissimo, riesce di facile consultazione grazie ad una giudiziosa scelta di vari tipi di caratteri.

Nel complesso, un'opera di vero valore e altamente raccomandabile ai tecnici.

*

T. ODGSON. — *Applied Mathematics for Engineers* - Volume I - *Graphical Statics* - Vol. II: *Dinamics.* — (Londra - Chapmann and Hall, 1930. - Due volumi di cm 14×21 di pag. 180 e 293 con molte figure. — Prezzo, rilegati, scellini 9/6 e 13/6).

Si tratta di un'opera che, per essere destinata agli ingegneri, è, in questi due primi volumi, di carattere piuttosto elementare non superando, in sostanza, il livello di quanto da noi entra a far parte delle buone scuole industriali per capi-tecnici; è probabile che le questioni di ordine più elevato siano riservate pel terzo volume, tuttora in preparazione, che tratterà delle applicazioni delle equazioni differenziali.

Tuttavia il libro ha dei pregi che possono renderlo utile specialmente per la grande chiarezza di esposizione e l'abbondanza dei problemi di pratica applicazione, svolti in modo da chiarire bene le regole di calcolo e fissare i concetti fondamentali.

Il primo volume si occupa della statica grafica che viene applicata alle questioni riguardanti i baricentri, i momenti flettenti, l'equilibrio delle forze, ecc.; viene anche stabilito nei suoi elementi fondamentali il calcolo vettoriale trattato con metodo grafico.

Il secondo volume nel quale viene introdotto il calcolo integrale e differenziale, tratta invece argomenti di cinematica e di dinamica, non più con metodo grafico ma quasi esclusivamente con metodo matematico.

Senza avere grandi pretese, il libro può essere utile come iniziazione alle applicazioni del calcolo ai problemi della meccanica e della tecnica.

*

LIWSCHITZ - GLÖCKNER. — *Die Elektrischen Maschinen* - Vol. II: *Konstruktion und Isolierung.* — (Lipsia - Teubner 1931. - Un volume di cm 15×22 di 306 pagine con 462 figure e 13 tavole. - Prezzo, rilegato, marchi 19).

Abbiamo a suo tempo dato notizia del primo volume (già apparso anche in traduzione italiana) dell'ottimo libro del Liwschitz sulle macchine elettriche (vedi *L'Elettrotecnica* del 1927, pag. 561): il libro è ora completo colla pubblicazione di questo volume che si occupa della costruzione e dell'isolamento delle macchine.

Fra i molti libri consimili questo ha certamente pregi singolari di sobrietà, di chiarezza e di efficacia che lo rendono particolarmente encomiabile. La costruzione delle macchine elettriche nei loro tipi fondamentali viene descritta e illustrata con esclusivo riguardo alla tecnica moderna, con limitati richiami di formule, e con intendimenti essenzialmente pratici e applicativi.

L'opera riesce a dare una idea molto efficace delle particolarità costruttive sia elettriche che meccaniche e riesce utile ed interessante non solamente per gli allievi delle Scuole di ingegneria, ma anche per i tecnici del ramo.

Non ultimo pregio è costituito dal ricco e ottimo materiale grafico la cui efficacia dimostrativa è resa maggiore dalla opportuna scelta che di esso è stata fatta, e dalla accuratissima riproduzione tipografica.

Una sobria ma sostanziosa bibliografia correda il volume, al quale sono anche allegate alcune tavole in formato maggiore di quello del testo che riproducono sezioni di macchine complete.

*

P. BUNET - A. CEYTRE. — *Memento Pratique de L'Electricien.* — (Parigi, Baillière, 1931. - Un volume di cm 10×15, di 235 pagine con 86 figure. - Senza indicazione di prezzo).

In questo volumetto gli AA. hanno raccolto una quantità di notizie di pratica utilità per l'ingegnere elettricista facendone un piccolo pro-memoria di formule e di dati che può riuscire comodo di avere in ogni momento sotto mano.

Il contenuto non differisce da quello che costituisce il testo della nota «Agenda d'Electricité» che viene annualmente pubblicata dallo stesso editore Baillière.

Il volume si chiude riportando le principali disposizioni legislative e Norme francesi per gli impianti elettrici.

*

ITALO DE GIULI. — *Manuale Pratico di Telegrafia Sottomarina.* — (Milano, U. Hoepli, 1931 - Un volume di cm 10×15 di 384 pagine con 166 figure e 26 tav. fuori testo. - Prezzo, rilegato, L. 30).

L'A. ha voluto preparare un libro di carattere pratico che potesse servire per la istruzione del personale addetto al servizio dei cavi sottomarini. Si è quindi attenuto nella esposizione ad una forma puramente descrittiva, senza entrare nei problemi inerenti alle calcolazioni o alle questioni di carattere più strettamente scientifico. Non vi è dubbio che l'egregio A., che è Direttore centrale della Italcable, sia riuscito nell'intento di scrivere un libro efficace ed istruttivo che sarà letto anche, con vivo interesse, da molti tecnici non specializzati in questo ramo particolare della tecnica.

In una prima parte l'A., dopo richiamate alcune nozioni generiche fondamentali descrive i diversi tipi di cavi impiegati per le trasmissioni telegrafiche e gli apparecchi trasmettenti e riceventi con tutta la apparecchiatura connessa. Nella seconda parte descrive l'installazione di una completa stazione cablografica e nella terza parte illustra, con criteri pratici, le principali misure elettriche usate nei cavi sottomarini. Le ultime due parti del libro sono rispettivamente dedicate alla telegrafia multipla e ai cavi caricati.

La esposizione descrittiva è corredata da molte buone figure e da parecchie tavole fuori testo.

*

S. TREVES. — *Corso di Telefonia* - Parte I: *L'apparecchio telefonico* — (Torino, S.T.E.N., 1931 - Un volume di cm 17×26 di 290 pagine con 192 figure e 8 tabelle. - Prezzo L. 35).

Questo volume raccoglie le lezioni tenute dall'A. al personale tecnico della S.T.I.P.E.L. e nei Corsi per Tecnici Superiori al R. Istituto Industriale di Torino. Il libro, a carattere essenzialmente descrittivo, presuppone nel lettore le nozioni fondamentali dell'elettrotecnica ma non richiede una preparazione scientifica specializzata.

Dopo una breve parte introduttiva di carattere generale, l'A. passa a descrivere nei suoi elementi costitutivi l'apparecchio telefonico. In un primo capitolo tratta dei diversi tipi di microfoni e di ricevitori, e, in quello successivo, degli altri organi ausiliari. Il terzo capitolo è dedicato ai circuiti e alla descrizione dei principali tipi di apparecchi telefonici; l'A. si attiene specialmente a quelli in uso sulle reti italiane. Un capitolo è destinato agli organi di protezione dei telefoni, e un'altro alla ricerca dei guasti. Il libro si chiude con un lungo capitolo sugli apparecchi derivati, intercomunicanti e simili.

La esposizione chiara e minuziosa riesce utile ed efficace per la conoscenza dell'intima struttura degli impianti telefonici. Il libro è corredato da molte belle figure e da 9 tavole fuori testo.

*

D. C. PRINCE - F. B. VODGES - O. GRAMISH. — *Quecksilberdampfgleichrichter.* — (Monaco, R. Oldenbourg, 1931 - Un volume di cm 16,5×23,5, di 190 pagine con 172 figure. - Prezzo, rilegato, 15 marchi).

Il libro di Prince e Vodges sui raddrizzatori a vapori di mercurio è già apparso anche nella traduzione italiana e perciò non ripetiamo qui quanto è stato in proposito a suo tempo già pubblicato su questo giornale (Vedi *L'Elettrotecnica* del 1930, p. 322).

Osserviamo invece che la edizione tedesca non è una semplice traduzione, ma, fino ad un certo punto, un rifacimento. Il traduttore O. Gramish, ha infatti in parecchi punti leggermente modificato il testo originale, introducendo anche frequenti aggiunte specialmente riguardanti gli studi e le esperienze costruttive europee sull'argomento. Anche il materiale illustrativo è stato in parte cambiato, sostituendo a molte figure di costruzioni americane, altre rappresentanti prodotti della industria europea. Il traduttore ha altresì aggiunto alla fine del libro un intero capitolo nel quale ha raccolto le esperienze e gli studi successivi alla pubblicazione del testo originale.

L'edizione tedesca appare così più completa e più aggiornata.

Associazione Elettrotecnica Italiana
AEI
Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Verbale del Consiglio Generale

Seduta del 14 settembre 1930 - Trieste

ORDINE DEL GIORNO:

1. - Comunicazioni della Presidenza;
2. - Comitato Elettrotecnico Italiano;
3. - Partecipazione dell'A.E.I. al lavoro di Enti internazionali;
4. - Premio « Righi »;
5. - Borsa di studio Italy America Society; Premio « Bianchi »;
6. - Vita delle Sezioni;
7. - Discussione dei Bilanci;
8. - Giornale L'Elettrotecnica;
9. - Varie.

La seduta è aperta alle ore 10.

Sono presenti:

Il Presidente Generale, *Bordoni;* i Vice Presidenti Generali, *Vallauri, Gonzales, Righi.*

L'ex Presidente Generale, *Del Buono;* il Redattore Capo, *Barbagelata;* il Vice Segretario Generale *Pugno Vanoni;* ed i Consiglieri Delegati per le Sezioni:

Adriatica: Presidente, *Pedrini; Martini.*
Bologna: Presidente, *Gnudi; Barbieri.*
Firenze: *Carli.*
Genova: Presidente, *Gonzales; Bonaria, Visentini.*
Milano: Presidente, *Manfredi; Anau, Banfi, Broggi, Furlanelli. Norsa, Rebora, Saini, Taccani.*
Napoli: Presidente, *Brun; Motti, Selmo.*
Roma: Presidente, *Urbinati; Neri, Puccioni, Tronconi.*
Torino: Presidente, *Peri; Bisazza.*
Trieste: Presidente, *Bonazzi; Benussi, Salerni.*
Veneta: Presidente, *Goldbacher; Ghetti, Revessi.*

Non sono rappresentate, ma si sono scusate con telegrammi e lettere dei Presidenti, le Sezioni di: Livorno, Palermo, Pugliese, Trento.

Hanno scusato la loro assenza gli ex Presidenti Generali: *Lori* e *Ferraris;* il Segretario Generale *Comboni*, ed i Consiglieri Delegati: *Buchi, Silva A., Russo, Lanza, Pernigotti, Baduel, Salvini, Tallero, Ucelli, Zunini, Coppadoro, Folinea, Bove, Colombo, Pession, Vallecchi, Loria, Sodano, Tedeschi.*

Presiede il Presidente Generale Bordoni con i Vice Presidenti Vallauri, Gonzales, Righi; il Vice Segretario Generale Pugno Vanoni; il Segretario della Presidenza Neri; il Vice Direttore dell'Ufficio Centrale Redaelli.

1. - Comunicazioni della Presidenza.

Presidente: Dichiarata aperta la seduta, porge il più cordiale saluto ai colleghi intervenuti ed un vivissimo ringraziamento alla Sezione di Trieste, che sotto la guida del suo infaticabile Presidente, Ing. Italo Bonazzi, ha organizzato questa XXXV^a^ riunione (*applausi vivissimi*). Le difficoltà che la Sezione di Trieste ha dovuto superare per la preparazione di questo Congresso sono state maggiori di quelle che da fuori era possibile prevedere. Ma la Sezione di Trieste ha lavorato con slancio ammirabile, trovando l'appoggio più cordiale negli Enti elettrotecnici, a cominciare dalla SELVEG e dall'Azienda Comunale, e nell'ambiente triestino, a cominciare dal Prefetto, S. E. Porro, dal Podestà, Senatore Pitacco, che ha voluto offrirci un ricevimento al Museo del Risorgimento; dal Segretario Federale del Fascio di Trieste, Dott. Perusino, che è stato tanto cortese verso di noi, da concedere per la prima volta questa bella sala per una riunione che non sia del Partito. Chiamato a Roma d'urgenza da un telegramma di S. E. Turati, il Dott. Perusino è stato molto spiacente di non poter trovarsi qui oggi, ma ha delegato persona che lo rappresenterà nel pomeriggio, all'inaugurazione del Congresso (*applausi*).

Ma è doveroso ricordare in modo speciale una iniziativa assai simpatica che la Sezione di Trieste ha preso, e che ha condotto in porto per merito principale dell'Ing. Bonazzi.

La città desiderava da tempo che il Faro della Vittoria, opera veramente pregevole, fosse in qualche modo visibile anche di notte. La Sezione di Trieste è riuscita a raggiungere lo scopo ed a raccogliere i mezzi per attuare un ben immaginato sistema di illuminazione a riflettori. L'impianto è compiuto, e la sua inaugurazione avverrà la sera del XX Settembre, quale ultima manifestazione, a Trieste, del nostro Congresso (*applausi vivissimi*).

Si sono molto interessati al nostro Congresso anche i Podestà di Gorizia e di Fiume. Una delle nostre gite ci porterà a Fiume ed un'altra a Gorizia. Qui, un valoroso combattente della grande guerra ci illustrerà dal Castello il teatro di tante saguinose battaglie (*applausi*).

Fra gli Enti locali che si sono maggiormente interessati al nostro Congresso, ho citato la SELVEG. Essa ha voluto anche invitarci una sera, a pranzo, al «Savoia». Ho già espresso al Conte Vittorelli i nostri vivi ringraziamenti, ben sicuro, di essere vostro interprete. In vario modo sono state poi larghe di facilitazioni e di cortesie l'Azienda Elettrica Municipale, lo Stabilimento Tecnico Triestino, il Cantiere Navale Triestino di Monfalcone che ci ospiterà il giorno della gita a Gorizia, la Società Cosulich, che ci ospiterà sul «Vulcania», le Tramvie Municipali di Trieste, e così via. I colleghi hanno già letto i nomi degli esponenti di queste Aziende, che si sono costituiti in «Comitato sostenitore». Ritengo doveroso che essi siano qui ricordati, e prego perciò il Prof. Pugno Vanoni di leggere la composizione del Comitato d'onore e del Comitato sostenitore del Congresso.

Il Prof. *Pugno Vanoni* legge la lista dei componenti il Comitato d'onore e il Comitato sostenitore (*vivi applausi*).

Presidente: Dopo questo, e prima di cominciare la trattazione dei vari argomenti è nostra doverosa consuetudine commemorare i soci scomparsi dall'ultima Riunione del Consiglio. Essi sono: (*l'Assemblea sorge in piedi mentre il Presidente legge l'elenco degli scomparsi*):

Sezione di Bologna:	*Gallucci Ing. Alessandro.*
» » Firenze:	*Coppola Ing. Giovanni.*
» » Genova:	*Gallo Francesco.*
» » Milano:	*Anelli Ing. Ferdinando, Bonomi Ing. Cav. Gaetano, Grassi Prof. Francesco, Magatti Ing. Comm. Emilio, Perego Cav. Uff. Arturo, Pomini Ing. Comm. Ottorino, Pontremoli Prof. Aldo, Simonetta Ing. Giuseppe.*
» Pugliese:	*Ciocia Ing. Berardino.*
» di Roma:	*Barducci Comm. Federico, Ottolenghi Rag. Ugo, Ruffo Antonio Principe della Scaletta.*
» » Torino:	*Bernasconi Cav. Carlo, Cesari Ing. Carlo.*

A tutti quanti vada il commosso nostro pensiero, ed alle loro famiglie l'espressione del nostro vivissimo rammarico. Particolarmente dolorosa è stata in quest'ultimo tempo la conferma, diremo così, ufficiale, della scomparsa del nostro caro consocio, Pontremoli, del quale è a tutti nota la partecipazione alla spedizione polare Nobile. Nel rinnovare alla famiglia Pontremoli le nostre più affettuose condoglianze formuliamo, per quanto esso possa valere, l'augurio fervidissimo che l'ultima parola sulla sorte di quei valorosi non sia stata ancora detta.

Ed ora, una brevissima rassegna dei fatti e delle cose più importanti di questi ultimi mesi.

Gita a Tripoli. — Quando si tenne l'ultima Riunione del Consiglio, la questione di questa gita non era ancora del tutto definita. Attraverso il giornale, i soci sono stati poi informati che questa gita si è effettuata, con una partecipazione abbastanza considerevole di colleghi, accompagnati dal Sen. Conti e dal Prof. Rebora, che ha rappresentato la Presidenza. La gita ha avuto pieno successo; ed è riuscita interessantissima.

Molti colleghi, ed io per il primo, rimpiangono probabilmente che le circostanze abbiano loro impedito di prendervi parte. Della organizzazione della gita e delle cordiali accoglienze fatte ai colleghi dobbiamo essere grati al Sen. Conti, Presidente della Società Elettrica Coloniale, e sopratutto all'Ing. Chizzolini, Direttore della stessa Società, che è un vero pioniere in materia di impianti coloniali: difficile impresa alla quale ha dedicato, con successo, tutte le risorse della sua vasta capacità tecnica e della sua passione al lavoro.

Annuario. — I soci hanno ricevuto in luglio la seconda parte dell'Annuario. Con questa divisione, la nostra pubblicazione rientra fra quelle periodiche semestrali, il che significa un assai minor costo di spedizione. E' stato così possibile, senza troppa spesa, mandare direttamente l'Annuario da Milano a tutti i soci. Ma con l'anno prossimo, la cosa sarà ancora migliorata in questo senso: che a gennaio uscirà l'Annuario vero e proprio, ed a luglio l'aggiornamento dell'Annuario ed il complesso delle Norme. E questo, sia perchè è appunto in primavera che matura il grosso del lavoro di revisione delle Norme, sia per equilibrare meglio il peso dei fascicoli e renderne più facile il recapito a domicilio.

Spero che i colleghi siano d'accordo in questa modificazione; e di qualunque suggerimento potessero darci in proposito saremo molto riconoscenti. A proposito sempre dell'Annuario, che l'anno prossimo conterrà anche un cenno sulle origini e lo sviluppo della nostra A.E.I., debbo rivolgere una preghiera vivissima a tutti i soci, quella di aiutarci nell'aggiornamento delle notizie che li riguardano. Il nostro giornale pubblicherà presto l'invito ai soci di confrontare i dati dell'Annuario con la realtà, in modo che essi, attraverso le note cartoline di variazione che saranno diramate, possano darci notizie precise sopra i cambiamenti.

Statistica. — E' in avanzato corso di stampa la terza edizione del primo volume; si spera che il volume possa uscire entro l'anno. Per queste pubblicazioni statistiche, si sta studiando la possibilità di accordi con altri Enti che pure si interessano di queste statistiche, come la UNFIEL e la Federaz. Aziende Municipalizzate, in modo da concentrare i mezzi ed evitare eventuali duplicazioni di lavoro.

Indice Bibliografico. — E' uscito il primo fascicolo del 1928. Già molte volte è stato rilevato che siamo in ritardo, ma le difficoltà sono numerose, specialmente da parte della tipografia, perchè la composizione richiede personale specializzato. Ci sono indicazioni in tutte le lingue, molte abbreviazioni, citazioni di date, ecc. E' un lavoro

estremamente faticoso che le tipografie accettano con molta riluttanza, e, se non si vogliono accettare prezzi proibitivi, a condizione che non si abbia troppa fretta. Da qualche tempo la pubblicazione si stampa a Milano; e le difficoltà tipografiche sono le stesse di quando si stampava a Roma. Questo che dico, non significa però che la Sede Centrale abbia rinunciato ad ottenere una maggior velocità. E spero che dei nuovi sforzi possa vedersi presto qualche effetto.

Nomi di unitá elettriche: (il « Ferraris »). — L'Ing. Della Riccia, nostro valoroso collega, da tempo residente all'estero, dove gode tanta stima, mi ha fatto per lettera una proposta. Tutti sanno della tendenza, per quel che riguarda le unità elettriche, a dare dei nomi significativi alle unità che non hanno ancora un nome di battesimo; dei nomi che ricordino gli scienziati che hanno lavorato nei vari campi. Parecchie di queste proposte sono oggi in discussione sul tappeto internazionale scientifico. Il Della Riccia suggerisce che per la « unità di potenza reattiva » venga proposto il nome di Galileo Ferraris. Realmente il Ferraris è stato fra coloro che meglio hanno contribuito a chiarire taluni dei punti delle complesse questioni nelle quali occorre parlare di potenza reattiva; debbo aggiungere, però, in omaggio alla verità, che la proposta non ha ancora trovato grandissimo consenso presso i colleghi ai quali ne ho parlato; da alcuni si osserva che il nome di Galileo Ferraris è già universalmente noto per la scoperta del campo rotante, e che è dubbio che valga la pena di insistere nell'ambiente internazionale per un ulteriore riconoscimento che non appare molto significativo. Desidero però conoscere il parere, su questo argomento, dei colleghi oggi presenti; parere che potrà essere manifestato subito, oppure comunicato alla Presidenza, per iscritto, in seguito.

Il Prof. *Lombardi* esprime il parere che la proposta di dare il nome di Ferraris alla unità di potenza reattiva sia inutile, e forse anche dannosa. Ricorda la proposta fatta in un recente congresso internazionale, di dare il nome di Hertz alla « unità di frequenza », proposta che fu bocciata.

Rebora: A proposito di quest'ultima proposta in modo speciale, si dichiara contrario a dare nomi di persone a certe unità.

Il *Presidente* comunica che prima di prendere una deliberazione definitiva, attenderà, qualche giorno, aventuali altri comunicazioni scritte dai colleghi.

Comunica poi, che, sicuro di interpretare l'animo dei colleghi e d'accordo con le Autorità di Trieste, ha ritenuto opportuno che il Congresso lasciasse una qualche traccia di sè a Trieste, con la offerta al Comune di due piccole medaglie, una d'oro e l'altra d'argento, da assegnare ai migliori licenziati dalla Sezione Elettrotecnica dell'Istituto Industriale, e della somma capitale (circa 5000 lire) occorrente per rendere permanente ed annuale questo conferimento. L'offerta sarà fatta in occasione del ricevimento che ci sarà offerto dal Municipio al Museo del Risorgimento.

Lombardi: D'accordo in massima con la Presidenza, ricorda però i mezzi modesti dei quali l'A.E.I. dispone, ed il pericolo di creare precedenti per i futuri Congressi.

Presidente: Riconosce la esiguità dei mezzi dell'A. E. I; ma qui si tratta di somme che sono assai modeste anche rispetto a questi mezzi esigui. D'altra parte, al disopra della questione dei mezzi stava l'opportunità, anzi la necessità, di dimostrare a Trieste l'animo degli elettrotecnici italiani; si è scelta, per questo, la forma che più è sembrata gradita alla nobilissima città (*applausi*).

2. - Comitato Elettrotecnico Italiano.

Al Consiglio Generale di Milano il Consiglio ebbe notizia delle trattative, condotte fino ad allora in forma ufficiosa, con vari Enti, per un nuovo assetto del Comitato, a continuazione delle trattative già iniziate dalla passata Presidenza. Posso ora comunicare che il Consiglio Nazionale delle Ricerche e la UNFIEL hanno approvato anche essi lo statuto predisposto, sicchè si è anche potuto procedere alla nomina del grosso dei membri del C. E. I. Al completamento si sta procedendo man mano che se ne presenta la occasione e la opportunità. Il Comitato, del resto, ha già cominciato a funzionare in pieno. Fino dal 6 aprile ha tenuto una riunione a Milano, in cui ha organizzato i suoi lavori. I Sottocomitati hanno lavorato attivamente. Il Comitato ha partecipato assai decorosamente alla riunione di Stoccolma; ne avremo la riprova anche dai Sottocomitati. Questo successo, del quale dobbiamo essere vivamente grati ai colleghi del C. E.I., e specialmente alla sua Presidenza, ci deve incoraggiare ad andare avanti.

Lombardi: Esprimo la più viva riconoscenza per le lusinghiere parole del Presidente Generale verso il Comitato Elettrotecnico Italiano. Abbiamo deciso di formulare oggi un voto perchè il Comitato si completi dei posti ancora vacanti, per giovarsi della competenza anche di altri colleghi che potranno portare un contributo molto prezioso.

3. - Partecipazione dell'A. E. I. al lavoro di Enti internazionali.

Presidente: L'Associazione è stata presente anche alla Riunione di Berlino, della World Power Conference, dove la Delegazione Italiana ha così degnamente rappresentato il Paese, sia per l'autorità dei singoli membri, a cominciare dal Presidente, S. E. Vallauri, sia per la parte da essi presa ai lavori. Sono lieto di dover qui ringraziare più specialmente S. E. Vallauri ed il nostro rappresentante ufficiale, Ing. Semenza (*applausi*). Il giornale pubblicherà un resoconto abbastanza ampio della Riunione di Berlino.

L'A. E. I. persiste, naturalmente, nel programma di non restare estranea alle più importanti manifestazioni internazionali, pur cercando, d'accordo con altre Associazioni, di delimitare il campo in modo da evitare inutili doppioni. Siamo ancora lontani, per verità, dal raggiungimento completo dello scopo; ma progressi sono stati fatti indubbiamente, anche in seguito alla constatazione dell'accentuarsi di certi inconvenienti del lavoro internazionale non bene coordinato.

4. - Premio « Righi ».

Presidente: Il Consiglio ricorda quanto fu detto al riguardo nella passata riunione del Consiglio; nella quale venne approvata l'idea di istituire un premio, intitolato all'insigne Fisico, che giovasse a dare impulso alle ricerche sperimentali nel campo della elettrologia, in generale (compresa quindi la elettrotecnica). Venne compilato uno schema di Regolamento sul quale venne chiesto il parere ai Presidenti di Sezione. Totalizzando le varie osservazioni, ne è venuto fuori lo schema di Regolamento di cui sono state distribuite le copie. E' bene che il Consiglio Generale ne prenda visione e lo ritocchi, se sarà il caso, prima della presentazione all'Assemblea Generale dei soci.

Righi: Consentitemi di esprimere i più vivi sensi di ringraziamento miei e di mia madre per la deliberazione che avete preso di onorare la memoria di mio padre. Per noi che viviamo nella religione dei ricordi e che abbiamo gli occhi della mente fissi alla memoria di Lui come ad una meta lontana, per noi l'onoranza da voi stabilita è la massima che si poteva scegliere. Nella nostra mente la sua scomparsa, anche dopo dieci anni, ha lasciato una traccia vivissima; non forse in tutti: e quindi questa forma di ricordanza è stata per noi graditissima. Permettetemi di ringraziarvi tutti nella persona del nostro Presidente Generale, che della deliberazione volle informarmi soltanto dopo ch'era stata già presa (*applausi*).

Il Presidente prega il Vice Segretario Generale, Prof. Pugno Vanoni, di leggere il progetto di regolamento per gli eventuali perfezionamenti da apportarvi.

Un Consigliere propone di lasciare alla Presidenza l'incarico di perfezionarlo, eventualmente.

Il *Presidente* ringrazia per questa fiducia, ma ritiene opportuno che il progetto di regolamento sia letto.

Il Prof. Pugno Vanoni legge il progetto di regolamento.

Dopo alcune osservazioni e lievi ritocchi proposti dai colleghi: Rebora, Motti, Lombardi, Barbagelata ed altri, il Regolamento viene approvato nel testo che si riporta:

PREMIO « RIGHI »

1. — Per onorare la memoria di Augusto Righi ed incoraggiare nel nostro Paese gli studi sperimentali di elettrologia, è istituito, per iniziativa dell'A. E. I., un premio biennale che da Lui prende nome.

2. — Il premio consiste in una medaglia d'oro, da conferirsi all'autore, che dovrà essere di nazionalità italiana, del miglior lavoro sperimentale (o del miglior gruppo di lavori sperimentali) di elettrologia, pubblicato in Italia nel biennio.

Al premio provvede direttamente, con i propri fondi, l'A. E. I.

3. — Il 1° biennio scadrà col 31 marzo 1932, ed il premio verrà assegnato in occasione del Congresso annuale dello stesso anno. E similmente di due in due anni.

4. — La Commissione giudicatrice del Premio sarà formata da quattro membri, di cui due, compreso il Presidente (che avrà voto preponderante in caso di parità) saranno nominati dal Consiglio Generale dell'A. E. I. nella tornata di primavera; per gli altri due, la Presidenza dell'A. E. I. chiederà tempestivamente la designazione rispettivamente al Comitato Fisico del Consiglio Nazionale delle Ricerche ed alla Società di Fisica.

5. — Gli Autori che intendessero concorrere al Premio, dovranno comunicarlo alla Presidenza Generale dell'A. E. I., prima della scadenza di ogni biennio, inviando anche quattro copie dei lavori.

Sarà in facoltà della Commissione giudicatrice di prendere in considerazione, di sua iniziativa, anche lavori non presentati ufficialmente al Concorso.

Il Premio non potrà essere assegnato due volte di seguito alla stessa persona; nè, di regola, assegnato per lavori già premiati da altri Enti.

6. — Ove sorgessero dubbi di interpretazione del presente Regolamento, o si presentasse la opportunità di modificarlo, sarà competente a decidere il Consiglio Generale dell'A. E. I.

5. - Borsa di studio Italy-America Society; Premio « Bianchi ».

Presidente: Ricorda le origini e lo Statuto della Borsa Italy-America Society (Statuto contenuto nell'Annuario dell'A. E. I.) e le precedenti assegnazioni, a giovani il cui valore è stato apertamente riconosciuto dai colleghi americani. Quest'anno, il concorso è stato vinto, come ne è stata data notizia sul giornale, dall'Ing. Renato Lombardi, figlio del Presidente del nostro Comitato Elettrotecnico (*applausi*). Sono sicuro che anche questo valoroso giovane continuerà la tradizione già così simpaticamente affermatasi e così lusinghiera per l'Italia. Egli parte in questi giorni; gli giungano i nostri saluti ed i nostri auguri.

Quest'anno, peraltro, e per la prima volta, le pratiche svolte per ottenere che questo giovane avesse il permesso di entrare in America hanno urtato contro una serie di difficoltà, di vario genere, presso le Autorità Consolari americane. La ragione è che lo Statuto del Premio contiene una frase che si presta alla interpretazione, errata per altro, che il giovane che ha vinto il premio possa venir considerato, da certi punti di vista, come un emigrante.

Ritengo che un conveniente ritocco dello Statuto, che elimini quella errata interpretazione, sia necessaria; faremo le pratiche, subito dopo il Congresso, con la Italy-America Society.

Premio « Bianchi ». — Deve anche dare notizia — anzi sentirne —, sull'assegnazione del premio Bianchi del quale pure ricorda origini e finalità. Si è riunita in questi giorni la Commissione speciale per l'assegnazione, presieduta dal Prof. Lombardi, in sostituzione del Prof. Grassi. Prega il relatore della Commissione di riferire al Consiglio.

Il Prof. *Lombardi,* riferisce, anche a nome dei colleghi Barbagelata, Emanueli e Rebora, essersi presi in esame oltre trenta lavori pubblicati nel biennio. Di questi, una diecina ha particolarmente richiamato l'attenzione della Commissione, e di essi non sarebbe agevole stabilire un confronto esatto per quanto riguarda il valore scientifico e il merito di originalità. Fra tutti, per altro, un gruppo ha creduto la Commissione meritasse considerazione ai fini che l'istituzione si propone di conseguire. Esso è costituito da tre lavori, del Dott. Vecchiacchi, di Livorno, i quali hanno essenzialmente per oggetto argomenti inerenti ai fenomeni di oscillazione ad alta frequenza ed ai procedimenti di misura appoggiati ad uno speciale sistema di demoltiplicazione da lui ideato che permette di conseguire approssimazioni non prima possibili.

La Commissione pertanto è stata concorde nel proporre che al Dott. Vecchiacchi sia conferito il Premio Bianchi (*applausi*).

Presidente : Il vostro plauso dice chiaramente che la proposta è approvata dal Consiglio Generale. Ancora quest'anno, il Premio consiste in una medaglia; nella assegnazione prossima, alla medaglia sarà aggiunto il frutto delle quindicimila lire generosamente donate, a questo scopo, da un socio anonimo, come i colleghi ricordano.

6. - Vita delle Sezioni.

Presidente : il Consiglio sa che alla fine di ogni anno si verifica, nel numero dei soci, una contrazione, dovuta alle cancellazioni per varie ragioni, dopo la quale il ritmo delle nuove iscrizioni cresce nuovamente. Così è avvenuto anche quest'anno. Mentre infatti alla epoca del Consiglio di marzo i soci erano discesi a 5943, oggi sono risaliti a 6142. L'aumento è dovuto bensì all'iscrizione di 393 nuovi soci ma risente della diminuzione di 194 soci dichiarati morosi.

Dobbiamo poi ratificare quanto ha fatto la Sezione di Bari, la quale ha adottato il nome più comprensivo di « Sezione Pugliese ». Essa ha aumentato anche considerevolmente il numero dei propri soci. Noi non possiamo, credo, che approvare questa modificazione di denominazione della Sezione.

Taccani : Credo che sia una buona idea, che si potrebbe forse anche estendere.

Altri Consigliari esprimono il parere che sia da approvare la proposta della Sezione di Bari, ma che è opportuno lasciare che iniziative del genere vengano dalle Sezioni. E così rimane stabilito.

Presidente : Dirò ora dei *Soci Vitalizi.* Essi sono ora 71. Raccomando a tutti di continuare l'opera di propaganda relativa e di segnalare alla Presidenza quei colleghi presso i quali si potrebbe fare qualche passo per indurli a questa forma di associazione. E' inutile tornare a ricordare i vantaggi che darebbe l'avere molti soci vitalizi. S'è altra volta parlato di difficoltà dovute ai valori assoluti delle quote ed ai rapporti fra queste quote e quello che oggi rimane alle Sezioni per ogni socio ordinario; ma per poter deliberare al riguardo, bisognerebbe avere obbiezioni e proposte concrete. Il grosso dei soci vitalizi appartiene alla Sezione di Milano, che da sola ne ha quaranta (trentacinque vitalizi e cinque perpetui). Nel segnalare ai colleghi l'opera di questa Sezione, spero che le altre si sentano incoraggiate ad intensificare la loro opera al riguardo.

Attività delle Sezioni. — Anche l'attività delle Sezioni è stata molto lodevole in questo ultimo periodo, ma debbo rilevare che molte Sezioni fanno, per così dire, un po' come la mammoletta, che si nasconde tra le sue foglie. Così, le notizie che la Sede Centrale aveva sull'attività delle Sezioni, segnalavano complessivamente ottantasette fra riunioni, gite, ecc., fatte dalle varie Sezioni. Quando la Presidenza ha chiesto più precise notizie, per un rapporto riassuntivo, è venuto fuori che le manifestazioni di vario genere ascendevano in realtà a centododici, quasi il 30 per cento in più. Pregherei le Segreterie delle Sezioni di voler dare sistematicamente notizia alla Presidenza di quanto si fa nelle Sezioni. Per esempio, la Sezione di Trieste, che figurava relativamente poco, ha svolto invece una attività assai notevole ed in una forma simpatica. Oltre le riunioni ufficiali, qui a Trieste vengono spesso tenute delle riunioni dirò così, di carattere famigliare in qualche locale pubblico che abbia una sala appartata; in queste riunioni si parla delle novità più recenti, e gli intervenuti danno e chiedono notizie e chiarimenti in proposito. Si tratta naturalmente di iniziative che hanno carattere locale; ho citato questo esempio sopratutto per mostrare un caso in cui noi non sapevamo nulla di quanto si faceva e che potrebbe forse essere utilmente imitato, in una forma adatta, in qualche altra Sezione.

Interessante è anche il diagramma compilato dall'Ing. Redaelli intorno al movimento dei soci. Se ne rileva che l'incremento accenna a mantenersi; sia pure con un ritmo un po' minore che negli anni precedenti, per motivi che i colleghi sanno perfettamente.

Della vita delle Sezioni si parlerà più diffusamente in altra riunione, quella dei Presidenti delle Sezioni. Sarebbe anche opportuno completare, in tutte le Sezioni, tutto ciò che riguarda la vita delle singole Sezioni : regolamenti interni, struttura dei bilanci, ecc.; questo faciliterebbe la preparazione d'un rapporto complessivo sull'attività delle Sezioni.

Nella vita sezionale si ritrovano i germi di tante cose interessanti che riguardano l'Associazione. Se i colleghi non hanno nulla da aggiungere su questo punto (che sarà trattato nuovamente domani sera, nella citata riunione), passerò oltre (*approvazioni*).

7. - Bilanci. — (Voci : « Si approvano »).

Presidente : Ringrazio i colleghi della fiducia. Ma c'è nei bilanci qualche cosa che va segnalato. La nostra Associazione è arrivata adesso ad un tale sviluppo, come numero di soci e come movimento di cassa, che si è creduto opportuno di riesaminare il modo in cui venivano compilati i bilanci e tenuti i conti della nostra Associazione, in relazione alla nostra situazione di Ente morale.

Un abile ragioniere, che è stato interpellato, ha dichiarato, dopo una minuziosa revisione, che tutto procedeva — nè poteva essere diversamente — in modo sostanzialmente regolare; e di ciò va data lode all'Ufficio Centrale ed al personale operoso, e affezionato alla A.E.I., che vi è addetto. Ma ha anche confermato che sarebbe stato desiderabile di sistemare la contabilità in modo un po' meno famigliare e secondo forme più simili a quelle usate dalle buone amministrazioni della stessa natura ed importanza. Terremo quindi un libro mastro all'americana, con i necessari libri accessori. E' una piccola modificazione, benchè formale; ma credo che fosse ormai necessaria.

Vi presento il consuntivo del 1929 e il preventivo per il 1930 come lo avevate approvato, con lievi ritocchi di aggruppamento delle voci, insieme al nuovo preventivo per il 1931.

A commento del bilancio 1930 debbo pur rilevare che esso non è in condizioni floride. Sono bensì aumentati i soci e quindi gli introiti, ma sono aumentate anche le spese, o, meglio, sono diminuiti gl'introiti che corrispondevano al sorpasso delle spese : per esempio, la pubblicità nel giornale. E' un momento notoriamente difficile nel campo delle industrie e degli affari, e quindi non c'è da meravigliarsene. Il bilancio ancora oggi torna, ma manca di ogni elasticità; affinchè questa ritorni bisognerebbe cercare di aumentare il numero dei soci. Raccomando ai colleghi di adoperarsi in questo senso.

Una questione è stata posta talvolta alla Sede Centrale, quale criterio convenisse tenere nei riguardi dell'ammissione di soci non laureati. Bisogna riconoscere che questi nostri colleghi, che sono numerosi, ci danno spesso un contributo di lavoro e di conoscenze pratiche assai notevole. Ma è anche certo che bisogna procedere con cautela, nel senso di evitare di ammettere nella nostra Associazione elementi inadatti. Tuttavia, rimane alle Sezioni un campo molto vasto nel quale fare nuovi soci. A titolo d'onore, mi permetto di citare le Sezioni che hanno maggiormente aumentato in questi ultimi mesi i loro soci : esse sono : Trieste, Napoli, Bari, Genova, Milano, le Sezione Adriatica e quella Veneta.

Il Preventivo 1931, aggiunto ai bilanci, è fatto con criteri prudenti. Questo preventivo chiude con una probabile differenza passiva di 12.000 lire, sopra un totale di 320.000 lire. Si cercherà tuttavia di evitarla, per quanto possibile.

Se i colleghi non hanno da fare obiezioni a questi bilanci....

Voci : Si ritengono approvati ! (*applausi*).

8. - « L'Elettrotecnica ».

Presidente : Nei riguardi del giornale non ho grandi novità da comunicare. I colleghi hanno certamente apprezzato il nuovo aspetto più decoroso del giornale, e la nuova carta, che si presta meglio alle illustrazioni. Ha continuato a svolgersi la rubrica degli impianti, certo fra le più importanti; ed è stata iniziata la rubrica dei Pionieri dell'elettrotecnica e dell'elettrofisica. S'è trovato qualche difficoltà in varie rubriche, per esempio, in quella di volgarizzazione di cui si parlò nel Consiglio di marzo. E' molto difficile trovare colleghi che abbiano il tempo di preparare brevi articoli adatti anche per colleghi non specialisti di quel dato ramo. La Redazione ha avuto varie promesse, ma io mi appello anche all'interessamento dei colleghi presenti. *L'Elettrotecnica* è piena di argomenti molto interessanti, ma trattati sin qui solo da specialisti e per un pubblico ristretto; sarebbe quindi assai utile riprenderne qualcuno in forma adatta ad una cerchia più larga di persone. Naturalmente, non si pretende che questa opera di collaborazione sia gratuita.

Nel giudicare, poi, l'aspetto del giornale e il suo valore complessivo, il Consiglio non deve dimenticare che, per note ragioni, è stato stralciato dal giornale tutto il materiale dei Congressi.

Il volume dei Rendiconti del Congresso è perciò da considerarsi, agli effetti del giudizio, come un vero e proprio numero straordinario, e di grande mole, del giornale.

Ad ogni modo, e vi parlo a nome della Redazione, voi vorrete scusare se il giornale non è ancora quello che la Redazione stessa vorrebbe che fosse. Essa non disarma, naturalmente, nei suoi sforzi, ma chiede che non gli manchi il vostro aiuto, senza del quale poco potrebbe fare. La Redazione vi sarà assai grata d'ogni vostro consiglio o suggerimento.

Prof. *Lombardi* : Il « cittadino che protesta » si deve levare e smontare l'ultima parte del discorso del Presidente. Qui non è la Redazione che deve venire a fare delle scuse relative al giornale; è tutto il Consiglio che loda illimitatamente il giornale, che è molto apprezzato in tutto il mondo tecnico : e noi siamo alla Redazione riconoscenti (*vivi applausi*).

Presidente : Ringrazio vivamente il Prof. Lombardi ed i colleghi; ma ripeto che in qualunque momento la Redazione gradirà il consiglio dei soci e specialmente quello dei colleghi del Consiglio.

Se non vi sono osservazioni, essendo esaurita la materia all'ordine del giorno, leverò la seduta affinchè il Consiglio possa recarsi a San Giusto per quel doveroso atto di omaggio all'Ara dei Caduti col quale l'A. E. I. intende iniziare le manifestazioni ufficiali del Congresso. (*Applausi vivissimi e molto prolungati*).

La seduta è tolta alle ore 11,50.

Il Vice Segretario Generale E. PUGNO VANONI — *Il Presidente Generale* U. BORDONI

* *

Verbale dell'Assemblea Generale

Seduta del 18 settembre 1930 - Trieste

ORDINE DEL GIORNO:

1. - Comunicazioni e relazione della Presidenza;
2. - Comitato Elettrotecnico Italiano;
3. - Assegnazione Premio « Bianchi »;
4. - Istituzione e Regolamento Premio « Righi »;
5. - Bilanci;
6. - Eventuali e varie.

La seduta è aperta alle ore 11.

Presiede il Presidente Generale, Prof. U. Bordoni, assistito dai Vice Presidenti Generali, Ing. T. Gonzales ed Ing. A. Righi, dal Vice Segretario Generale, Prof. E. Pugno Vanoni, dal Segretario della Presidenza, Prof. F. Neri e dal Vice Direttore dell'Ufficio Centrale, Ing. C. Redaelli.

Presidente : Sarà brevissimo nella sua esposizione, potendo fare riferimento a quanto, in varie occasioni, è stato già portato a conoscenza dei soci per mezzo del giornale.

1. - Comunicazioni e relazione della Presidenza.

Parla dell'opera svolta dalla Sezione di Trieste, nei riguardi dell'attuale Congresso (*tutta l'assemblea sorge applaudendo calorosamente*). E' stato veramente straordinario lo zelo dimostrato dalla Sezione, diretta dal suo Presidente, Ing. Italo Bonazzi (*applausi vivissimi*). La Sezione di Trieste ha trovato cordiale appoggio negli Enti locali pubblici e privati ai quali tutti è lieto di rinnovare i ringraziamenti più vivi (*applausi*). E' per la cortesia del Segretario Federale, Dott. Perusino, che il Congresso ha potuto svolgersi nella magnifica Sala del Littorio; ed è l'interessamento della SELVEG, dei *Cantieri di Monfalcone* e della *Cosulich* che ha reso possibili talune parti del programma del Congresso (*applausi*).

Il Presidente rileva quindi anche l'opera di organizzazione svolta dalla Segreteria di Milano, dall'Ing. Redaelli, dal Segretario Ing. Neri, e l'opera assidua ed accurata di tutti gli altri collaboratori.

Commemora poi i soci defunti dopo l'ultima riunione (*l'assemblea nuovamente sorge unanime in un minuto di raccoglimento*). (Il Presidente legge l'elenco già riportato nei verbali del Consiglio Generale del 1° marzo e del 14 settembre 1930). Tutti gli estinti — dice — ci erano egualmente cari, ed alla memoria di tutti mandiamo il nostro riverente saluto. Ricordo in modo particolare le figure di Guido Semenza, di J. W. Lieb e di Aldo Pontremoli. Alle famiglie di tutti gli scomparsi, il pensiero dell'A.E.I., riconoscente per quanto essi hanno fatto in vita in pro del nostro Paese e della Associazione.

Tra i fatti più interessanti, quest'anno, della vita dell'Associazione, il Presidente ricorda: la collaborazione alla compilazione, per parte del Ministero LL. PP., del Regolamento Dighe; la gita a Tripoli, la nuova forma dell'Annuario, le pubblicazioni statistiche; e li illustra singolarmente.

2. - Comitato Elettrotecnico Italiano.

Passando a parlare del *Comitato Elettrotecnico Italiano*, riassume rapidamente quanto vi si riferisce e segnala ai soci come anche nella nuova forma il C. E. I. abbia continuato, guidato dai Proff. Lombardi e Barbagelata, nella sua tradizionale operosità (*applausi*).

3. - Premio « Bianchi ».

L'apposita Commissione relatrice ha proposto di conferirlo al Dott. Vecchiacchi di Livorno. Riassume le motivazioni della Commissione. Sottopone all'approvazione dell'Assemblea la proposta della Commissione (*applausi*). Questo vostro applauso, dice il Presidente, è indice eloquente della vostra approvazione. Poichè il Dott. Vecchiacchi non è presente, la consegna del premio sarà fatta attraverso la Sezione alla quale egli appartiene.

4. - Premio « Righi ».

Riassume le ragioni della istituzione di questo premio, e le sue modalità. Esso verrà assegnato ogni due anni all'autore del miglior lavoro sperimentale in materia di Elettrologia, intesa la parola nel senso più largo.

Il regolamento relativo è stato approvato giorni or sono dal Consiglio Generale; e ne viene data lettura dal Vice Segretario Generale. Il Regolamento viene approvato.

5. - Bilanci.

Il Presidente illustra quindi i Bilanci presentati all'Assemblea.

Il consuntivo del 1929 non presenta nulla di speciale. Qualche attenzione merita il preventivo 1931. Fa notare, anzitutto, che la forma del bilancio è leggermente diversa da quella degli anni scorsi, in relazione ad una riorganizzazione, alla quale si è proceduto nei mesi scorsi, della contabilità della Sede Centrale. Il nuovo assetto è stato fatto secondo i consigli di un esperto contabile, il quale ha anche potuto constatare — nè potevano esservi dubbi in proposito — la regolarità sostanziale delle gestioni antecedenti. Nella nuova forma, anch'essa semplice, la contabilità risulterà più chiara e più comprensibile.

Quanto alla sostanza del bilancio, la situazione si presenta tutt'altro che facile, in relazione al delicato momento della vita economica mondiale che si ripercuote indirettamente su tutte le manifestazioni. E' previsto un lieve sbilancio di L. 12.000, che si farà ogni sforzo per evitare.

Il modo più sicuro e più tranquillo per ottenere nel bilancio maggiore elasticità sarebbe quello di aumentare il numero dei soci.

Domanda se ci sono osservazioni da fare ai Bilanci.

Poichè nessuno domanda la parola, mette in votazione i Bilanci (*l'Assemblea, approvando, applaude vivamente*).

6. - Eventuali e varie.

Un cenno, ancora, sul giornale *L'Elettrotecnica*. Esso ha seguito la via degli anni passati, cercando di migliorare non solo la veste ma anche la sostanza. Il giornale è tuttavia ancora lontano dal modello che si vorrebbe raggiungere, e la Redazione se ne scusa per mio mezzo. Voi sapete, del resto, quale intelligente attività dedichi al giornale, da anni, il suo Redattore-capo, Prof. Barbagelata (*applausi*). Nel giudicare il valore del giornale, non può dimenticarsi che da esso con la pubblicazione dei Rendiconti dei Congressi si è venuti a toglierví tutta la relativa interessantissima materia. Tornare indietro, per il momento, non si può per ragioni economiche, data anche la mole ormai raggiunta dalla materia dei Congressi; ne è un esempio l'insieme delle importanti relazioni presentate a questa nostra riunione. Debbo finalmente dire che se il giornale non è ancora tutto ciò che potrebbe essere, la colpa è anche un poco vostra, perchè il giornale risente in gran parte dalla collaborazione dei soci. Questa vostra collaborazione io invoco caldamente, anche per rinsanguare le rubriche che danno notizia di tutto ciò che di nuovo si fa, in materia di impianti e di costruzioni. La Redazione (*vivi applausi*) continuerà a fare del suo meglio e gradirà ogni vostro consiglio (*applausi*).

Esaurita la materia all'ordine del giorno, prega il Vice Segretario Generale di dare lettura dei telegrammi già pervenuti alla Presidenza in risposta a quelli inviati in occasione della inaugurazione.

Il Segretario legge i telegrammi inviati:

da S. M. il Re.

Alla lettura del telegramma, a firma personale di S. M. il Re, l'assemblea scatta in piedi unanime ed applaude a lungo fragorosamente.

dal Presidente della Società del Progresso delle Scienze, On. Blanc;

dal Direttore generale delle Ferrovie dello Stato, Ing. Oddone;

da S. E. Turati (*l'assemblea applaude vivamente*);

Presidente : Esaurito così l'Ordine del giorno, non mi rimane che da sciogliere l'assemblea e pregarla di scusare le inevitabili manchevolezze della mia Presidenza.

Dopo queste parole del Presidente si alza il Prof. *Lombardi*, salutato da un applauso dell'assemblea, e dice: — Mi si permetta di aggiungere qualche parola. Non so se a qualcuno dei colleghi che sono qui presenti sia accaduto il fenomeno che si è manifestato in me. Quando mesi fa ho ricevuto il programma del Congresso ed ho letto: « Produzione termica dell'energia », sono restato effettivamente perplesso; perchè ho fatto questo ragionamento: noi abbiamo fatto Presidente un professore di fisica tecnica, il quale avvierà le attività dell'A. E. I. verso la soluzione dei problemi termici; cosa che agli elettrotecnici interessa certamente, ma che nei programmi precisi dell'elettrotecnica è dubbio se potesse strettamente rientrare. Malgrado ciò, sono venuto a questo Congresso, e non con rincrescimento, perchè io pure mi sono sempre occupato molto, per debito d'ufficio, di questi argomenti — ma con la curiosità di vedere come il tema sarebbe stato trattato, e come il nuovo Presidente, con la larghissima competenza che gli riconosciamo in tutti i campi della nostra disciplina, avrebbe guidato le nostre discussioni.

Ora, siamo qui a fare la sintesi. Io sono stato presente a tutte le sedute, e devo confessare che ho imparato una quantità di cose, che effettivamente mi saranno preziose anche per tutto il resto della mia carriera d'insegnante. Di questo mi pare che dobbiamo essere particolarmente grati all'ufficio di presidenza, ma sopratutto al nostro Presidente Generale (*applausi*), al quale mi pare molto difficile dire molto di più di quello che voi avete detto. Devo però esprimere la mia ammirazione, perchè, al di fuori del lavoro di questa settimana, il Congresso ha costato un lungo lavoro di preparazione, di cui Egli aveva assunto l'iniziativa e la responsabilità. Ma poi, essendo stato in contatto con lui per tutte le questioni che si sono dovute trattare, soprat-

tutto nei riguardi del C. E. I., ho dovuto ammirare in lui un tatto, una signorilità, una fermezza di carattere e di volontà, che veramente noi non avremmo potuto nè immaginare, nè desiderare maggiore. Questo omaggio io intendo rendere qui, anche a nome del C. E. I., al nostro Presidente Generale, e vi invito a fare un segno particolarmente caloroso in questo senso (*applausi vivissimi e prolungati*).

Viene quindi data lettura del seguente telegramma di S. E. Vallauri, indirizzato al Prof. Barbagelata, che è accolto con applausi:

« Trattenuto Roma lavori Accademia pregoti associarmi imman-« cabilmente fervido plauso Colleghi nostro ottimo carissimo Presi-« dente. — VALLAURI ».

Dopo ciò chiede la parola il Presidente della Sezione di Trieste, Ing. *Bonazzi*, che l'assemblea accoglie con vivo plauso, al quale egli risponde col saluto romano. Cessati gli applausi, egli dice:

Ultimata l'Assemblea Generale, che segna la chiusura dei lavori tecnici di questo Congresso, io devo esprimere l'ammirazione più viva per le dotte esposizioni e per le elevate dissertazioni tecniche alle quali ho avuto l'onore di assistere. Ciò sarà incentivo e sprone anche per la Sezione di Trieste a contribuire per l'avvenire più fattivamente pel raggiungimento di mete sempre più elevate della nostra A. E. I.

La venuta a Trieste degli Elettrotecnici d'Italia è interpretata dalla nostra Sezione come una visita personale fatta a ciascuno di noi, ed io m'impegno, come Presidente della Sezione, di ricambiare la visita a tutti i soci nel XXXVI Congresso, in compagnia di molti soci della Sezione di questa città redenta.

A Lei, illustre Presidente Generale, devo esprimere la più profonda riconoscenza e gratitudine mia e di tutti i soci della Sezione locale, per l'onore altissimo fatto scegliendo Trieste a sede di questo importante Congresso. La ringrazio, inoltre, di aver dato ai soci di Trieste la possibilità di apprezzare, oltrechè le doti del Suo alto ingegno e della Sua profonda cultura a noi già note, anche quelle dell'animo Suo. Trieste tutta, attraverso tutte le Autorità locali e tutti gli esponenti maggiori della cittadinanza, ha preso parte viva a questo Congresso; e noi abbiamo avuto un fenomeno — accennato l'altra sera dalle Autorità — mai avvenuto, e cioè che questo Congresso non è passato come una nave la cui scia dopo il suo passaggio si richiude e si cancella e il mare torna calmo, ma ha lasciato un'impronta profonda d'italianità: e quindi lo scopo primo che il Presidente Generale si era proposto, di portare cioè alla conoscenza di questa cittadinanza, che ama fortemente l'Italia, ma non conosce forse sufficientemente gl'Italiani, è pienamente raggiunto, perchè Voi partendo da Trieste lascerete un ricordo duraturo e profondo in tutta la cittadinanza (*applausi*).

Quale perenne ricordo al nostro illustre Presidente, e perchè gli sia di conforto nelle immancabili difficoltà che egli dovrà superare nel disimpegno delle sue mansioni, la nostra Sezione ha voluto offrirgli in modestissimo segno d'omaggio: una pergamena, la quale porta intrecciati lo Stemma Sabaudo, il Fascio Littorio e la bianca Alabarda Triestina spiccante in campo rosso; ed io faccio l'augurio che quella luce che illumina il Faro della Vittoria voglia essere auspicio fecondo per la soluzione di futuri ardui problemi, e simbolo della fede che tutti accomuna nel travaglio delle diuturne ricerche. (*Applausi vivissimi e prolungati*).

Il *Presidente*, Prof. Bordoni, visibilmente commosso, ringrazia tutti coloro che hanno avuto parole così cortesi e ringrazia per il dono graditissimo della Sezione di Trieste. Egli non ha fatto che il proprio dovere, seguendo l'esempio dei suoi predecessori. Molte delle cose dette spettano in realtà ai suoi collaboratori di Trieste, di Milano e di Roma. Tutti hanno sentito il dovere di prodigarsi per la riuscita del Congresso e per mantenere le nobili tradizioni della Associazione.

Ringrazia ancora e invita i colleghi a chiudere l'Assemblea Generale al grido di « Viva Trieste italiana! ».

L'assemblea ripete il grido di « evviva » fra un uragano di applausi; indi lentamente si scioglie, alle ore 12,30.

Notizie delle Sezioni

MANIFESTAZIONI DELLA SEZIONE PUGLIESE.

Proiezione della cinematografia " L'energia elettrica in Puglia ".

La mattina del 4 settembre, sotto gli auspici della Sezione Pugliese dell'A.E.I., venne proiettata nel Teatro Margherita di Bari la cinematografia « L'energia idroelettrica in Puglia » presentata dal Presidente Ing. Mario Battaglia.

La Sezione Pugliese, promuovendo questa prima manifestazione del triennio, si è proposta di compiere una rassegna generale della produzione e distribuzione dell'energia elettrica nel Mezzogiorno Continentale d'Italia, onde fornire ai Soci ed al pubblico una visione della grandiosità degli impianti costruiti dalla Società Meridionale di Elettricità per dotare di energia idroelettrica le Regioni Meridionali, e dalla Società Generale Pugliese di Elettricità in Puglia.

Gli inviti sono stati pertanto estesi alle Autorità ed alle più cospicue personalità della Provincia di Bari, che hanno dimostrato, col loro intervento, di averli accolti favorevolmente.

Erano infatti presenti alla manifestazione: S. E. il Comandante del Corpo d'Armata, S. E. il Prefetto di Bari, il Sig. Segretario Federale di Terra di Bari, il Preside ed i Rettori della Provincia, il Commissario al Comune di Bari e molte altre Autorità civili e militari.

La manifestazione si è iniziata con la presentazione della cinematografia fatta dal Presidente con le seguenti parole:

Eccellenze, Signore, Signori!

« A nome della Sezione Pugliese dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, Vi rivolgo i più vivi ringraziamenti per avere aderito al nostro invito.

« E mi affretto a rassicuraVi circa le mie intenzioni. Non è una chiacchierata che io penso di infliggerVi. Mi limiterò ad una brevissima introduzione, lasciando poi subito la parola allo schermo, cioè ai fatti.

« L'Associazione Elettrotecnica Italiana, che noi indichiamo colla sigla A.E.I. ha scopi prevalentemente culturali e scientifici e nei suoi 34 anni di vita è andata sempre più crescendo di autorità ed importanza a fianco delle industrie elettriche italiane: industrie tanto di costruzione ed esercizio di impianti di produzione e distribuzione di energia elettrica, quanto costruttrici di macchinario e di apparecchi elettrici. L'A.E.I. quindi può riunire, come riunisce, nel suo seno tutte le categorie culturalmente più elevate di elettrotecnici italiani ed ha rapporti di collaborazione colle similari associazioni estere.

« Sotto l'egida di tale associazione, per sua natura serena, Vi presenterò una visione cinematografica nella quale la Società Meridionale di Elettricità e la Società Generale Pugliese di Elttricità, hanno, per incitamento della Sezione Pugliese della nostra Associazione, tentato di riassumere il grandioso lavoro compiuto, di cui la maggior parte durante l'Era Fascista, ed i lavori in corso di esecuzione, per dotare di larghissime disponibilità di energia idroelettrica il Mezzogiorno continentale d'Italia.

« Una notevole parte della cinematografia è, naturalmente, riservata alla Puglia, per la quale il problema della alimentazione idroelettrica si presentava in modo particolarmente interessante.

« L'alimentazione della Puglia, rispetto a quella di altre Regioni più fortunate, era rimasta in ritardo per le speciali difficoltà derivanti dalle grandi distanze della Regione dalle fonti di produzione di energia idroelettrica e per la sua grande estensione in lunghezza (oltre 350 chilometri). Ma tali difficoltà, di carattere prevalentemente finanziario, sono state superate da pochi pionieri, con coraggio e sopratutto con fede negli alti destini della Puglia.

« Il complesso delle opere, di grandissima mole, destinate a dotare di energia idroelettrica il Mezzogiorno, è poco noto ai più, ed il fatto che gli impianti sono sparsi su vastissimi territori, fa sì che pochi ne abbiano un chiaro e completo concetto.

« A me oggi la fortuna assegna l'onore di mostrarVi sullo schermo una parte, a titoli esemplificativo, di tali grandiose opere, le quali, indubbiamente, costituiscono, nel loro organico e ben studiato complesso, un prezioso patrimonio regionale, in quanto sono fattori importanti di rinascita, di ricchezza e di forza, per il presente e sopratutto per l'avvenire.

« Da tale punto di vista, penso, che esse opere vadano sopratutto considerate.

« L'entità degli investimenti, dell'ordine di parecchie centinaia di milioni, impone talora la considerazione di altri profili della quistione; ma su essi sorvolo per la serenità dell'A.E.I., dichiarandomi lieto se la visione dei fatti potrà contribuire a modificare talune affermazioni e giudizi, in quanto possano, eventualmente, essere inesatti od ingiusti.

« A completamento di quanto, solo in linea esemplificativa e quindi saltuariamente e parzialmente, vedrete sullo schermo, credo opportuno comunicarvi alcune cifre riguardanti il complesso delle opere.

« Nelle centrali di produzione della Società Meridionale di Elettricità è installato macchinario per circa 300.000 kW; nelle centrali, sottostazioni e cabine sono installati trasformatori per 620.000 kVA circa; l'insieme delle reti comprende oltre 2.000 km di linee ad altissima tensione, le quali trasportano attualmente un miliardo di kWh all'anno; tali linee di estendono su un territorio di oltre 70 mila kmq; forniscono l'energia a 20 Società distributrici, si irradiano in 21 Provincie e sono in grado di servire 10 milioni di italiani di tutta l'energia elettrica di cui possano aver bisogno.

« Gli impianti Pugliesi comprendono:

140.000 kVA di trasformatori
255 km di linee a 150.000 volt
233 » » » » 60.000 »
115 » » » » 30.000 »
920 » » » » 18.000 »
565 » » » » 9.000 e 5.000 volt

e sono in grado di dare ad oltre un milione di abitanti tutta l'energia di cui possano aver bisogno.

« Ed avrei finito.

« Ma prima di chiudere il mio prologo sento il bisogno di ringraziarVi della Vostra benevola attenzione e..., perdonatemi, mi lascio indurre dalla tentazione di approfittare dell'occasione per invocare (Cicero pro domo sua) la Vostra indulgenza verso tutti coloro che, per obbedire ad ineluttabili necessità della tecnica industriale, sono costretti assai spesso a disturbare il puro profilo dei panorami, nonchè l'estetica delle strade e delle facciate degli edifizi, con pali, mensole e reti di fili. A parziale giustificazione però Vi rammento che essi stessi talora infrenano acque impetuose e distruttrici, abbelliscono paesaggi

creando azzurri, quieti ed ameni laghi e contribuiscono alla ricostruzione del prezioso patrimonio forestale.

« Ma posso assicurarVi che in tutte le loro opere sono, soprattutto, animati e sospinti dalla certezza di contribuire efficacemente alla prosperità della Patria come il Duce la vuole e come tutti la vogliamo.

« Come sapete, nel campo dell'elettrotecnica la Patria nostra sta nel Mondo ad un posto d'onore. Noi elettrotecnici, col nostro lavoro, intenso, perseverante, concorde, vogliamo portarla sempre più avanti e sempre più in alto, sia nel campo della tecnica che in quello economico, e vogliamo più che possibile liberare la Patria nostra dalla servitù in cui la natura l'ha posta, per cui è costretta a mandare oro all'estero per importare combustibili. E nei nostri impianti vogliamo metterci in condizione di poter adoperare sempre più macchinari e materiali italiani.

« Nel nostro lavoro, poichè siamo convinti di bene operare, ci assiste la fiducia che siamo, e saremo sempre più, confortati dalla fiducia e dall'appoggio del Regime e delle Autorità tutte e dal consenso di sempre più ampii strati delle popolazioni ».

Si è quindi svolta la proiezione del film, che è costituito da 4 parti.

La prima parte passa in rassegna gli impianti della Società Meridionale di Elettricità, in ordine cronologico, da quelli sul Lete, sul Tanagro e sull'Aventino, all'impianto sul lago Matese ed alla supercentrale termica Maurizio Capuano.

La seconda parte è esclusivamente dedicata agli impianti Silani: per le bellezze panoramiche che si ammirano e per la grandiosità degli impianti riprodotti, questa parte ha suscitato il più vivo interesse negli spettatori.

La terza parte fornisce un'ampia documentazione delle opere eseguite in Puglia: trasporti ad altissima, alta e media tensione, sottostazioni e cabine, impianti elettroagricoli e di distribuzione.

La quarta parte infine rappresenta uno sguardo al poderoso cammino percorso in Puglia dalla Società Generale Pugliese di Elettricità, dall'avvento dell'energia idroelettrica in poi: cammino documentato in un tentativo di statistica cinematografica, reso mediante una simpatica serie di cartoni animati, di effetto assai suggestivo.

Il numeroso intervento delle Autorità, del pubblico e dei Soci — molti dei quali accompagnati dalle loro gentili Signore — ha dimostrato in modo tangibile l'interessamento che destano le questioni elettriche.

Necrologio

Ing. COLOMAN DE KANDO.

Il 13 gennaio u. s. moriva improvvisamente a Budapest l'ingegnere Coloman de Kando, uno dei pionieri della trazione elettrica, apprezzatissimo nel mondo dei tecnici e molto noto in Italia dove aveva svolto a più riprese buona parte della sua attività. Era nato il 10 luglio 1869 a Budapest, dove compì i suoi studi a quella Università Tecnica.



La Sua attività professionale cominciò a Parigi presso la Compagnia de Fives-Lille che era una delle maggiori Case costruttrici di macchine e di locomotive, in quel tempo. Ritornato, nel 1894, in Ungheria entrò nella Casa Ganz. In questo periodo appunto egli studiò l'impiego della corrente trifase nella grande trazione elettrica, secondo il sistema che ebbe la sua prima applicazione importante in Italia colla elettrificazione delle linee valtellinesi.

Nel 1905 il Kando, fu incaricato dalla Westinghouse di fondare a Vado Ligure le officine Westinghouse italiane per la costruzione delle locomotive elettriche. L'Ing. Kando venne così in Italia dove rimase fino alla scoppio della guerra; ritornato in patria, dopo un breve periodo di servizio militare entrò nuovamente, come Direttore tecnico, e successivamente come Direttore generale, nelle officine Ganz.

Presso la Ganz studiò il sistema noto col nome di « split-phase » per l'impiego della corrente monofase a frequenza industriale, nella grande trazione elettrica. Il sistema diede, negli esperimenti compiuti, risultati molto soddisfacenti, e fu deciso di adottarlo per l'elettrificazione della linea Budapest-Hegyeshalom. A Lui si deve anche un importante perfezionamento di ordine meccanico coll'introduzione del « triangolo Kando » come organo di trasmissione nei locomotori, che venne largamente impiegato ed è adottato, per esempio, con ulteriori perfezionamenti da Lui stesso apportati, sui locomotori della Paris-Orleans.

Altri rapporti tecnici col nostro Paese, ebbe l'Ing. Kando, nel dopo guerra in occasione dello studio di locomotori trifasi per conto della Soc. Romeo (successivamente C.E.M.S.A.).

In riconoscimento dei suoi meriti, l'Accademia Ungherese delle Scienze gli conferì nel 1921 il premio Wahrmann; nel 1922 fu nominato Dottore « honoris causa » dall'Università Tecnica di Budapest. Ricoperse anche nel suo Paese, importanti cariche pubbliche.

La Sua morte, sopravvenuta quasi inaspettata dopo brevissima malattia, è una grande perdita per l'Ungheria e per la tecnica in generale. L'Ing. Kando, che lascia largo rimpianto di sè anche in Italia, fu sepolto il 16 gennaio u. s. in una tomba d'onore messa a disposizione dalla città di Budapest nel cimitero centrale.

.. .. ATTIVITÀ DELLE SEZIONI .. ..

SEZIONE DI GENOVA (Salita S.ta Caterina, 4).

5 Febbraio - ore 21,15 (nella Sede del Dopolavoro Gruppo C.I.E.L.I. in via E. Raggio). — BUSSEI Comm. Ettore: « Sistemi elettromeccanici per la risoluzione dei problemi del tiro sulle moderne navi da guerra ».

19 Febbraio - ore 21,15 (nella Sede del Dopolavoro Gruppo C.I.E. L.I.). — RUBBO Ing. Rag. Vincenzo: « Dighe mobili e paratoie a funzionamento automatico diretto ».

SEZIONE DI MILANO (Via S. Paolo, 10).

16 Febbraio - ore 21,15. — BARBAGELATA Ing. Prof. Comm. Angelo: « Sulla misura delle perdite per via calorimetrica e sulla misura delle temperature nelle macchine elettriche ». — Seguirà l'*Assemblea generale ordinaria dei soci.*

SEZIONE DI NAPOLI (Via Chiaia, 216).

20 Febbraio - ore 21,15. — SELMO Ing. Luigi: « La trasmissione di misura a distanza ».

28 Febbraio - ore 17 (presso la R. Scuola d'Ingegneria). — CANGIA Ing. Giuseppe D.: « Il secondo Salto Volturno ».

SEZIONE DI ROMA (Via delle Coppelle, 35).

20 Febbraio. — LOMBARDI Ing. Prof. Gr. Uff. Luigi: « Il Giappone industriale » (detta conferenza sostituisce quella dell'Ing. F. BORDONI, annunciata per lo stesso giorno nel numero precedente del giornale).

27 Febbraio. — FANO Ing. Guido Leone: « I problemi inerenti alla regolarità del servizio delle reti di distribuzione di Roma della Società E. G. R. ».

SEZIONE DI TORINO (Via XX Settembre, 36).

14 Febbraio - ore 14,30. — Visita alla Stazione Radiofonica di Torino della E. I. A. R.

19 Febbraio. — GAMBAROTTA Ing. Piero: « Sistemi di comando elettrico del traffico stradale ».

28 Febbraio. — NOVELLI Ing. Tranquillo: « Colpi di ariete negli impianti di pompe ».

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimensile che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.* (I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 25 Febbraio 1931 - ANNO IX N. 6

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Le pubblicazioni dell'A. E. I.

In questi giorni l'Ufficio Centrale inizia la spedizione ai Soci della 1ª parte dell'*Annuario* 1931. Come più volte fu detto esso contiene, quest'anno, l'elenco Soci, lo Statuto, i regolamenti e tutte le notizie concernenti l'Associazione. Fra queste figura per la prima volta un breve cenno storico sulle origini e sullo sviluppo del sodalizio, che riuscirà senza dubbio gradito ai numerosi giovani che ogni anno entrano a far parte dell'Associazione e che giustamente desiderano di saper qualche cosa della sua storia.

La seconda parte contenente le Norme e tutta la materia tecnica dell'*Annuario*, seguirà fra qualche mese.

Si va intanto delineando il successo librario del 3° volume della *Statistica*, pubblicato recentemente in edizione completamente rinnovata. Si tratta infatti di un'opera praticamente indispensabile a quanti esercitano la loro attività tecnica o commerciale nel campo dell'elettrotecnica, contenendo essa tutti i dati (tensione, frequenza, enti distributori, ecc.) relativi alla distribuzione dell'energia elettrica in tutti i Comuni d'Italia.

Fra una quindicina di giorni infine, potrà iniziarsi la distribuzione dei *Rendiconti* del Congresso di Trieste, per il quale le prenotazioni sono affluite in numero ragguardevole. Il grosso volume è destinato a costituire una preziosa fonte d'informazioni e di dati tecnici per tutto quanto concerne la produzione dell'energia elettrica per via termica.

Trasmissioni idrodinamiche.

Già in più di una occasione abbiamo accennato in queste note alle analogie ed alle differenze intercorrenti fra la trasmissione elettrica dell'energia e quella idrodinamica, rilevando quanto interessante potrebbe riuscire per tutti, uno studio che istituisse un completo e razionale parallelo tra i due sistemi: dalle trasmissioni e trasformazioni di energia vere e proprie alle applicazioni speciali, quali, per es., i regolatori automatici.

La stessa cosa abbiamo pensato oggi scorrendo il testo della comunicazione nella quale l'Ing. ANAU ha illustrato ai colleghi della Sezione di Milano le notevoli e svariatissime applicazioni che le trasmissioni con olio sotto pressione hanno trovato in Italia e all'estero, ad opera specialmente — ci piace ricordarlo — di un ingegnere e di una Ditta Italiani.

E' realmente impressionante il vedere come, per ogni applicazione del genere, si possa sempre trovare o immaginare il corrispondente dispositivo elettrico, e come, dal confronto, sempre meglio scaturiscano il pro' ed il contro dei due sistemi. Confronto dal quale risulta che, se è assolutamente fuori di discussione la superiorità della trasmissione elettrica nel caso di elevate potenze e di grandi distanze, in molte applicazioni particolari la trasmissione idrodinamica si impone invece nettamente, per i minori pericoli, per quella sicurezza che una volta si chiamava « caratteristica di funzionamento positivo » e, soprattutto, per la sua maggiore adattabilità a talune speciali esigenze.

Tipico ci sembra il caso in cui occorrano grandi sforzi e piccolissime velocità, come per es. negli argani per il sollevamento di pesanti paratoje. Il motore elettrico, colla sua elevata velocità specifica, richiede sempre, in tali casi, l'ausilio di un ulteriore riduttore meccanico ad ingranaggi, mentre, col sistema idrodinamico, già oggi si fanno grossi motori ad olio capaci di funzionare ad una frazione di giro al minuto, pure essendo alimentati da piccole motopompe velocissime.

Il problema della trasformazione dei due fattori della potenza meccanica — coppia e velocità angolare — è così risolto contemporaneamente a quello del comando a distanza: donde tutta una possibilità di nuove applicazioni che ognuno può facilmente intravvedere. La macchina rotativa ad olio, nella forma definitiva datale dall'Ing. Calzoni, con la sua reversibilità che la assimila alle macchine elettriche e con la sua attitudine a funzionare a velocità assai diverse, sembra costituire uno strumento veramente prezioso nei più svariati campi dell'industria e non ci fa meraviglia che l'Ing. Anau accenni al suo uso per il comando delle macchine utensili ed alle sue possibili future affermazioni nel campo stesso della trazione dove, com'è ben noto, il problema del cambio di velocità graduale, continuo, rimane sempre all'ordine del giorno.

Prove su microfoni a carbone.

Nel campo degli apparecchi telefonici si sta svolgendo la stessa azione di conquista da parte di metodi di misura sempre più precisi, concreti ed obbiettivi, a cui abbiamo già assistito in altri campi delle applicazioni elettriche. E i frutti di tale conquista, a vantaggio del continuo perfezionamento e progresso della tecnica, non tarderanno anche in questo caso a manifestarsi.

I laboratori italiani non si sono finora occupati se non di sfuggita di codesti argomenti e in particolare dello studio dei microfoni a carbone, studio assai delicato, come quello che si riferisce a conduttori comprendenti contatti imperfetti, per i quali non sono valide le consuete leggi sul comportamento dei circuiti. Pubblichiamo per ciò con piacere una nota del collega SACERDOTE, il quale ha cercato sia di indicare i principî di una teoria del circuito microfonico, sia di proporre e di mettere alla prova una serie razionale di esperimenti da eseguire sulle capsule microfoniche.

Scopo degli esperimenti proposti è appunto quello di raccogliere i dati occorrenti a prevedere il comportamento del circuito microfonico ed a risolvere i problemi che il progetto e l'esercizio degli impianti telefonici impongono. Si mira così a sostituire, con prove più sicure e meglio precisate, quelle di carattere prevalentemente soggettivo ed empirico, che si basano su semplici confronti acustici, e sono di frequente usate all'estero in questo campo. E ci sembra facile profezia l'affermare, che non è forse lontano il giorno in cui avremo norme per l'ordinazione e per il collaudo di microfoni e telefoni altrettanto ben definite e generalmente adottate, quanto lo sono oggi quelle per le macchine.

Illuminazione razionale.

Anche i problemi più modesti ed intrinsecamente più facili possono talora avere portata economica importante e meritano quindi di essere richiamati ogni tanto alla memoria dei tecnici. Ce ne dà oggi un esempio l'Ing. G. PARIS mostrandoci quali vantaggi economici si potrebbero trarre da una razionalizzazione dell'illuminazione pubblica dei piccoli centri.

LA REDAZIONE.

L'elenco dei Soci vitalizi e perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. Le Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiscono il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

TRASMISSIONI IDRODINAMICHE E LORO IMPIEGO NEGLI IMPIANTI IDRAULICI

R. ANAU

AEI
Comunicazione tenuta alla Sezione di Milano il 19 dicembre 1930.

Ricordato brevemente lo sviluppo delle applicazioni delle trasmissioni idrodinamiche al comando di macchine e apparecchi idraulici, vengono illustrati i più recenti perfezionamenti costruttivi realizzati, dando notizia di parecchie importanti applicazioni eseguite in impianti idraulici italiani.

Fra i sistemi adoperati per trasmettere energia meccanica, quelli che utilizzano come mezzo di trasmissione l'olio in pressione, hanno subito, nell'ultimo decennio, tali perfezionamenti da consentirne un impiego sempre più esteso e vantaggioso.

L'olio minerale si presta, per le sue caratteristiche fisiche e chimiche, ad essere preferito ad ogni altro fluido a tale scopo; infatti, a differenza dell'acqua che deteriora, consumandoli od incrostandoli, gli organi nei quali lavora, l'olio ne favorisce la conservazione, essendo così, ad un tempo, fluido motore e lubrificante.

Per farsi un'idea dell'importanza attualmente assunta dalle trasmissioni idrodinamiche (classificando genericamente con questo nome tutte quelle effettuate a mezzo di olio in pressione) basterà citare, ad esempio, che esse vengono sempre più applicate, agli apparecchi di sollevamento ed al comando delle macchine utensili ed operatrici, e non sono forse lontane applicazioni industriali ai veicoli di trazione.

Ho detto applicazioni industriali cioè quelle che, sorpassato il periodo sperimentale, hanno in se stesse una forza tecnica capace di vincere la loro battaglia sul terreno delle competizioni economiche.

Ciò va messo in evidenza perchè di brevetti ve ne sono a diecine, ma pochi hanno lasciato il cervello degli inventori od i primi tentativi sperimentali, per aprirsi una ben tracciata strada nella pratica costruttiva cosicchè, ancora oggi, credo che la generalità dei tecnici abbia una limitata conoscenza di questo recente mezzo di trasmissione.

Dato il compito della trasmissione idrodinamica, di raccogliere la energia meccanica colle caratteristiche più convenienti alla natura della macchina motrice per restituirla colle diverse caratteristiche più atte al funzionamento della macchina utilizzatrice, gli elementi essenziali che la costituiscono sono: una *pompa d'olio,* azionata dalla macchina motrice, un *motore ad olio* (o come dicesi più comunemente un *servomotore*) connesso al meccanismo utilizzatore, ed i *condotti* che collegano la pompa al servomotore per la circolazione dell'olio.

Un complesso di questo genere non costituisce certo cosa nuova, ma innovazioni costruttive sostanziali sono state introdotte nelle pompe e nei servomotori, tanto che il problema delle trasmissioni idrodinamiche ha consentito di risolvere anche quello del *cambio progressivo di velocità* che da esso direttamente deriva, soverchiandolo anzi nella importanza tecnica e nelle possibilità dei futuri sviluppi.

Il progetto e la costruzione delle pompe e dei servomotori (che in molti casi sono costituiti da elementi identici, essendo tali macchine reversibili nella loro funzione) hanno seguito, fino dai primi tentativi, due distinti indirizzi, e si hanno cioè: i tipi *a pistoni multipli* disposti a stella e guidati nel loro movimento (Hele-Shaw, Lauf-Thoma, Yanney, ecc.) ed i tipi *a capsulino* con diaframmi radiali a movimento libero, ed a questa categoria appartengono quelli ideati dall'Ingegnere Alfredo Calzoni, sui quali intendo particolarmente intrattenermi, con speciale riguardo al loro impiego negli impianti idraulici.

La ragione del maggior sviluppo dato a queste applicazioni rispetto ad altre, quali ad esempio quelle delle macchine utensili od operatrici e dei veicoli di trazione, è puramente occasionale poichè il Calzoni, essendo preposto alla direzione tecnica di una Società costruttrice di macchinario idraulico, si è trovato nella opportunità di occuparsi, prima di tutto, del campo della normale sua attività, senza peraltro trascurare nè dimenticare gli altri.

A proposito di macchinario per impianti idraulici, dirò anzi che lo studio dei servomotori e delle pompe rotative ha avuto origine da quello dei regolatori automatici delle Turbine, poichè l'Ing. Calzoni, sostenitore della regolazione a mezzo di meccanismi irreversibili, aveva bisogno, per un nuovo tipo di regolatore che si proponeva di costruire nel 1918, di un servomotore a pressione d'olio che, in luogo della corsa rettilinea dei comuni servomotori a stantuffo, fosse capace di funzionare con moto rotatorio continuo, ciò che gli avrebbe consentito di adottare più agevolmente per il comando della Turbina, un meccanismo irreversibile a vite.

Fu questo studio che dette origine alla creazione dei primi servomotori rotativi, brevettati nel 1918 (fig. 1), ed il cui funzionamento è il seguente:

Nell'interno di un corpo cilindrico (C) le alette (P) a settore, portate con attacco a cerniera da un tamburo mobile (T) solidale coll'asse (A), e situato eccentricamente rispetto al corpo cavo, sollecitate da molle a restare aderenti alla sua superficie interna, determinando in qualunque posizione una separazione fra la camera di pressione, nella quale col tubo (t_1) è introdotto l'olio proveniente dalla pompa, e la camera di scarico (L), dalla quale l'olio esce per ritornare, col tubo (t_2) alla pompa stessa, consentono all'asse (A) di assumere un movimento rotatorio praticamente uniforme, e rovesciabile di senso se si inverte la circolazione dell'olio nei tubi (t_1) e (t_2).

Fu un servomotore di questo tipo che venne appunto applicato nei regolatori automatici della Ditta Calzoni, ed alcune centinaia di esemplari sono in funzione da anni in impianti idroelettrici grandi e piccoli.

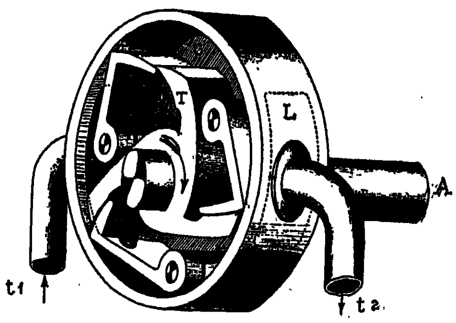
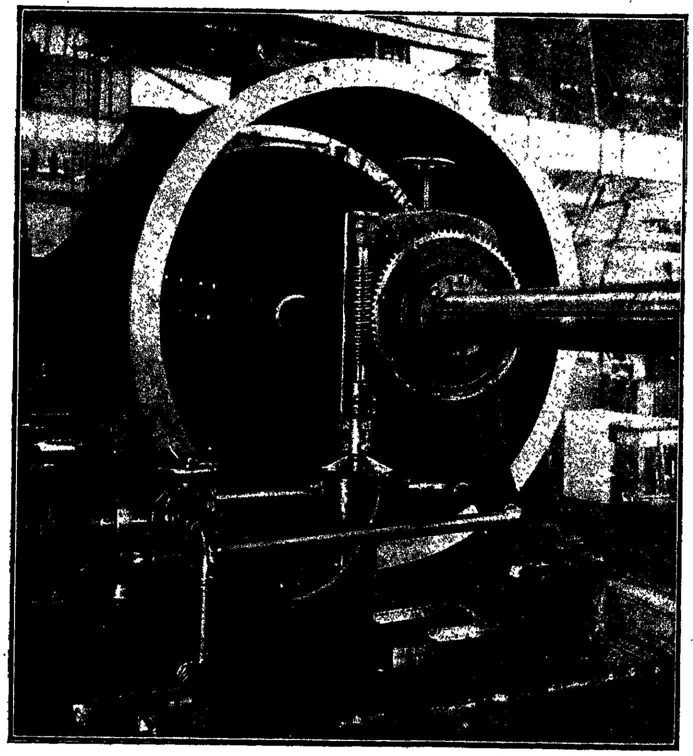


Fig. 1. — Servomotore Calzoni (Anno 1918).

In questo servomotore, per ottenere una distribuzione razionale dell'olio che entra ed esce dall'apparecchio, occorre dare alle luci di ammissione e di scarico (L), ove sono innestati i tubi (t_1) (t_2) di circolazione, una ampiezza che dipende: dal valore dell'eccentricità del tamburo mobile interno (T) rispetto al corpo esterno fisso (C), e dal numero delle alette.

E vien subito fatto di osservare come una disposizione di questo genere consenta di risolvere anche il problema del *cambio progressivo di velocità;* infatti dal valore della eccentricità suddetta, dipende la quantità di liquido messa in circolazione ad ogni giro della macchina, quando funziona come pompa. A sua volta il numero di giri al minuto che il servomotore compie, quando è alimentato da questa portata fluida, è funzione diretta del valore della portata stessa, e spostando quindi il corpo esterno della pompa rispetto a quello interno, in modo da variare l'eccentricità dal suo massimo a zero, la portata varia progressivamente e con essa la velocità del servomotore, la cui marcia si arresta quando il tamburo della pompa, portato ad essere concentrico al corpo esterno, continua a ruotare senza mettere olio in circolazione nel servomotore.


Fig. 2. — Cambio progressivo di velocità applicato ad alesatrice (Anno 1919).

Proseguendo poi lo spostamento del corpo esterno della pompa rispetto a quello rotante, in modo da cambiare di segno all'eccentricità, si inverte il senso della circolazione d'olio, determinando la retromarcia del servomotore con velocità gradualmente variabile colla stessa

legge man mano che l'eccentricità, diremo così, negativa, aumenta dallo zero al massimo consentito dalla costruzione dell'apparecchio.

L'Ing. Calzoni risolse brillantemente, sino dall'inizio dei suoi studi, il problema costruttivo dello spostamento del corpo fisso rispetto a quello rotante, eseguibile in marcia, riuscendo anche a mantenere inalterata la legge della razionale distribuzione dell'olio secondo la regola da lui trovata.

Trattandosi di tipo ormai sorpassato, non mi addentro nei particolari, solo accennando che fra le applicazioni pratiche allora eseguite, quella ad una vecchia alesatrice dell'Officina Calzoni (fig. 2) funziona tuttora, e conferma il buon funzionamento di questo primo tipo di cambio di velocità.

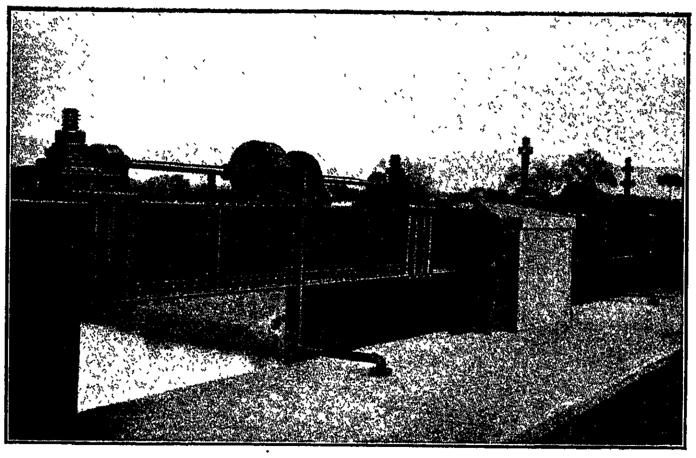


Fig. 3. — Applicazione dei servomotori ad olio alle paratoie di sbarramento di Pontefiume (Anno 1921).

Ma, indipendentemente dal problema delle pompe e servomotori a portata e velocità variabili, le prove sui primi esemplari costruiti mostravano le attitudini della macchina, anche del tipo semplice ad eccentricità fissa, a costituire un buon riduttore idrodinamico, che il Calzoni ritenne suscettibile di vantaggiose applicazioni anche al comando dei meccanismi di manovra delle paratoie.

Il tipo con alette a cerniera sospinte da molle, non consentiva l'uso di pressioni di esercizio superiori alla diecina di atmosfere, e si era ancora ben lontani dagli argani idrodinamici ad azione diretta di cui parlerò più innanzi, ma ciò nonostante le possibilità di applicazione si presentavano già numerose e, fino dal 1920, il Consorzio per la Bonifica Renana adottava per primo il sistema per le paratoie alla chiusa di San Gabriele, estendendo poi l'applicazione a paratoie di altre sue opere, a seguito del favorevole esito delle prove.

Un notevole progresso è stato realizzato dal successivo brevetto relativo alla *autoaderenza* delle alette al corpo, con conseguente abolizione delle molle.

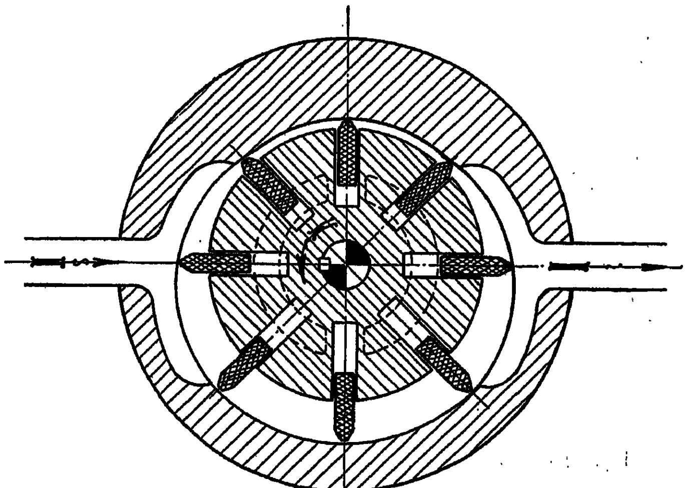


Fig. 4. — Pompa a servomotore Calzoni a diaframmi autoaderenti (Anno 1928).

Il sistema cominciò così, senza propaganda, ma per le sue prerogative intrinseche, a richiamare l'attenzione dei tecnici e nel 1921 la Ditta Calzoni potè, fra altre installazioni minori del genere, eseguirne due assai importanti: quella alle paratoie ed ai portoni delle conche della Linea Navigabile Po-Brondolo e quella delle paratoie di sbarramento (fig. 3) e di presa dell'Impianto di Pontefiume sul Liri e chi conosce le caratteristiche e le piene di questo corso d'acqua, può valutare la responsabilità che l'Ing. Calzoni, e l'Ing. Cesari, Direttore della Società Mediterranea di Elettricità, esecutrice dell'impianto, assunsero assieme, affrontando le incognite di una prima applicazione importante del sistema.

Oggi siamo a circa 1500 fra pompe e servomotori rotativi costruiti; il sistema ha quindi fatto la strada che meritava anche perchè, dai primitivi tipi di cui ho parlato, si è passati ad altri assai più perfezionati e potenti, di funzionamento che si mantiene regolarissimo e silenziosissimo, anche con pressioni di oltre 30 atmosfere.

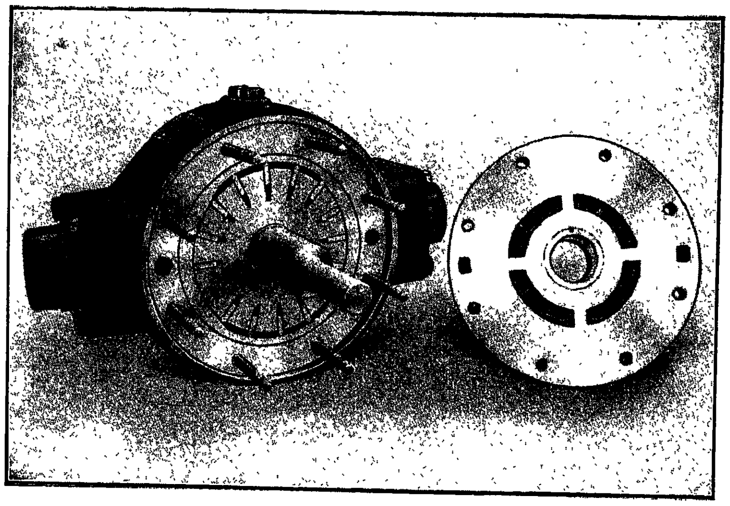


Fig. 5. — Pompa a servomotore Calzoni, tipo doppio, autoaderente.

La pompa ed il servomotore (fig. 4) costruiti secondo tale principio, hanno il corpo sagomato, lungo le superfici di lavoro, secondo archi concentrici a quelli del tamburo rotante, raccordati da curve continue, ciò che assicura uno spostamento di volume costante di fluido e conseguentemente una coppia motrice costante nel servomotore, rendendo il moto rotatorio perfettamente uniforme.

In luogo delle alette a cerniera, si hanno dei diaframmi piatti in numero assai maggiore, realizzanti una costante separazione della camera di pressione da quella di scarico, e con distribuzione d'olio a mezzo di luci praticate nei fianchi del corpo fisso, con ampiezza angolare che, come nel primitivo tipo, dipende dalla eccentricità del tamburo fisso rispetto a quello mobile e dal numero dei diaframmi.

I diaframmi sono smussati sulla faccetta che striscia contro le superfici interne del corpo fisso e scorrono liberamente in aperture radiali praticate nel tamburo, restando però colla faccetta opposta, dalla parte dell'albero motore, in permanente comunicazione coll'ambiente in pressione.

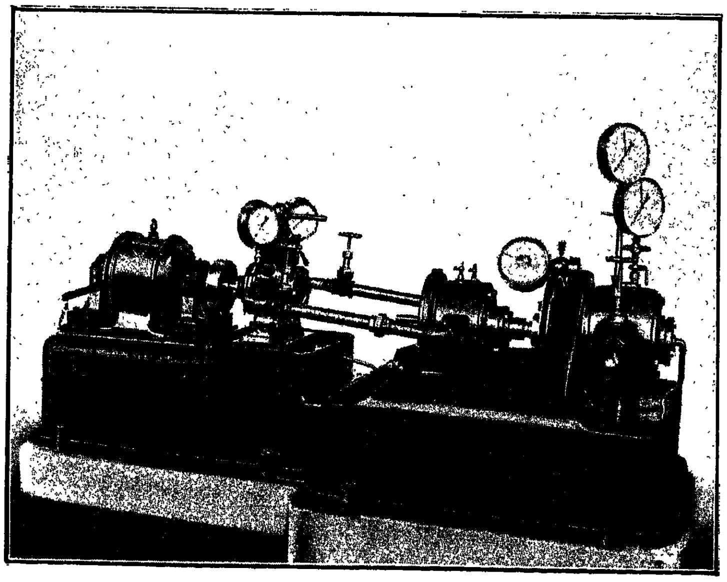


Fig. 6. — Banco di prova per servomotori.

La differenza di pressione che si esercita sulla faccetta rivolta al centro e quella sulla faccetta opposta di ogni diaframma, quando trovasi a separare la camera di pressione da quella di scarico, determina una spinta automatica di aderenza, che è tanto maggiore quanto più elevata è la pressione di lavoro, e ciò ha consentito di passare, dalle 10 atmosfere dei primi tipi, alle 25-30 e più atmosfere dei tipi normali attuali.

Nelle pompe a gran velocità, la forza centrifuga determina l'ade-

renza iniziale e contribuisce poi, durante il funzionamento, a mantenere un buon contatto fra diaframmi e corpo.

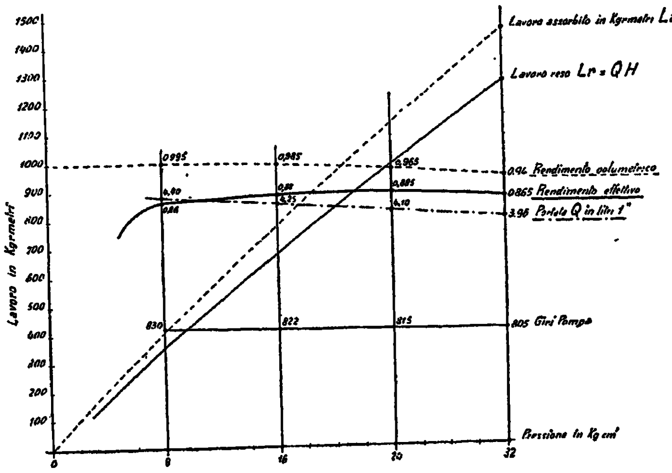


Fig. 7. — Diagramma di collaudo di pompa rotativa autoaderente, ad alta pressione.

Nei servomotori, l'aderenza iniziale, senza la quale non avverrebbe l'avviamento, può essere determinata: o da piccole molle (che

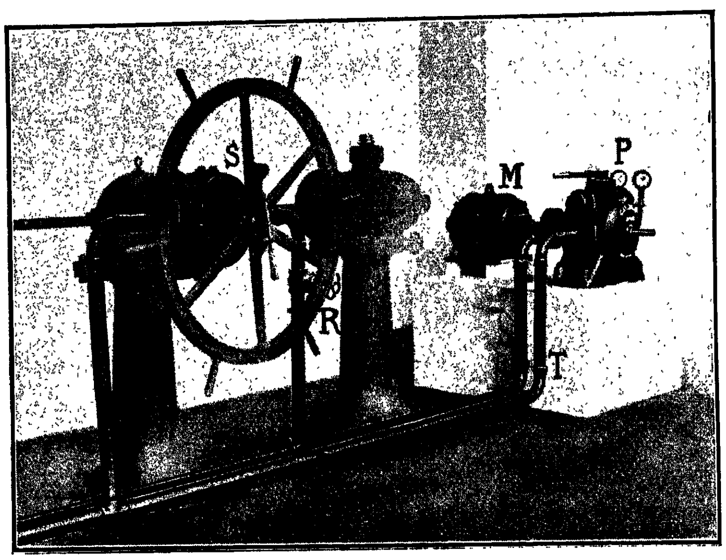


Fig. 8. — Applicazione di riduttore idrodinamico a meccanismo normale per manovra di paratoia.

essendo chiuse negli alloggiamenti dei diaframmi non possono sfuggire, o in caso di rottura, produrre danni) o, meglio ancora, da una so-



Fig. 9. — Alimentazione in derivazione di due servomotori con unica pompa.

vrapressione creata nell'ambiente in comunicazione colle faccette inferiori dei diaframmi, ciò che si ottiene colla disposizione brevettata di una valvola interposta sui tubi di circolazione d'olio, all'ingresso ed all'uscita dal servomotore, valvola che, per la sua forma e la sua disposizione, non offre nessuna resistenza all'olio che esce dal servomotore, mentre dà luogo, per la sua presenza, ad una piccola caduta di pressione fra l'ambiente che la precede e quello che la segue, ed è tale differenza di pressione che si utilizza appunto per spingere dal centro dell'apparecchio verso la periferia, i diaframmi all'inizio del funzionamento, avvenuto il quale, l'autoaderenza dei diaframmi si effettua come ho detto per le pompe.

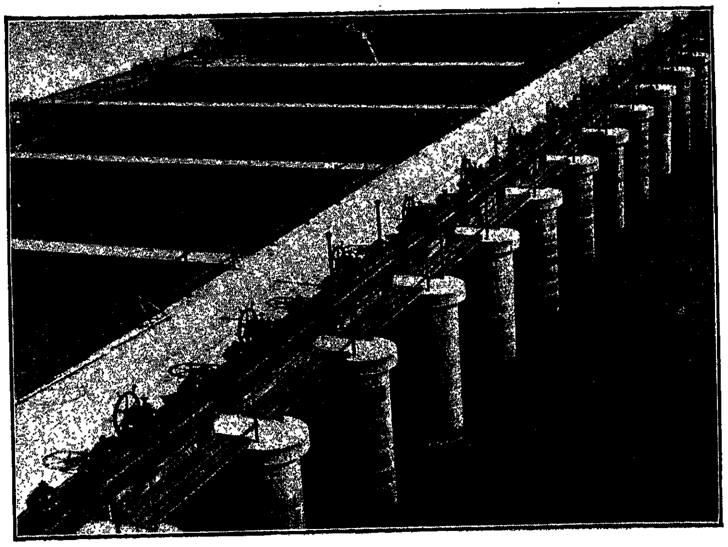


Fig. 10. — Trasmissione idrodinamica applicata ad una batteria di 15 paratoie.

Un'altro notevole perfezionamento è stato introdotto colla costruzione di tipi doppi (fig. 5) nei quali l'asse di rotazione è scaricato da ogni sollecitazione perchè le spinte si equilibrano fra di loro, ed inoltre, il profilo simmetrico del corpo ne rende più facile la lavorazione e concentrica la posizione rispetto al tamburo rotante.

E' secondo questo tipo che la Società Calzoni costruisce attualmente *in serie* le sue pompe ed i servomotori rotativi.

Le prerogative meccaniche ed idrauliche di queste macchine rotative, sono rese evidenti dal diagramma di collaudo, rigorosamente ricavato al «banco di prova» (fig. 6) delle Officine Calzoni, dotate di tutti i mezzi più precisi di misurazione idonei allo scopo.

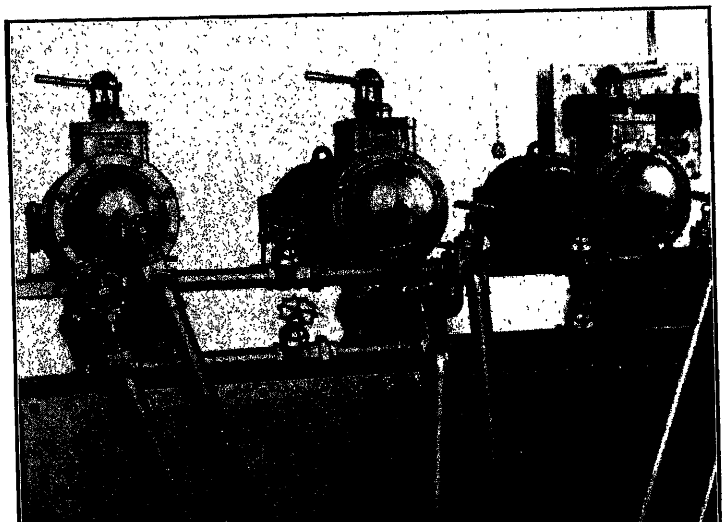


Fig. 11. — Gruppo di elettropompe pel comando centralizzato di servomotori.

Le curve della fig. 7 danno la portata della pompa, il rendimento volumetrico, e quello effettivo, in funzione della pressione di lavoro.

Il rendimento volumetrico, indice della bontà delle tenute sul perimetro e sui fianchi, supera il 99 % a 8 atmosfere ed è ancora del 94 % a 32 atmosfere. Il rendimento effettivo ha il suo massimo dell'88,5 % a 24 atmosfere, pressione questa che rende possibili con volumi, pesi, e quindi costi limitati, moltissime applicazioni.

Il rendimento di un complesso di due apparecchi, una pompa ed un servomotore, cioè della intiera trasmissione idrodinamica in dipendenza delle perdite di circolazione, sorpassa difficilmente il 75 %,

ma chi ha pratica di tali problemi può apprezzare al suo giusto valore tale risultato.

Le pompe ed i servomotori di questi ultimi tipi, a capsulismo autoaderente, furono adottati nelle applicazioni numerosissime eseguite in questi ultimi anni ai meccanismi di manovra delle paratoie e delle valvole in importanti opere di presa di impianti idroelettrici.

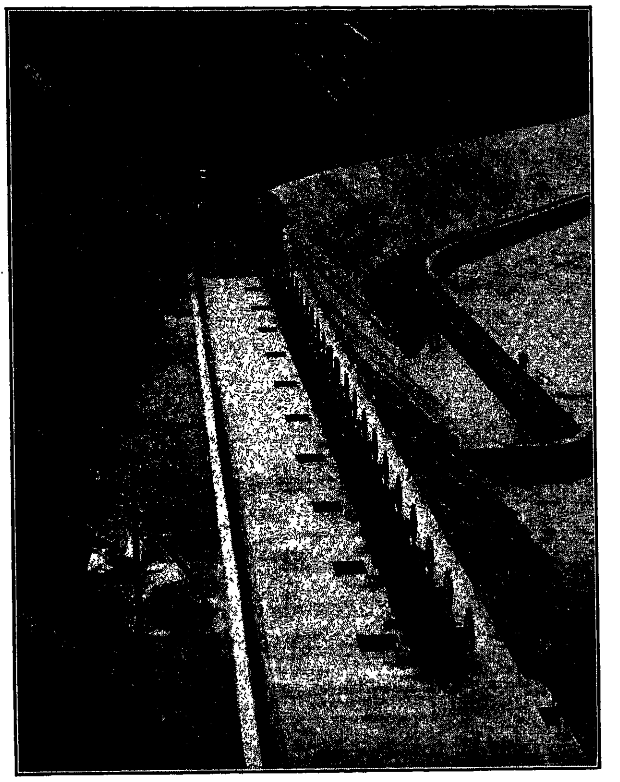


Fig. 12. — Comando centralizzato di 40 paratoie con trasmissione idrodinamica - Regolazione idraulica dell'impianto dell'Isarco.

La fig. 8 mostra chiaramente in che cosa consiste il riduttore idrodinamico nel caso normale di applicazione ad una paratoia già dotata di meccanismo di manovra a mano. Il servomotore rotativo S è accoppiato direttamente all'asse del volante (che un semplice disinnesto a leva consente di rendere folle). L'olio per il servomotore è provveduto da una pompa rotativa P del tipo a capsulismo sovradescritto, direttamente accoppiata al motore elettrico M.

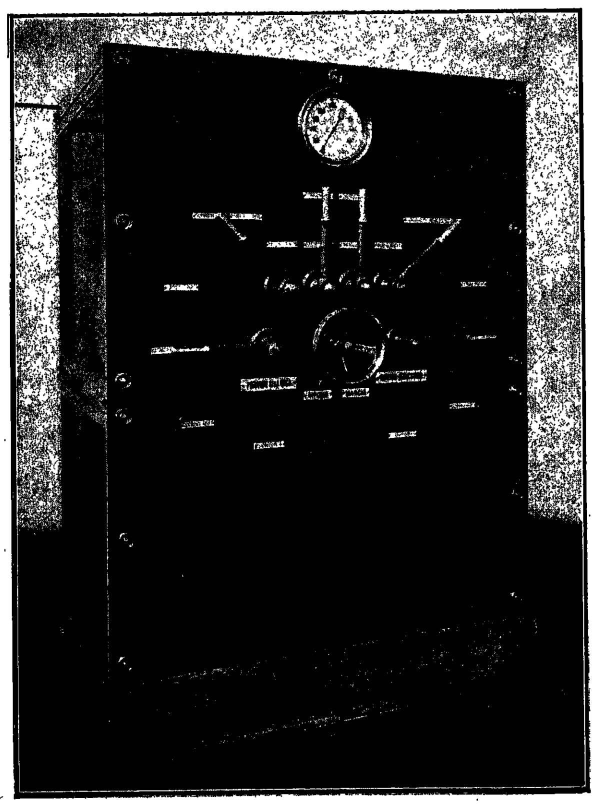


Fig. 13. — Quadro dei rubinetti di manovra per comando idrodinamico centralizzato delle paratoie dell'impianto di Ceprano.

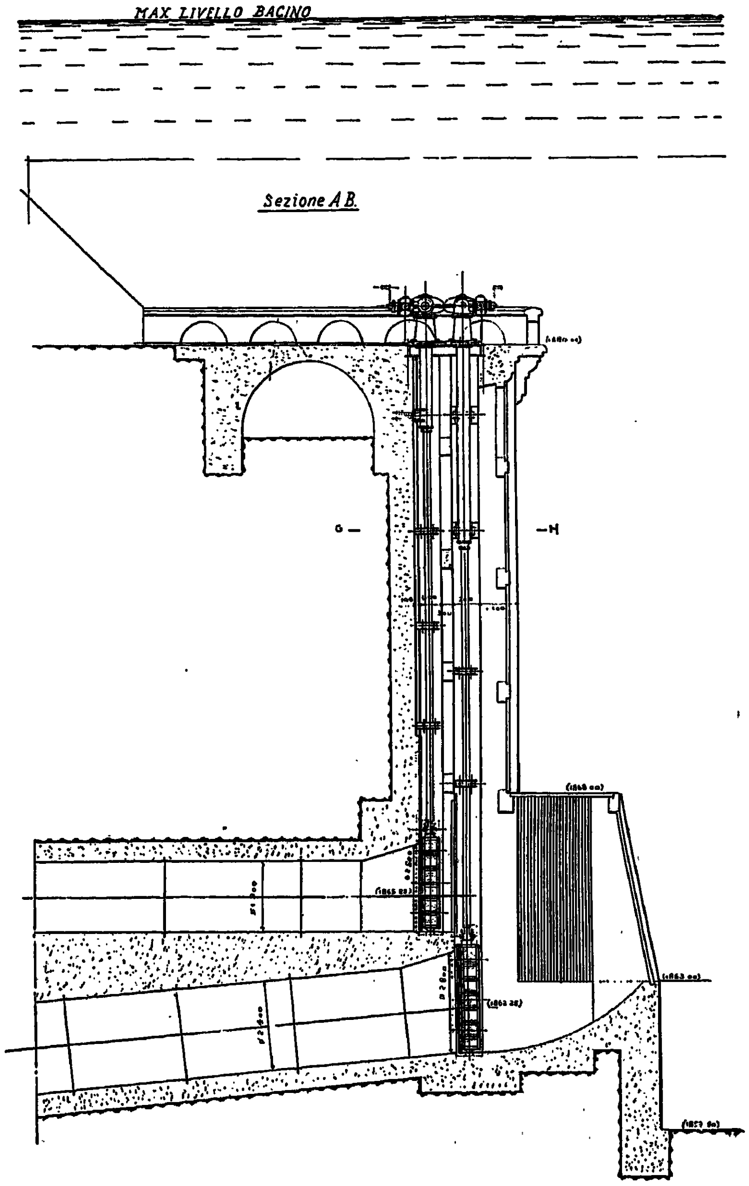


Fig. 14. — Servomotori e meccanismi di manovra per funzionamento sott'acqua - Paratoie di presa e di scarico del serbatoio Spluga.

Il collegamento fra pompa e servomotore è effettuato a mezzo di due tubi T e nel caso che una sola pompa sia adibita al servizio di più servomotori, la distribuzione dell'olio è fatta coll'accoppiamento in derivazione.

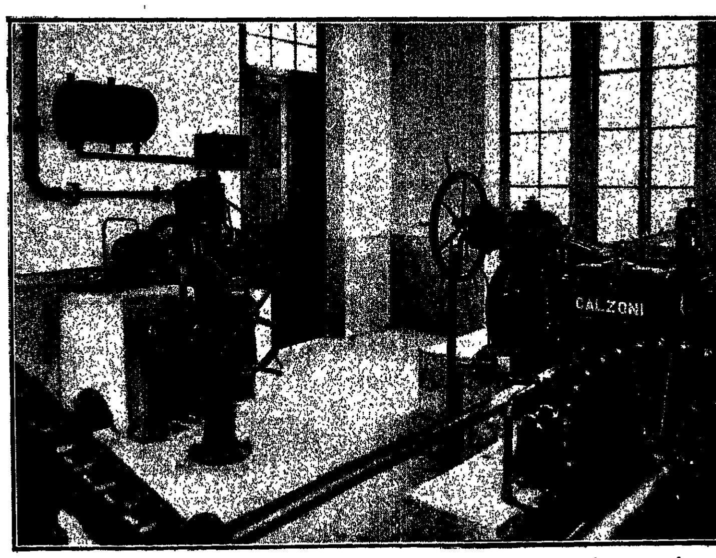


Fig. 15. — Pompa d'olio di riserva, accoppiata a motorino termico.

Un rubinetto R inserito su una delle derivazioni è sufficiente per

interrompere la circolazione dell'olio e per isolare il servomotore dal sistema.

A seconda dell'ubicazione della pompa rispetto ai servomotori, si può adottare il sistema di circolazione d'olio *in circuito aperto,* nel qual caso la pompa aspira l'olio da un serbatoio a livello libero, ed al serbatoio stesso ritorna l'olio di scarico dei servomotori. Il motore ha, in tal caso, unico senso di rotazione e l'inversione di marcia dei comandi a distanza; in questo caso invertendo la marcia del motore elettrico, si inverte la circolazione d'olio e quindi la rotazione dei servomotori. Il deviatore è automatico e viene conglobato costruttivamente nella pompa.

In tutti i casi la pompa porta poi una valvola di sicurezza, tarabile in opera e manovrabile anche a mano, che è un elemento essenziale delle trasmissioni idrodinamiche rappresentando la più semplice

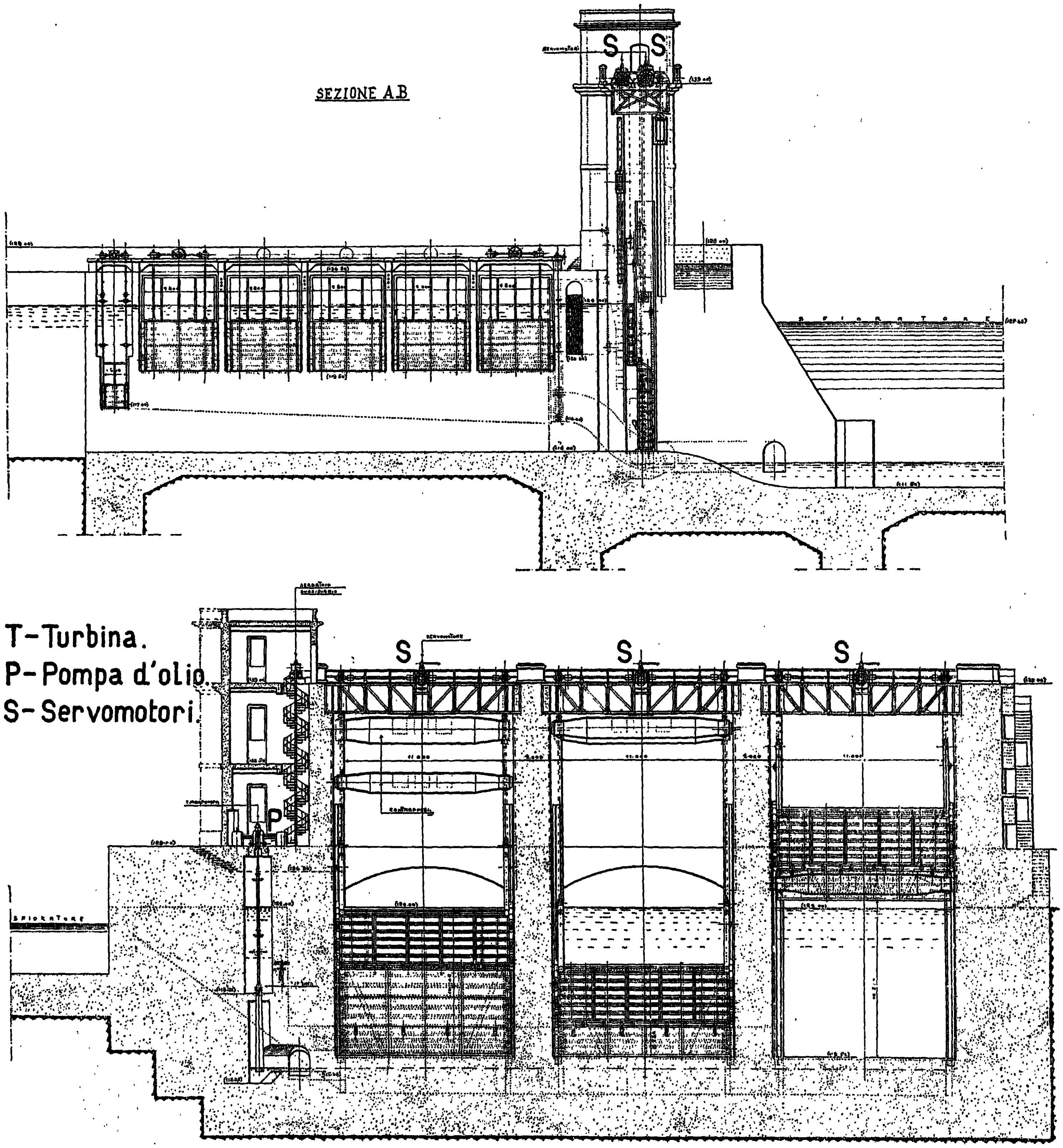


Fig. 16. — Paratoie di sbarramento del Pescara con manovra automatica a turbinetta idraulica e comando idrodinamico.

servomotori si opera a mezzo di un *cassetto distributore* o *deviatore,* colla manovra del quale si inverte il ramo premente con quello di scarico dei servomotori. Naturalmente se detto deviatore è installato sui tubi collettori, si inverte contemporaneamente la rotazione di tutti i servomotori, se invece ogni servomotore ha il proprio deviatore, si ha maggiore indipendenza nelle manovre.

Colla circolazione *in circuito chiuso* (fig. 8) non si ha il serbatoio ed anche la pompa è a marcia invertibile, ciò che è molto utile nei protezione, ed anche un mezzo sbrigativo per aumentare momentaneamente la potenza del meccanismo, per superare resistenze accidentali e favorire lo spunto, potendosi infatti avviare l'elettropompa a vuoto e metterla poi progressivamente sotto carico.

La presenza della valvola di sicurezza rende superflui gli interruttori di fine-corsa (organi delicati e deteriorabili, specie nelle installazioni all'aperto) perchè se il manovratore dimentica di staccare la pompa a manovra ultimata, l'olio anzichè circolare nel servomotore,

si scarica dalla valvola di sicurezza, senza che si producano danni di sorta nell'impianto. Nei comandi a distanza infatti l'indicazione dell'amperometro è sufficiente al manovratore per sapere quando deve distaccare l'elettropompa.

Con queste prerogative, e data la sicurezza di funzionamento del complesso, il riduttore idrodinamico descritto si presta benissimo anche al comando di una paratoia isolata, ma i vantaggi sono assai maggiori nell'applicazione a batterie composte di diversi elementi, con distribuzione in derivazione (fig. 9).

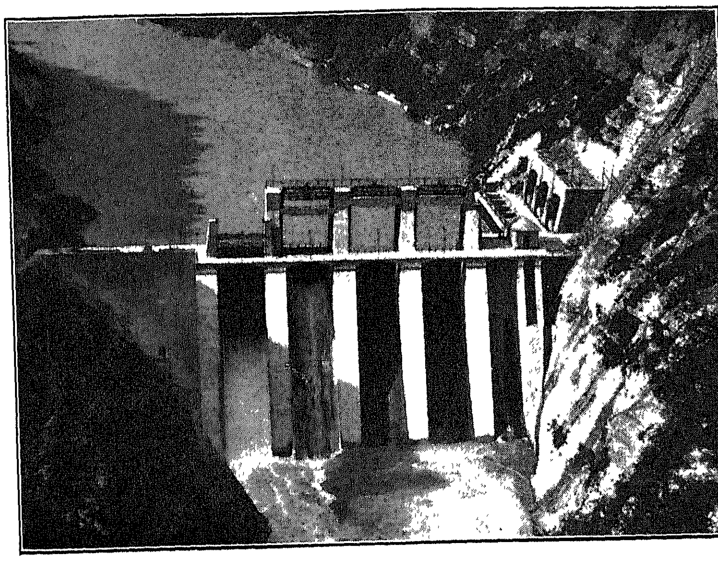


Fig. 17. — Diga di Mollaro sul fiume Noce - Paratoie di sbarramento, di scarico, di presa, con comandi idrodinamici centralizzati e doppio sistema di manovra.

Tali vantaggi sono principalmente i seguenti:

— Una sola elettropompa può essere adibita al comando successivo, od anche contemporaneo, di più servomotori e, se si installano due o più elettropompe, ognuna di esse può, coll'aggiunta di pochi tubi di collegamento e con rubinetti di isolamento e di smistamento, essere di riserva a qualsiasi altra, il che ha il vantaggio, rispetto ai sistemi meccanici, di poter avere una riserva multipla con minor numero di motori installati.

— Con limitate perdite di circolazione, e per distanze che non sorpassino i 100-150 metri, può essere molto comodo di *centralizzare* i comandi in una sola cabina nella posizione più adatta dell'impianto.

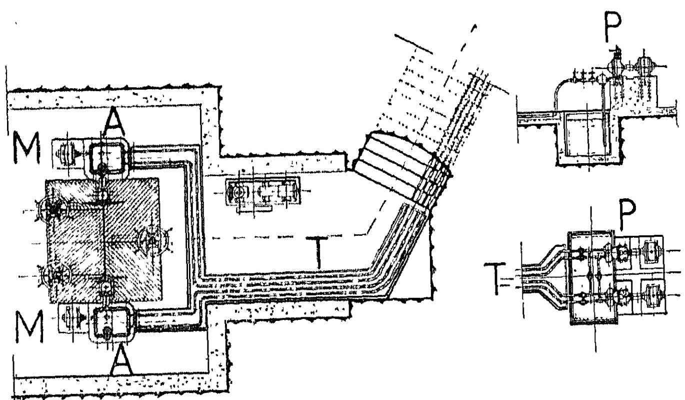


Fig. 18. — Manovra elettrica ed idrodinamica, a distanza, per le valvole Johnson dello scarico di fondo alla diga del Barbellino.

Nelle opere idrauliche sul fiume Isarco per l'impianto di Cardano, la batteria delle 15 paratoie di presa (fig. 10), ha il comando centralizzato in una cabina ove sono tre sole elettropompe (fig. 11) che i rubinetti di isolamento consentono di smistare come si vuole.

Nello stesso impianto, all'edificio di regolazione (fig. 12) sono installate 40 paratoie Calzoni, con meccanismi a servomotore, comandabili tutti a mezzo di 5 elettropompe centralizzate in unica cabina.

I rubinetti di manovra possono montarsi su unico quadro di controllo, dal quale l'operatore può, senza tema di errore, eseguire tutti i comandi a distanza a pressione d'olio, identicamente a quanto potrebbe farsi con dei commutatori elettrici. Alla centrale di Ceprano da un solo quadro (fig. 13) si effettuano tutte le manovre dei rubinetti e dei deviatori che determinano i movimenti di tutte la paratoie dell'impianto.

— Gli impianti illustrati mostrano come i servomotori possano essere installati all'aperto senza bisogno di speciali ripari o protezioni.

Cogli olii congelabili solo a 25 o 30° sotto zero, che i buoni produttori mettono in commercio, pur garantendo una viscosità di 4° Engler quando la temperatura risale a + 40°, è stato possibile eseguire senza alcun inconveniente installazioni di trasmissioni idrodinamiche in altissima montagna od in località sottoposte a geli prolungati ed a fortissimi sbalzi di temperatura.

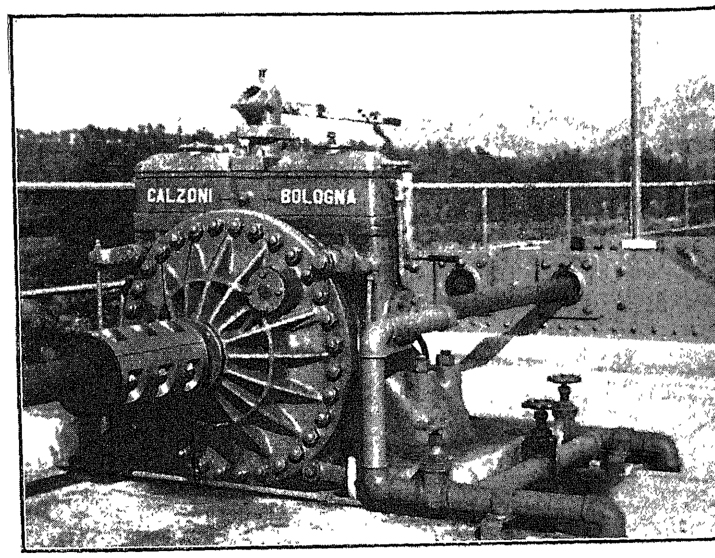


Fig. 19. — Argano idrodinamico per manovra diretta di grandi paratoie.

Inoltre i servomotori rotativi possono funzionare anche immersi nell'acqua come è previsto, ad esempio, per le paratoie di presa e di scarico del serbatoio Spluga della Società Cisalpina (fig. 14) ove, nei periodi di massimo invaso, i meccanismi a servomotore vengono a trovarsi sotto un carico di m 21 d'acqua.

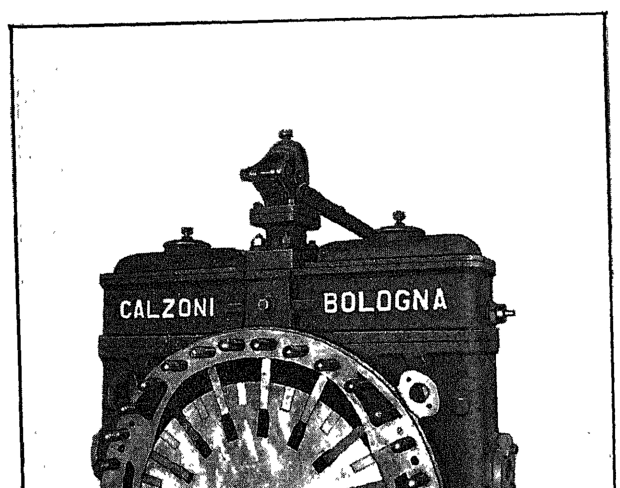


Fig. 20. — Argano idrodinamico, tipo autoaderente (aperto).

— Altro vantaggio conseguibile negli impianti ove sono due o tre pompe d'olio, è quello di poter variare la velocità di manovra delle paratoie.

Se si adibiscono infatti due pompe al comando di una unica paratoia, se ne raddoppia la velocità di manovra, con tre si triplica, ecc., ciò che può tornare utile in casi speciali e non può conseguirsi con altri sistemi.

— In molti impianti, specialmente nelle dighe e negli sbarramenti che sorgono in località servite da unica linea elettrica, che

può essere soggetta ad interruzioni di servizio proprio in quei casi di temporali o di improvvise piene nei quali più che mai occorre essere pronti ad eseguire le manovre, si pratica il sistema di installare una delle pompe con comando elettrico ed una con comando d'altro sistema.

Si potrebbe adottare per la pompa di riserva, un motore a corrente continua, alimentato da una batteria di accumulatori, ma è più semplice e più economico ricorrere ad un motorino a benzina di tipo fisso (fig. 15) o, meglio ancora, quando le caratteristiche dell'impianto sono adatte, una turbinetta idraulica a distributore fisso e ridotta alla più semplice espressione costruttiva, in modo che anche personale inesperto, o in condizioni di pànico, riesca a metterla in funzione colla sola apertura di una saracinesca. Generalmente, quando l'impianto si presta all'installazione di una di tali turbinette, riesce anche possibile disporre le cose in modo da renderne automatico l'intervento quando aumenta il livello di invaso oltre un limite prestabilito e, fra i tipi di paratoie ad automatismo indiretto, questo sistema, brevettato, ha incontrato presso i tecnici grandissimo favore per la sua sicurezza e semplicità di funzionamento.

Fra le installazioni del genere, una delle più caratteristiche è quella dello sbarramento del Pescara per l'utilizzazione del 3° Salto (fig. 16) ove le tre grandi paratoie di m 11,00×10,00 sono composte di due elementi sovrapposti e la turbinetta *T*, ad asse verticale ad avviamento automatico, che comanda, a mezzo della pompa *P*, i servomotori ad olio *S*, di tutte le paratoie, provoca in un primo tempo l'abbassamento degli elementi superiori ed il successivo sollevamento degli elementi inferiori fino a liberare completamente l'alveo del fiume.

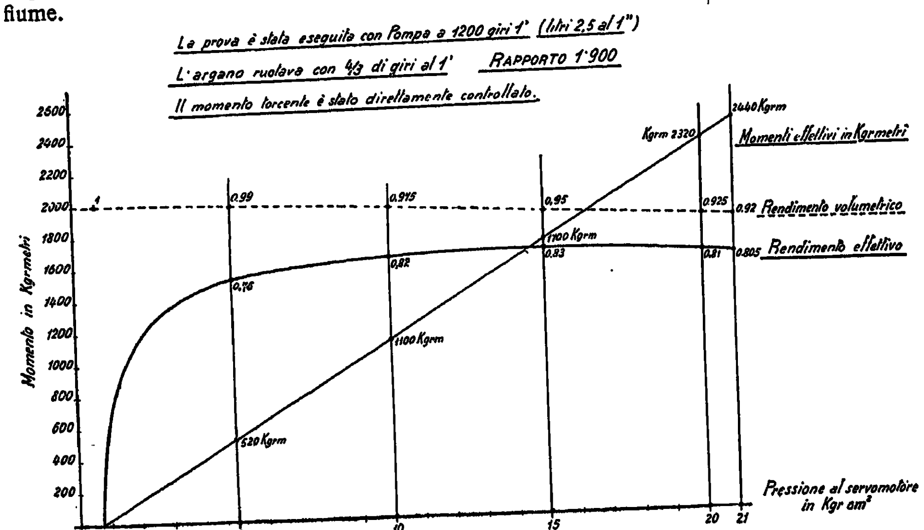


Fig. 21. — Diagramma di collaudo di argano idrodinamico.

Altro esempio interessante di applicazione dei concetti sopraesposti al complesso organico delle paratoie occorrenti al completo equipaggiamento di una importante opera di derivazione, è quello della presa di Mollaro sul fiume Noce (fig. 17), ove la trasmissione idrodinamica per le tre grandi paratoie di sbarramento, per quelle di scarico di fondo, per quelle delle due batterie di paratoie di presa e per

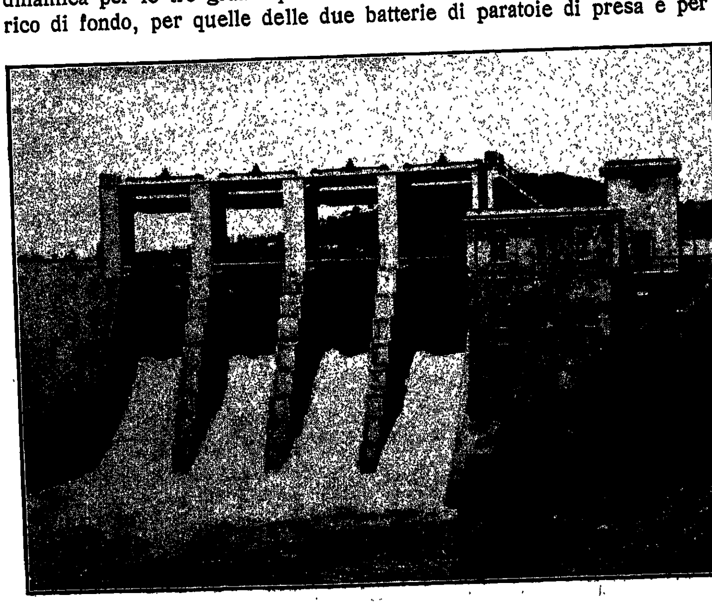


Fig. 22. — Diga di S. Eleuterio sul fiume Liri, con argani idrodinamici semplici.

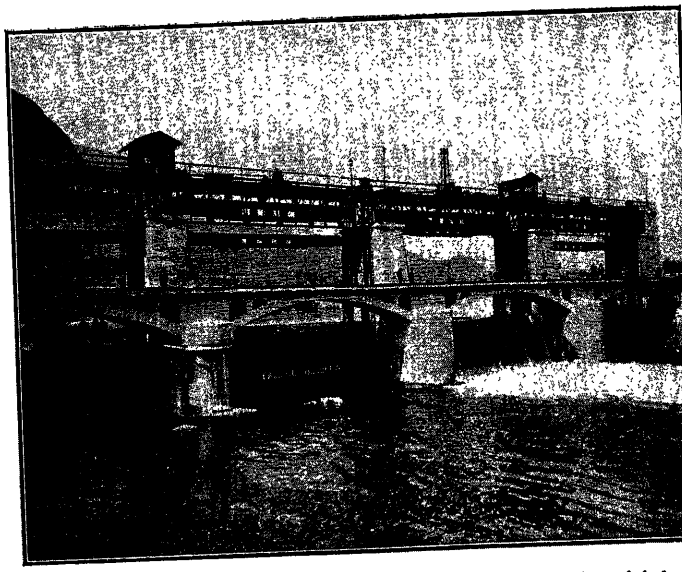


Fig. 23. — Diga di Mori, sul fiume Adige, con argani idrodinamici doppi.

le griglie sollevabili, ha i comandi centralizzati in unica cabina, con doppio sistema di manovra delle pompe d'olio, elettrico ed idraulico, a mezzo di turbinetta autoavviabile.

Col sistema idrodinamico è dunque possibile senza complicazioni, nè forti spese d'impianto, di soddisfare alle condizioni prescritte dalla «Commissione delle dighe» di avere diversi mezzi distinti di comando (elettrico, termico, idraulico, oltre quello a mano, sempre effettuabile) per manovrare gli organi di chiusura degli scarichi di fondo o di alleggerimento.

Il triplice sistema di manovra, ha avuto una originale soluzione nell'impianto della diga del Barbellino, allo scarico di fondo del quale vi sono delle valvole Larner-Johnson e delle saracinesche di riserva, installate in una camera in roccia, alle quali si accede attraverso una lunga galleria (figura 18).

Il ristretto spazio disponibile e la necessità di poter eseguire la manovra a distanza almeno con due sistemi distinti, hanno suggerito la costruzione di un apparecchio unico che racchiude la manovra a mano, quella elettrica e quella idrodinamica.

Nell'interno dell'apparecchio *A*, un doppio manicotto a denti è mantenuto normalmente innestato, per l'azione di una molla, dalla parte della manovra elettrica e tiene cioè il motore asincrono *M* rigidamente accoppiato al meccanismo di manovra della valvola Johnson.

Se dall'esame degli strumenti, al lontano quadro di comando, risulta all'operatore che la manovra elettrica non ha risposto, si mette in azione, nella cabina dell'operatore, la pompa d'olio *P* colà installata e collegata al servomotore da una tubazione *T* che corre lungo tutta la galleria; l'olio, mettendosi in pressione nell'apparecchio *A*, prima disinnesta il motore elettrico *M*, chiudendo subito dopo il manicotto a denti dalla parte opposta, che collega il meccanismo al servomotore rotativo, e questo, azionato dallo stesso olio in pressione, può manovrare la valvola Johnson sia in apertura che in chiusura.

I riduttori idrodinamici sopradescritti, applicabili ai meccanismi di manovra a mano di qualsiasi sistema (sono stati infatti eseguite trasformazioni di opere di presa già esistenti con meccanismi di costruzione Togni, Tosi S. Giorgio, ecc.) risolvono il problema nel senso di accelerare notevolmente la manovra a mano, facendo ruotare l'asse del volante o della manovella del meccanismo stesso con velocità variabile da 150 a 300 giri al minuto, a seconda dei casi, e cioè 5 o 6 volte più rapidamente di quanto potrebbe fare un operatore.

La pompa invece può essere spinta a velocità superiori, da 800 fino a 1500 giri, a seconda della frequenza disponibile, del tipo di motore elettrico, termico od idraulico, al quale detta pompa è accoppiata.

In tal modo il meccanismo di manovra resta coi suoi rapporti di demoltiplicazione, ed è quindi generalmente irreversibile.

Una risoluzione totalitaria del problema del riduttore idrodinamico, è stata attuata dalla Società Calzoni cogli *Argani idrodinamici* a bassissima velocità (fino ad un giro al minuto primo ed anche meno se occorre) realizzanti cioè rapporti elevatissimi di riduzione di velocità.

L'argano idrodinamico esercita direttamente lo sforzo di manovra e costituisce una macchina a sè, completamente chiusa, assai estetica (fig. 19) la cui installazione risulta generalmente facile e semplicissima.

Anche gli argani idrodinamici, vengono prodotti in serie secondo una scala di grandezze adatta al massimo numero di applicazioni, e la loro costruzione, a parte le dimensioni molto maggiori, è analoga a quella dei servomotori a diaframmi autoaderenti, di tipo equilibrato, a doppia distribuzione (fig. 20).

L'accurata lavorazione, gli accorgimenti costruttivi, l'uso dei materiali più adatti e la perizia degli aggiustatori del reparto specializzato, ove si costruiscono e si montano tali apparecchi, consentono di ottenere dei rendimenti ottimi, come mostra il diagramma (fig. 21) delle prove del riduttore idrodinamico con rapporto 1 a 900 costituito da una pompa di serie, della portata di litri 2,5 d'olio, direttamente accoppiata a motore elettrico a 1200 giri, e da un argano idrodinamico, pure di serie che, con la suddetta portata, compie un giro e 1/3 al minuto primo. Il rendimento volumetrico (indice delle tenute sulla periferia e suoi fianchi), che è il 99 % a 5 atmosfere, si mantiene ancora superiore al 92 % quando la pressione sale a 20 atmosfere.

Il rendimento meccanico effettivo supera l'80 % in tutta la zona di normale utilizzazione della macchina.

Per la più razionale distribuzione degli sforzi, questi argani vengono generalmente applicati al centro di un albero di trasmissione che porta alle sue estremità i pignoni per le catene galle (oppure le ruote ad impronta per le catene calibrate) che collegano la paratoia ad un contrappeso equilibratore.

La fig. 22 (diga di S. Eleuterio sul Liri) mostra uno dei tanti impianti del genere eseguiti con paratoie piane a diaframma in un solo pezzo, nonostante la notevole altezza di ritenuta.

La fig. 23 (diga di Mori sull'Adige) mostra invece il caso di un importante sbarramento (4 luci di metri 16,50 di larghezza e m 6,00 di ritenuta) con paratoie piane divise in due parti ognuna delle quali equilibrata da proprio contrappeso e manovrata da proprio argano idrodinamico indipendente.

La soppressione di quei rapporti intermedi di demoltiplicazione dello sforzo, che toglierebbero al riduttore idrodinamico la sua reversibilità, ha un notevole vantaggio in tutti quei casi nei quali, ad esempio, si voglia utilizzare, agli effetti della chiusura, il peso proprio del diaframma.

Ciò perchè un'altra notevole particolarità dei servomotori rotativi, e degli argani idrodinamici in genere, è quella della loro utilizzazione come freni idraulici, essendo facile comprendere come sia semplice mettere in comunicazione la camera di pressione con quella di scarico, attraverso una luce strozzata, per ottenere un freno, potente e dolce ad un tempo, graduabile anche in marcia colla semplice regolazione del trafilamento dell'olio.

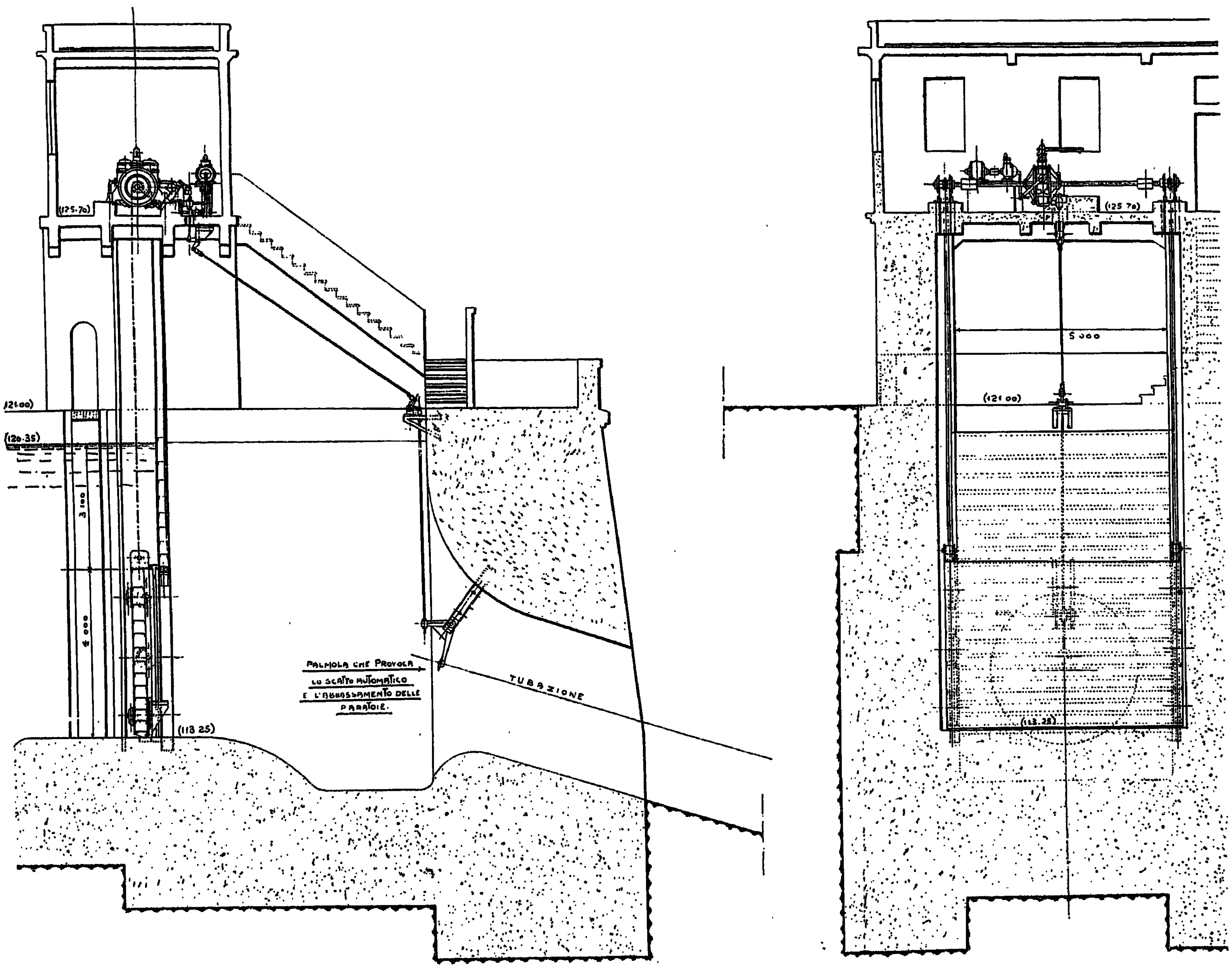


Fig. 24. — Paratoie automatiche con argano-freno, all'imbocco condotte forzate.

Questa duplice attitudine dei servomotori ha reso possibile, nelle paratoie con chiusura a gravità, la abolizione dei freni elettromagnetici occorrenti coi tipi a comando elettromeccanico. Ciò ha poi notevole importanza in quelle paratoie automatiche che debbono avere costante tendenza a chiudersi, come ad esempio quelle che si installano all'imbocco delle condotte forzate (fig. 24), con un dispositivo di scatto, azionato in caso di eccesso di velocità dell'acqua, analogo a quello delle valvole a farfalla di sicurezza.

Per non dilungarmi troppo, tralascierò di riferire sui vari dispositivi automatici per comando di paratoie con sistemi misti, elettrici ed idrodinamici, ideati dal Calzoni per impianti ove si richiedeva la risoluzione di svariati problemi, quali ad esempio:

— Intervento automatico sotto il comando di un galleggiante.

— Stramazzi di altezza regolabile, che si mantengono costanti anche se varia il livello a monte.

— Manovre differite di paratoie automatiche, in modo che si

aprano in un primo tempo alcune bocche di scarico e, se la loro azione non basta, ne intervengano delle altre, ecc.

Sono insomma tanti e tanti casi che la pratica presenta, che si possono risolvere con semplici giuochi di cassetti distributori, di deviatori, di rubinetti, cioè con apparecchi a pressione d'olio di limitato costo e, ciò che più conta, di sicuro funzionamento, poichè mancano i congegni delicati, i piccoli contatti, che vanno così bene nei quadri delle centrali, ma che abbandonati in impianti sulle prese dei fiumi, o nelle gole dei monti, senza sorveglianza di personale tecnico, danno pochi affidamenti di servire quelle rare volte che debbono essere adoperati.

Non mancherà occasione di far conoscere anche questi dispositivi, come pure di parlare delle macchine utensili ed operatrici già eseguite con cambio progressivo di velocità e comandi a pressione di olio, ed inoltre di ciò che può farsi nel campo della trazione.

Mi sono limitato ad esporre una parte di quanto è attuato ed operante in Italia, e non mi risulta anzi che le applicazioni delle trasmissioni idrodinamiche alle opere di presa degli impianti idroelettrici siano note all'estero. Ve n'è uno, e di notevole importanza, al Brasile sul Rio Tietè, ma trattasi anche in questo caso di una installazione della Calzoni per la Centrale di Porto Goes, colà eseguita dalla « Riva ».

All'estero, specialmente in America ed in Germania ove si studiano, si esperimentano e si applicano sempre più estesamente le trasmissioni idrodinamiche alle macchine utensili, non credo invece che si sia fatto quanto da noi nel campo degli impianti idraulici.

Certo è che su questa strada non siamo stati preceduti, e se anche la nostra pratica tecnica non avrà seguito all'estero, le opere eseguite in Italia saranno una bastevole affermazione del suo effettivo valore.

Milano, dicembre 1930.

MISURE SU MICROFONI A CARBONE

G. SACERDOTE

Si determinano sperimentalmente le caratteristiche statiche e dinamiche di diversi tipi di microfoni a carbone, e si indica come, in base alla conoscenza di tali dati, si possano risolvere questioni interessanti la tecnica delle trasmissioni telefoniche.

§ 1. - Generalità.

La determinazione dell'equivalente di trasmissione, e in genere dell'efficenza di un microfono si esegue di solito confrontando l'apparecchio in esame con un apparecchio campione: queste misure danno quindi risultati puramente relativi. Quando per contro interessa ricavare dati assoluti, si deve ricorrere a misure di carattere acustico per poter determinare la pressione che agisce sul microfono e metterla in relazione cogli effetti elettrici prodotti. Nella pratica della tecnica telefonica interessa inoltre conoscere il comportamento di un dato microfono al variare della corrente di alimentazione, per poterne dedurre il comportamento in funzione della lunghezza e della natura della linea di abbonato e di un eventuale eccesso o difetto della tensione di alimentazione.

Mentre per il ricevitore telefonico si è potuta svolgere (Kennelly, Poincaré) in modo completo la teoria analitica dell'apparecchio e si son potuti avere così dati sicuri, che permettono di vagliare e di interpretare razionalmente i risultati sperimentali, per il microfono a carbone, data la complessità dei fenomeni che in esso si svolgono non è stato ancora possibile stabilire una trattazione analitica del funzionamento dell'apparecchio; e d'altronde, tra le numerose ipotesi formulate per spiegare tale funzionamento, nessuna ancora ha avuto una definitiva conferma sperimentale, che la renda accettabile senza discussione.

§ 2. - Cenno sulla teoria del circuito microfonico.

Poichè non si hanno elementi precisi sul funzionamento fisico del microfono, che possano completamente spiegare la notevole variazione di resistenza al variare della pressione acustica esercitata sulla membrana, si ricorre ad ipotesi più o meno plausibili, che permettano di impostare i calcoli per lo studio analitico del circuito.

Consideriamo il caso più comune di un circuito formato da un microfono di resistenza R (a riposo), di un'induttanza L, di una resistenza R_0, e alimentato da una f.e.m. costante E. Quando il microfono è eccitato acusticamente, si ha una variazione ΔR di resistenza, che sarà funzione del tempo, funzione che per ora lasciamo indeterminata.

L'equazione del circuito è:

$$E = L\frac{di}{dt} + (R + R_0 + \Delta R)\, i$$

Si deve quindi integrare una equazione differenziale del 1° ordine: tale integrale è dato da:

$$i = \frac{E}{L}\, e^{-\int \frac{R + R_0 + \Delta R}{L} dt} \left\{ \int e^{\int \frac{R + R_0 + \Delta R}{L} dt} dt + C \right\},$$

ove C è una costante di integrazione. Scindendo gli integrali all'esponente si ha:

$$i = \frac{E}{L}\, e^{-\frac{R + R_0}{L} t - \int \frac{\Delta R\, dt}{L}} \left\{ \int e^{\frac{R + R_0}{L} t + \int \frac{\Delta R\, dt}{L}} dt + C \right\}$$

Supponendo la ΔR una funzione periodica del tempo è facile dividere l'espressione della i in due addendi l'uno periodico a regime e l'altro transitorio.

La parte periodica i_1 dell'espressione della i è:

$$i_1 = \frac{E}{L} \frac{\int e^{\frac{R + R_0}{L} t + \int \frac{\Delta R}{L} dt} dt}{e^{\frac{R + R_0}{L} t + \int \frac{\Delta R}{L} dt}};$$

il termine transitorio i_2 è dato da:

$$i_2 = \frac{E}{L}\, C\, e^{-\frac{R + R_0}{L} t - \int \frac{\Delta R}{L} dt}$$

Volendo eseguire i calcoli necessari per determinare ad esempio la forma d'onda di corrente prodotta da un microfono, su cui agisce un'onda sinoidale di pressione, conviene ricorrere a sviluppi in serie di Fourier: così, supposto noto lo sviluppo di:

$$e^{\int \frac{\Delta R}{L} dt} = \Sigma\, (A_n \operatorname{sen} n\omega t + B_n \cos n\omega t)$$

si ottiene in definitiva:

$$i_1 = E\, e^{-\int \frac{\Delta R\, dt}{L}}\, \Sigma \left\{ 1/(R + R_0)^2 + \omega^2 n^2 L^2 \right\}$$
$$\left[\left\{ A_n n\omega L + B_n (R_0 + R) \right\} \operatorname{sen.} n\omega t + \left\{ (R_0 + R) A_n - n\omega L B_n \right\} \cos.\, n\omega t \right]$$

Risulta evidente che, anche per ipotesi molto semplici sulla natura della funzione ΔR, si perviene sempre a formule di una notevole complicazione. Se ne deduce che lo studio completo del circuito microfonico presenta difficoltà di carattere analitico e fisico assai rilevanti.

Oltre a ciò si deve notare che dalle misure non si possono ottenere dati molto precisi soprattutto per l'instabilità delle capsule. Non apparisce quindi necessario sviluppare calcoli complicati per verifiche e previsioni. Tali calcoli possono forse essere interessanti per uno studio puramente teorico, ed eventualmente utili al costruttore di apparecchi; per il collaudo basta ricorrere a dati approssimati. Cerchiamo perciò quali dati sperimentali si debbano determinare per ottenere elementi sufficienti ad individuare le caratteristiche di funzionamento di un dato microfono.

Un elemento di grande interesse è la f.e.m. alternata, che (con opportune convenzioni) si può ammettere che la capsula introduca in circuito sotto l'azione delle onde sonore.

Tenendo presente la necessità della corrente di alimentazione si vede che tale f.e.m. (a circuito aperto) può determinarsi sperimentalmente misurando il valore efficace $V_{0\,eff.}$ della componente di tensione alternativa ai capi del microfono investito dalle onde sonore, quando è stata inserita in circuito una forte induttanza, di modo che (data la grande impedenza del circuito esterno al microfono) non circoli in esso che una trascurabile intensità di corrente alternata. Si può allora ammettere (poichè si suppone la I costante) la relazione:

$$V_{0\,eff} = I.\, \Delta R_{eff}$$

ove con $\Delta R_{eff.}$ indico il valore efficace della variazione di resistenza del microfono e con I la corrente continua di alimentazione.

Se per contro si suppone che la impedenza esterna non sia tale da rendere trascurabile la resistenza media R del microfono, pur

restando le variazioni di I sempre piccole di fronte al valore di I stesso e che tale impedenza esterna sia assimilabile a una semplice resistenza R_0, la tensione efficace ai morsetti risulta:

$$V_{eff} = \frac{I \Delta R_{eff}}{\frac{R}{R_0} + 1} = \frac{V_{0eff}}{\frac{R}{R_0} + 1}$$

Questa formula si ottiene evidentemente comparando il microfono con un generatore di resistenza interna R, il quale produca a vuoto una f.e.m. $V_{0eff.}$ e sia chiuso su un circuito di resistenza esterna R_0.

Se poi si vuole tener conto delle variazioni di I, si possono ottenere risultati più approssimati. Si supponga infatti, che la variazione di R sia sinoidale e che l'ampiezza di questa variazione sia ΔR. Si ha allora:

$$\Delta R_{eff} = \frac{\Delta R}{\sqrt{2}}$$

da cui, essendo $I = \frac{E}{R + R_0}$ (E tensione continua di alimentazione)

nell'ipotesi di I = cost., si ha:

$$V_{eff} = E \frac{\Delta R}{\sqrt{2}} \frac{R_0}{(R + R_0)^2}$$

Se invece si vuol tener conto delle variazioni di corrente, si ha:

$$E = i\,(R + R_0 + \Delta R \text{ sen } \omega t)$$

Il valore efficace della componente alternata di tensione ai capi del microfono è dato da:

$$V'_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T}\int v^2\, dt - \left(\frac{1}{T}\int v\, d\, t\right)^2}\ ;\ v = \frac{R + \Delta R \text{ sen } \omega t}{R_0 + R + \Delta R \text{ sen } \omega t} E$$

(indicando con v il valore istantaneo della V).

Eseguendo le integrazioni, e ponendo per brevità $\frac{\Delta R}{R + R_0} = x$, si ottiene in definitiva:

$$V'_{eff} = E \frac{R_0}{R + R_0} \sqrt{\frac{1}{1 - x^2}\left(\frac{1}{\sqrt{1 - x^2}} - 1\right)}$$

Tale funzione è rappresentata in fig. 1 mediante la linea a tratto pieno, mentre la linea tratteggiata rappresenta quanto si ottiene con la precedente più grossolana approssimazione, per la quale si ha:

$$V_{eff} = E \frac{x}{\sqrt{2}} \frac{R_0}{R + R_0}$$

Ne segue:

$$\frac{V'_{eff}}{V_{eff}} = \frac{\sqrt{2}}{x} \sqrt{\frac{1}{1 - x^2}\left(\frac{1}{\sqrt{1 - x^2}} - 1\right)}$$

Si vede in fig. 2 come questo rapporto vada variando al variare di x. Esso coincide con l'unità solo per $\frac{R_0}{R} = \infty$ e quindi per $x = 0$ (e ciò sempre nell'ipotesi, che le resistenze del circuito siano puramente ohmiche, e che la ΔR vari sinoidalmente col tempo).

In base a misure eseguite (alle quali si accennerà in seguito) si può ammettere con sufficiente esattezza la relazione empirica $\Delta R = k R^n$, che lega la variazione di resistenza (prodotta da una data pressione di determinata frequenza) alla resistenza di un dato microfono, la quale ultima è funzione delle condizioni del circuito di alimentazione ed essenzialmente della corrente continua circolante nel microfono stesso.

Quando si ammetta, che la ΔR sia piccola di fronte alle resistenze del circuito, e che quindi sia valida con sufficiente approssimazione la formula:

$$V_{eff} = \frac{I \Delta R_{eff}}{\frac{R}{R_0} + 1}$$

e che sia verificata la relazione empirica $\Delta R = k R^n$, si possono trattare con relativa semplicità numerosi problemi, che interessano lo studio dei circuiti microfonici.

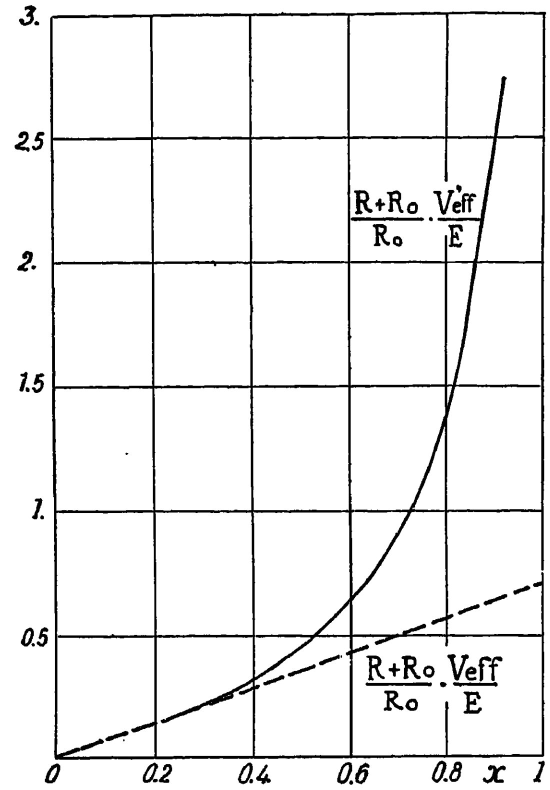


Fig. 1. — Tensione efficace ai morsetti di un microfono al variare di $x = \frac{\Delta R}{R + R_0}$.

Fra tali problemi si accenna ad esempio al seguente: determinare la attenuazione introdotta in circuito dalla presenza di un dato microfono in funzione della lunghezza della linea di abbonato (ossia determinare il logaritmo del rapporto fra le due tensioni efficaci generate dal microfono, quando la resistenza esterna assuma due valori R_0 ed R_0' e conseguentemente la resistenza interna passi da R ad R').

Se E è la f.e.m. continua di alimentazione, si ha $I = \frac{E}{R + R_0}$ e quindi:

$$V_{eff} = \frac{I \Delta R_{eff}}{\frac{R}{R_0} + 1} = \frac{E R_0 k R^n}{(R + R_0)^2}$$

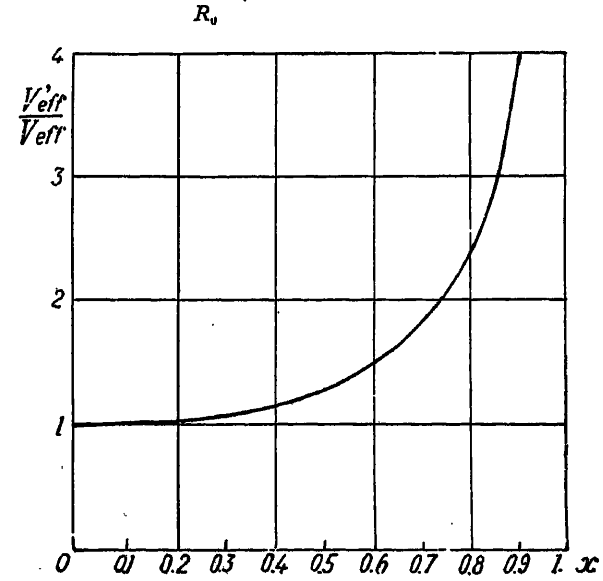


Fig. 2. — Rapporto di approssimazione fra i valori di tensione di un microfono calcolabili in base a differenti ipotesi semplificative.

Un'altra relazione analoga dà $V'_{eff.}$ in funzione di R_0' e R' e dalle due si ha facilmente:

$$\log \frac{V'_{eff}}{V_{eff}} = \log \frac{R'_0}{R_0} + n \log \frac{R'}{R} - 2 \log \frac{R' + R'_0}{R + R_0}$$

Si hanno così tre termini di attenuazione, che possono essere calcolati in funzione della variazione di R_0, quando si conoscano le relazioni fra R ed R_0 e in genere le caratteristiche statiche e dinamiche del microfono, delle quali si parlerà in seguito. In particolare dal diagramma (R_0, R) resistenza di linea-resistenza del microfono

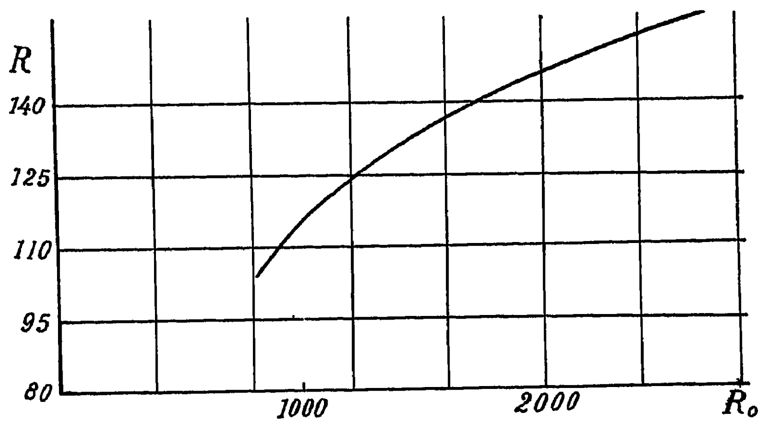


Fig. 3. — Resistenza di un microfono in funzione della resistenza della linea di abbonato, a tensione di alimentazione costante.

(che si ricava dalle caratteristiche statiche per una E costante) (vedi fig. 3) dalla conoscenza dell'esponente n (secondo una teoria del Pedersen dovrebbe aversi $n = 5/3$) si può risolvere il problema propostoci. Per es. per $n = 1{,}77$ e per il microfono a cui si riferisce la caratteristica di fig. 3, è data in fig. 4, in funzione della resistenza R_0

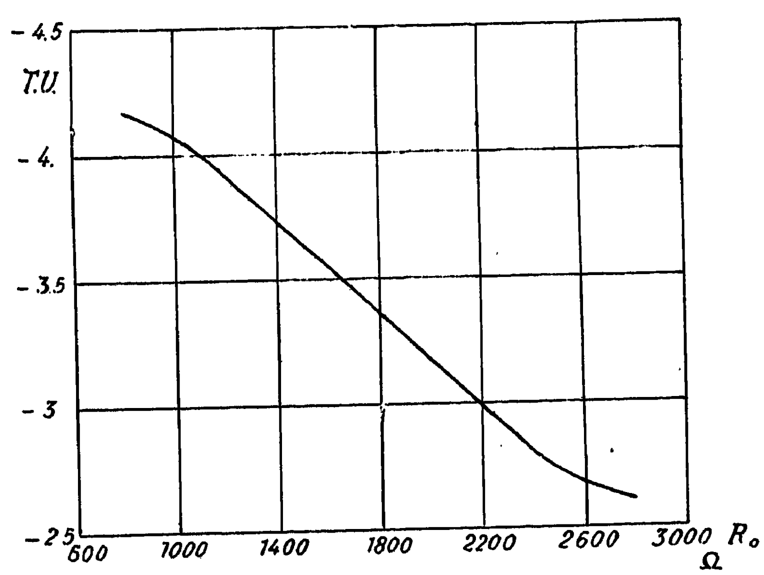


Fig. 4. — Attenuazione di un microfono in funzione della resistenza del circuito esterno.

di linea, la corrispondente attenuazione espressa in unità di trasmissione (T. U.); ossia le ordinate del diagramma di fig. 4 sono:

$$10 \left[\operatorname{Log} R_0 + 1{,}77 \operatorname{Log} R - 2 \operatorname{Log} (R + R_0) \right]$$

In modo perfettamente simile si può trattare il caso di una variazione della f.e.m. E.

§ 3. - Determinazione delle caratteristiche statiche.

Come caratteristica statica di una capsula microfonica, si intende la relazione, che lega la tensione continua ai morsetti della capsula alla intensità continua della corrente di alimentazione: tale caratteristica presenta un andamento curvilineo dovuto anzitutto al fatto che la resistenza dei granuli di carbone diminuisce col crescere della temperatura (perchè il coefficiente di temperatura della resistenza del carbone è negativo), e quindi anche col crescere della intensità della corrente per il calore Joule prodotto dal passaggio della corrente stessa.

Bisogna inoltre tener conto di ciò, che si ha in esame una resistenza dovuta a contatti imperfetti: si presentano quindi fenomeni ulteriormente complessi. Essi sono studiati in una esauriente teoria sulla resistenza elettrica dei contatti di carbone svolta da R. Holm [1] in numerose memorie, nelle quali l'autore è pervenuto a dare l'espressione analitica della resistenza di contatto in funzione della corrente. Da tale espressione si deduce che la resistenza diminuisce col crescere della corrente non soltanto per la variazione della conducibilità specifica del carbone, ma altresì per il fatto che col crescere della temperatura si ha un contatto più intimo fra i vari granuli, il che apporta ulteriore diminuzione di resistenza. Secondo Pedersen [2] la espressione analitica della resistenza a regime per una capsula microfonica contenente una sostanza con coefficiente negativo di temperatura è del tipo:

$$R = \frac{a}{1 + b I^2} + c;$$

quindi la caratteristica statica è:

$$V = \frac{a I}{1 + b I^2} + c I$$

(a, b, c costanti).

Nell'eseguire le misure bisogna attendere un tempo sufficientemente lungo, affinchè sia raggiunto l'equilibrio termico nella capsula; inoltre nel rilevare le caratteristiche statiche si deve notare che, data la natura instabile dei contatti microfonici, non si hanno relazioni di dipendenza esattamente univoche, ossia non si hanno curve che si possano riprodurre tali quali ripetendo le esperienze. Fra determinazioni eseguite, sia su diverse capsule di una stessa Ditta, sia su una sola capsula in tempi successivi, si rilevano sensibili divergenze: tuttavia, da un punto di vista qualitativo, si ritrovano sempre gli

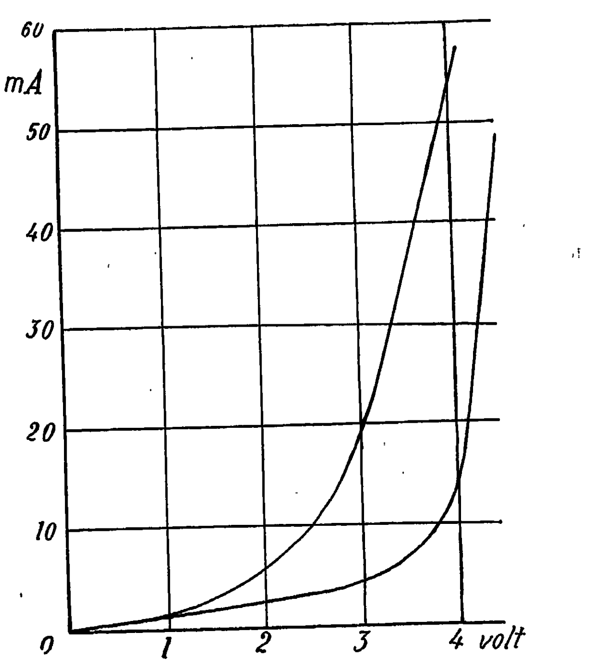


Fig. 5. — Caratteristiche statiche dei microfoni.

stessi risultati. Per ogni microfono si dovrebbe ad ogni modo considerare non una caratteristica sola, ma un fascio di caratteristiche e da questo dedurre un andamento medio. E' poi quasi superfluo ricordare quale importanza abbia la posizione della capsula, che nelle nostre esperienze è sempre stata quella verticale (asse della capsula orizzontale).

In figura 5 sono riportate le caratteristiche (V, I) di due capsule di tipo diverso. Tali caratteristiche, come si è accennato precedentemente, presentano notevole importanza in quanto danno gli elementi necessari per prevedere le attenuazioni dovute a un microfono al variare della corrente di alimentazione.

Oltre alle caratteristiche statiche a regime, che si sono rilevate facendo letture su di un voltmetro e su di un milliamperometro, si sono eseguite fotografie di alcune caratteristiche istantanee adoperando il tubo di Braun, alimentando la capsula con corrente alternata di frequenza 50 periodi/sec. Una coppia di placche del tubo è messa a terra: l'altra coppia è collegata ai morsetti del microfono, mentre attraverso due bobine deviatrici si fa passare la corrente di alimenta-

(1) R. Holm: Uber Kontaktwiderstände - Zetschr. f. techn. Phys., vol. IX, n. 11, novembre 1928, pag. 454.
(2) *L'Elettrotecnica*, vol. III, n. 9, 25 marzo 1916, pag. 179.

zione: al tubo si ha così direttamente la caratteristica istantanea (V, I). Essa vien qui detta istantanea, perchè, data la frequenza già elevata, la resistenza del microfono deve tendere a stabilizzarsi su un valore corrispondente a quello della intensità efficace della corrente. Si nota tuttavia chiaramente dalla fotografia di fig. 6 che la caratteristica è ancora curvilinea e presenta un andamento analogo a quelle statiche: molto probabilmente ciò è dovuto a variazioni di temperatura di contatto: se si accresce l'intensità della corrente di alimentazione, si raggiunge un valore pel quale la caratteristica si presenta instabile. Si ha allora la generazione di archi fra granulo e granulo e non si può più fotografare tale caratteristica, ma il suo andamento è dato all'incirca da fig. 7.

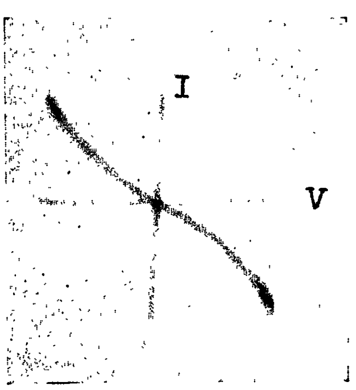


Fig. 6. — Caratteristica istantanea di una capsula rilevata al tubo di Braun.

Si può ancora notare che, data la variazione, che si è chiamata *istantanea*, di resistenza al variare della corrente di alimentazione, si deve avere in generale un effetto di raddrizzamento o di rivelazione (analogamente a quanto avviene negli ordinari raddrizzatori), allorchè alla corrente continua si sovrappone una corrente alternata di una data ampiezza. Tenuto conto del segno della curvatura della caratteristica, tale effetto deve manifestarsi con una *diminuzione* della corrente di alimentazione, ossia della componente di corrente continua.

§ 4. - Determinazione di caratteristiche dinamiche.

Per caratteristiche dinamiche di un microfono si intendono qui le curve, che danno il modo di variare del valore efficace della f. e. m. generata nel microfono, allorchè questo è eccitato da una determinata pressione acustica e in date condizioni di circuito di alimentazione. Si hanno allora come variabili indipendenti il valore efficace P della pressione acustica, la sua frequenza, la intensità di corrente di alimentazione e la impedenza del circuito di alimentazione.

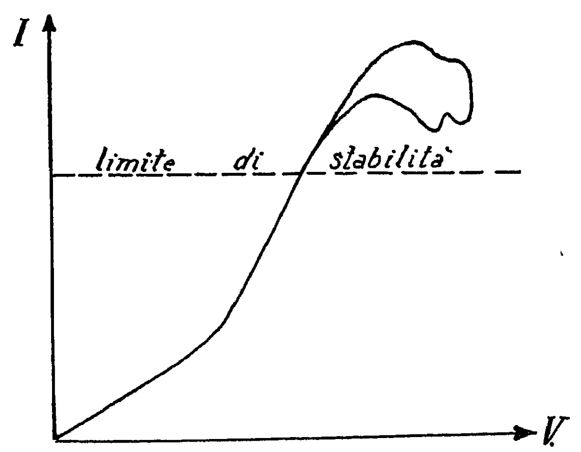


Fig. 7. — Caratteristica istantanea di una capsula oltre il limite di stabilità.

Ammesse le ipotesi semplificative del § 2, basta conoscere la f.e.m. quando il circuito si possa considerare aperto per la corrente alternata, cioè quando si sia inserita in serie nel circuito di alimentazione, una forte induttanza, che presenti impedenza così rilevante per la componente alternata della corrente microfonica, da poter considerare quest'ultima come trascurabile.

Dal canto suo, la determinazione assoluta della pressione acustica P presenta, come è noto, molte difficoltà, dovendosi all'uopo ricorrere a strumenti assai delicati, come ad esempio il disco di Rayleigh o al termofono (3) o al metodo di compensazione elettromagnetica di Gerlach e Hartmann (4).

Qualora si possa avere un microfono a condensatore tarato in frequenza e intensità si può ricorrere a misure relative: ed è appunto per questa via che si sono eseguite alcune determinazioni, usando un microfono campione a condensatore della Victor Radio Corporation. Con l'apparato, che si descriverà in seguito, si sono determinate le caratteristiche di alcuni microfoni, dapprima a frequenza costante e P variabile, ed in seguito a P costante e frequenza variabile. Da tali curve, riportate nelle figg. 8 e 9 si rileva come vi sia una sensibile linearità fra la risposta e l'eccitazione di un microfono ossia fra la tensione $V_{0\,eff.}$ e la pressione P. Risulta invece una notevole irregolarità della risposta in funzione della frequenza: compaiono infatti numerosi punti di risonanza, dovuti sia a condizioni di risonanza meccanica delle varie membrane e parti costruttive, sia al risonatore acustico formato dall'imboccatura del microfono.

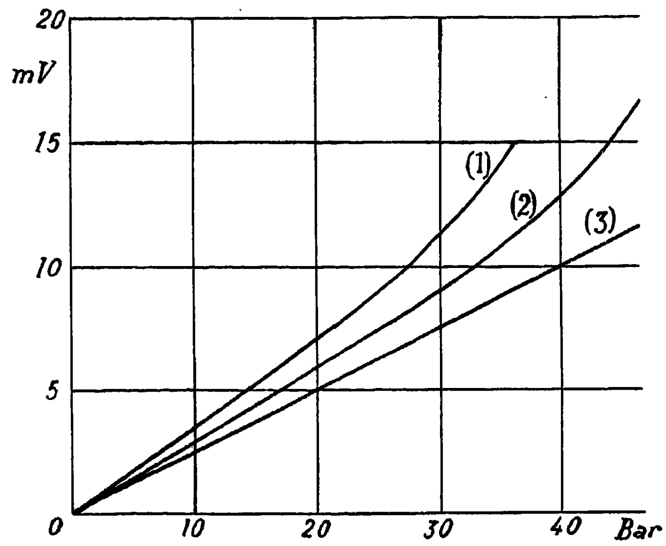


Fig. 8. — Tensione ai capi di un microfono eccitato a frequenza costante e pressione variabile.

1), 2) - Capsula A a due diverse correnti di alimentazione.
3) - Capsula B.

I risultati di simili prove sono interessanti per poter dare un giudizio sulla bontà di articolazione di un dato microfono; essi dimostrano inoltre che, quando si fanno prove per definire la sensibilità di un microfono, l'operare su di una sola frequenza e lo scegliere per questa un valore piuttosto che un altro, può condurre a formulare giudizi comparativi del tutto fallaci.

E' quindi conveniente eseguire la prova con voce umana, oppure con cicale a larga gamma di frequenza, o infine sfruttando per l'alimentazione di un altoparlante i battimenti a frequenza acustica di due eterodine accoppiate, una delle quali abbia il condensatore di sintonia che ruoti continuamente, azionato, ad esempio, da un movimento di orologeria. (Metodo del Post-Office di Londra).

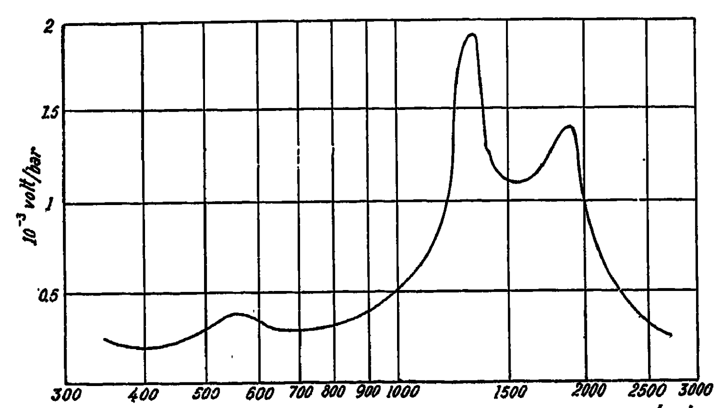


Fig. 9. — Tensione generata ai morsetti di un microfono, capsula A, eccitato a pressione costante ed a frequenza variabile.

Le prove successive, a cui ora si fa riferimento, sono state tutte eseguite a frequenza costante (1000 hertz), mantenendo pure costante l'eccitazione acustica per tutta la durata della misura. Le esperienze sono state eseguite con il dispositivo indicato in fig. 10.

Un oscillatore a triodi genera una corrente a 1000 hertz, che si fa dapprima passare attraverso un corrispondente filtro «passabasso» per depurarla delle armoniche. La corrente alimenta poi un altoparlante attraverso un attenuatore, che permette di regolare il volume di suono; un voltometro a termocoppia dà la tensione applicata all'attenuatore e di qui conoscendo l'attenuazione introdotta, si deduce la tensione

(3) Irving Crandall: Theory of vibrating system and sound - London - Macmillan, ed., 1927, pagg. 242 e segg.
(4) R. G. E., XXII, n. 10, 10 settembre 1927, pag. 378.

applicata all'altoparlante, che si ha cura di mantenere costante durante tutto il corso di una determinazione.

Il collegamento acustico fra altoparlante e microfono è fatto mediante una cassa cubica di legno avente un metro di spigolo, foderata

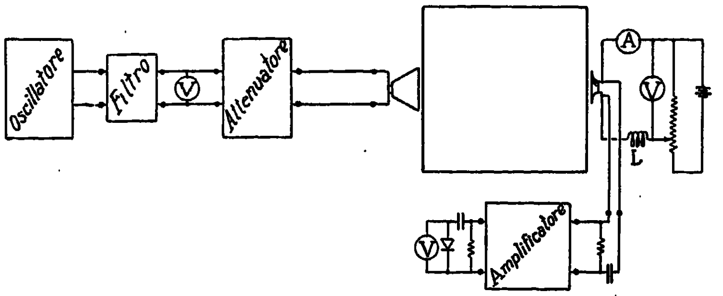


Fig. 10. — Dispositivo sperimentale per eseguire prove su microfoni.

di feltro di grande spessore, che assorbe il suono in modo praticamente completo ed evita riflessioni, echi e interferenze, mentre impedisce che l'intera cassa funzioni come risuonatore per determinate frequenze.

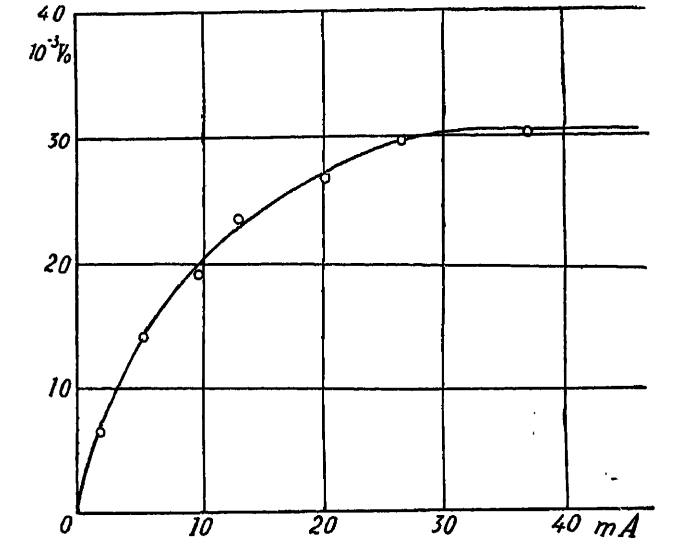


Fig. 11. — Tensione alternata generata in un microfono, a eccitazione acustica costante, al variare della corrente di alimentazione.

Il circuito microfonico comprende l'alimentazione a corrente continua con il voltmetro e il milliamperometro per determinare tensione e corrente continua di alimentazione; ai capi del microfono, attraverso un condensatore, è derivato un amplificatore a triodi, a tre

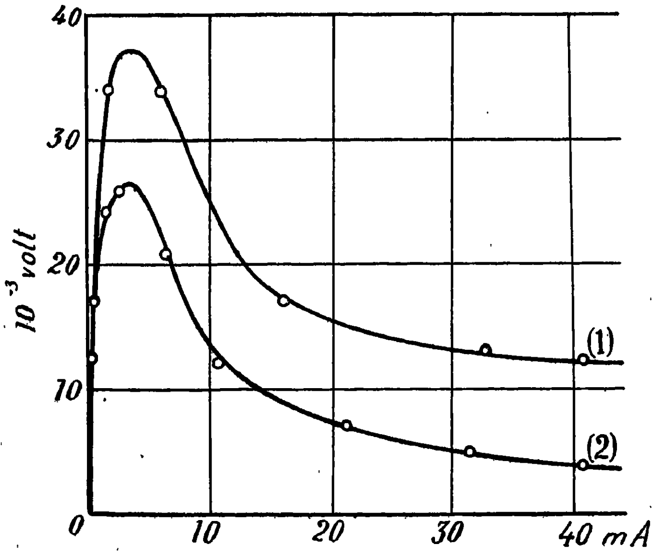


Fig. 12. — Tensione alternata generata in un microfono ad eccitazione acustica costante, in funzione della corrente continua di alimentazione (per due diverse intensità di eccitazione acustica).

stadi, del tipo a resistenza e capacità, che permette di misurare la tensione alternata ai morsetti della capsula. Come strumento di lettura, si è adoperato un millivoltmetro a c. c. Siemens, di resistenza interna 1000 Ω, derivato su un raddrizzatore ad ossido di rame; il collegamento ai capi della resistenza inserita nel circuito di placca del triodo finale dell'amplificatore, è fatto attraverso un condensatore di 0,1 μF.

La taratura del voltmetro amplificatore si ripete alla fine di ogni misura, ma si è constatata la sua sensibile costanza. All'occorrenza si riduce la sensibilità escludendo uno stadio; alla massima sensibilità si ottiene un'amplificazione di circa 250, che si mantiene costante nei limiti dell'1 % per frequenze tra 500 e 3000 hertz.

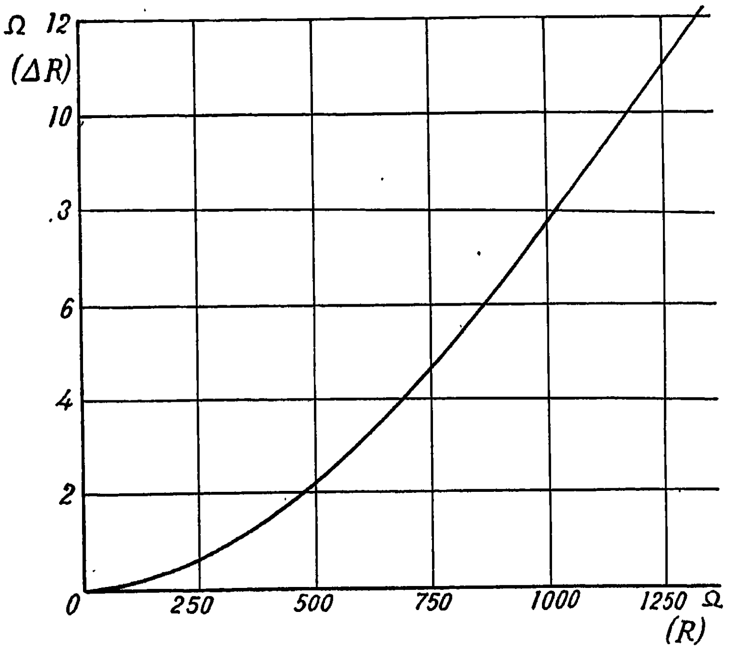


Fig. 13. — Variazione della resistenza di un microfono (prodotta da una data eccitazione acustica) in funzione della resistenza del microfono stesso.

In serie con il circuito di alimentazione una induttanza di 100 henry circa, e 200 Ω di resistenza permette di considerare la tensione letta al voltmetro come eguale alla f.e.m. generata nel microfono.

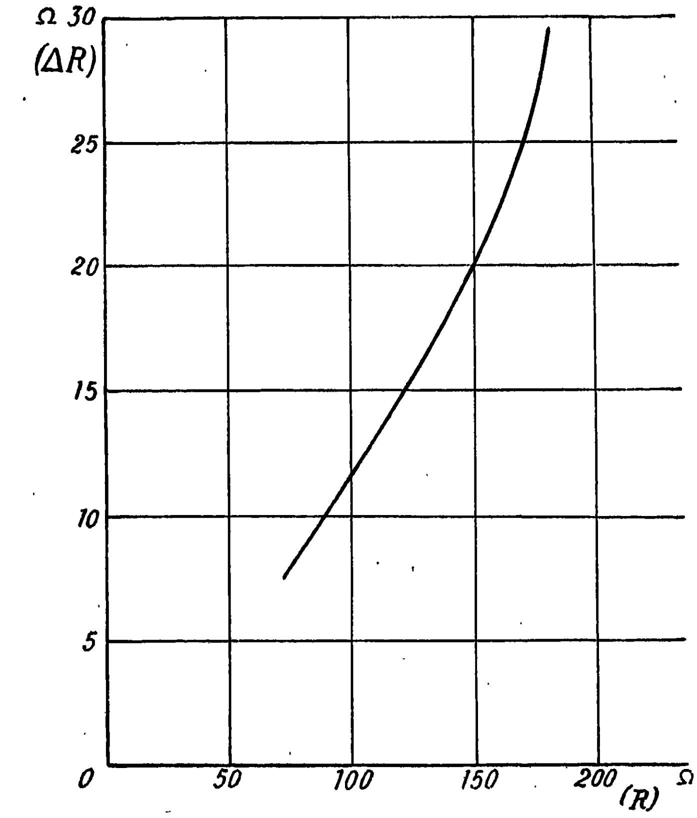


Fig. 14. — Variazione della resistenza di un microfono, prodotta da una data eccitazione acustica, in funzione della resistenza del microfono stesso.

Si è così eseguita una numerosa serie di determinazioni su vari tipi di microfoni per stabilire la relazione fra forza elettromotrice generata per una data eccitazione acustica e la intensità di corrente di alimentazione. Questo problema è di diretto interesse pratico, perchè

dà sia il comportamento del microfono per varie lunghezze di linea, sia le variazioni di attenuazione dovute a difetto o ad eccesso di alimentazione.

Come si è già osservato per le caratteristiche statiche, anche per quelle dinamiche si nota una non perfetta identità fra i risultati di una determinazione e quelli di un'altra. Tuttavia, se le condizioni di esperienza sono realmente le stesse, gli scarti si mantengono limitati e può assai bene essere determinato un comportamento medio della capsula in esame.

Il microfono viene dapprima portato a regime lasciandolo traversare per un certo tempo dalla corrente di alimentazione. Raggiunto lo stato di equilibrio, viene azionato l'altoparlante; in numerosi microfoni si nota allora il fenomento dell'intasatura della polvere (packing) per cui la tensione generata tende a diminuire. Nelle caratteristiche rilevate si è sempre attesa una nuova condizione di regime che viene assunta dal microfono dopo qualche diecina di secondi, durante i quali la forza elettro-motrice diminuisce rapidamente. Con questo procedimento ci si allontana dalle condizioni pratiche di funzionamento, a pressione e a frequenza acustica molto variabili, che evitano od alterano l'andamento dell'intasamento delle polveri: e di qui l'opportunità di ricorrere a cicale o a generatori a frequenza variabile. Tuttavia, anche nelle condizioni delle nostre esperienze si possono avere dati che costituiscono un'utile guida nei calcoli pratici.

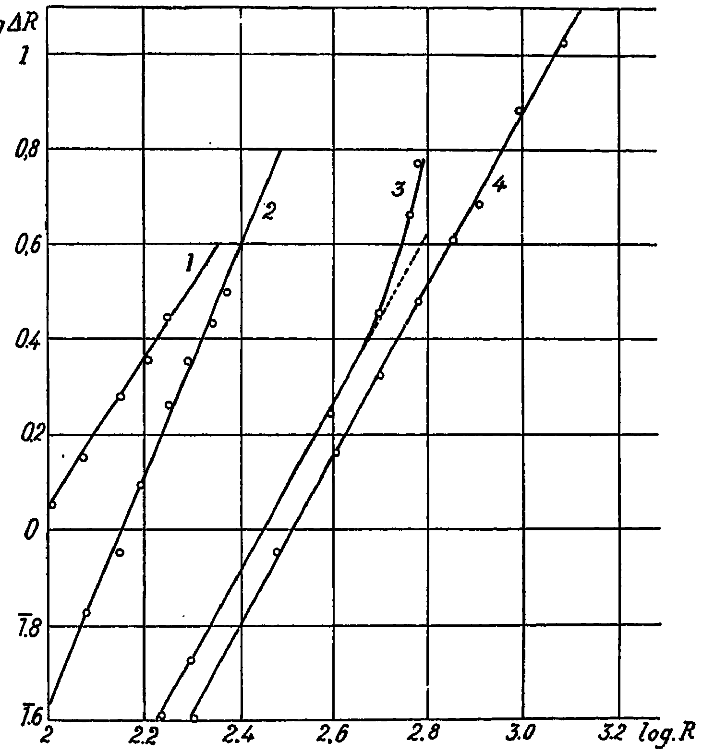


Fig. 15. — Variazione di resistenza in funzione della resisteza del microfono, riportate in doppia scala logaritmica per diversi tipi di microfoni.

Indubbiamente l'intasatura delle polveri, e la dipendenza di questo fenomento dalle condizioni di eccitazione e di circuito, rendono necessari controlli e prove comparative fra i vari metodi, per vedere fino a qual punto si possano utilizzare i risultati ottenuti nel modo descritto, ossia eccitando per un certo tempo il microfono a pressione e frequenza costanti. Questo metodo ha il grande pregio di consentire maggior precisione di misura e di evitare i giudizi soggettivi, necessariamente più imprecisi, a cui ci si affida operando con i metodi di diretto confronto acustico.

Nei diagrammi rilevati per diversi tipi di microfoni (figg. 11, 12) si osservano due tipi fondamentali di caratteristiche: un primo tipo a caratteristica crescente, in cui la forza elettromotrice tende ad una saturazione; ed un secondo tipo, in cui si ha invece un'accentuato massimo per una determinata corrente di alimentazione.

Questa differenza di comportamento è facilmente spiegabile, se si tien conto che la forza elettromotrice ai morsetti è data da (§ 2):

$$V_{0eff} = I \, . \, \Delta \, R_{\,eff}$$

Infatti la resistenza R del microfono diminuisce col crescere dell'intensità della corrente di alimentazione, e quindi anche la ΔR (che è funzione crescente di R) diminuisce al crescere di I. Ne segue che la caratteristica di $V_{0eff.}$ in funzione di I ha un andamento crescente o decrescente a seconda della preponderanza delle variazioni (in senso opposto) del fattore I o di quello ΔR.

Questo fatto può anche risultare dal calcolo se, come espressione analitica della caratteristica statica del microfono, si assume la formula di Pedersen:

$$V = \frac{a\,I}{1 + b\,I^2} + c\,I \qquad \text{e per} \qquad \Delta R = k\,R^n.$$

Si ha allora infatti:

$$V_{0\ eff} = I \, . \, k \left(c + \frac{a}{1 + b\,I^2} \right)^n$$

e affinchè esista un massimo deve essere $n > \frac{1}{2} + \frac{c}{a}$. Naturalmente queste formule non sono che una prima approssimazione, ma servono a giustificare i risultati sperimentali.

Per alcuni microfoni si sono altresì rivelate le curve $(R, \Delta R)$ quali ad es. quelle riportate in figg. 13 e 14. Anch'esse, unitamente alla caratteristica statica, servono assai bene a definire il comportamento del microfono.

In fig. 15 sono riportate alcune di tali curve in doppia scala logaritmica, e si vede che si hanno andamenti sensibilmente rettilinei, il che giustifica l'adozione della formula $\Delta R = k\,R^n$. Per i vari tipi di microfoni sperimentali, l'esponente n varia fra 1,55 e 1,75 circa.

§ 5. - Conclusione.

Come conclusione su questo primo ciclo di misure si può osservare, che le caratteristiche di microfoni rilevate coi mezzi descritti presentano una discreta uniformità e costanza, tenuto conto del carattere delle determinazioni e forniscono dati sufficienti a risolvere i problemi imposti al riguardo dallo studio delle linee e delle reti telefoniche.

Resta ancora a vedere fino a qual punto le misure a frequenza costante diano risultati paragonabili con quelli che si ricavano dalle prove di attenuazione, eseguite con metodi soggettivi. Occorre poi definire a quale frequenza o a quali frequenze si debbano effettuare le misure, perchè probabilmente la scelta della frequenza di prova dovrebbe bensì cadere in un dato intervallo, ma essere definitivamente scelta tenendo conto del risultato di prove preliminari sul comportamento del microfono in funzione della frequenza.

I più vivi ringraziamenti a S. E. il Prof. Vallauri per il largo aiuto ricevuto.

Torino, dicembre 1930 - IX.
Scuola di Elettrotecnica « G. Ferraris ».

CONDIZIONI PRATICHE PER UNA BUONA ILLUMINAZIONE PUBBLICA DEI CENTRI RURALI ED UN BUON RENDIMENTO DELLA DISTRIBUZIONE AD ESSA INERENTE

G. PARIS

Dopo aver accennato come veniva e come viene ordinariamente effettuata l'illuminazione stradale di centri rurali, si espongono i criteri che invece si dovrebbero adottare ed i relativi vantaggi, per dimostrare i quali si riportano i dati di illuminazione pubblica di un centro rurale di proporzioni medie e quelli di una intera zona di distribuzione. Dalla singola zona si deduce quale sarebbe l'economia realizzata per l'Italia adottando i criteri razionali esposti.

Infine si accenna alle tensioni più convenienti per la distribuzione nelle campagne.

I.

Mentre per la pubblica illuminazione delle città e delle grosse borgate le Aziende Elettriche ed i Comuni — compresi dei vantaggi che offre una buona illuminazione — hanno rivolto speciale attenzione a questo importante servizio pubblico e si sono accinti a rinnovare gli impianti esistenti cercando di attuare quanto oggi viene consigliato dalla moderna tecnica per una illuminazione razionale, estetica e conveniente, altrettanto scarse sono state e sono le cure dedicate ai centri rurali.

Questi, vecchi e nuovi (fanno eccezione poche aziende per i nuovi) vengono illuminati come allorquando l'energia incominciava a diffondersi e risentono quindi di caratteri ormai superati.

Certamente che — per ragioni economiche — non è il caso di pensare a rinnovare i vecchi ed a costruire i nuovi impianti dei centri rurali adottando integralmente i sistemi e gli apparecchi moderni usati per le città ed i grossi centri; pur tuttavia si poteva e si può, come vedremo più avanti, rendere alquanto più razionale la illuminazione stradale dei piccoli centri con minore spesa di installazione e miglior rendimento.

II.

L'illuminazione dei Capoluoghi e delle frazioni dei Comuni rurali (e purtroppo ancora di molte grosse borgate) viene, come tutti sanno, così effettuata:

Alimentazione delle lampade in derivazione alla tensione di 110-160 volt con due fasi e più comunemente con neutro ed una fase che funziona da filo di comando.

Armature costituite da semplici riflettori piatti in ferro smaltato del diametro da 20 a 40 cm; sospensione delle lampade assiale con corda di acciaio tesa fra due ganci a muro od a palo, oppure sospensione su braccio sporgente da 60 a 150 cm. Lampadine ordinariamente del tipo monowatt di 50 candele, una parte di 32, poche di 100 e rarissime di 200 candele. Le lampade sono quasi sempre distribuite senza tener conto affatto delle norme di illuminotecnica (distanze ed altezze non regolari e non appropriate) e quindi senza un calcolo, sia pure approssimativo, della chiarezza in lux che si desidera o che si può ottenere con un dato impianto.

Invece, pur volendo restare nel sistema di distribuzione in derivazione per non installare un trasformatore-serie apposito di pochi watt (ed in tanti casi converrebbe ancora), si avrebbe dovuto adottare e si devono adottare i seguenti criteri affatto elementari ma finora trascurati:

1) Potenza delle lampadine non inferiore alle 100 candele, spingerla alle 200 e adottare le lampade di 50 candele soltanto in casi eccezionali (vicoli ciechi, casolari sparsi, stradicciuole private e fuori dell'abitato e che non ricevono luce dalle altre lampade); ne deriva una forte riduzione delle sorgenti luminose con conseguente minor spesa di installazione e manutenzione. Si ha anche il vantaggio, per lo stesso numero di candele, di un minor consumo di energia poichè è noto che il consumo specifico delle lampadine ad incandescenza diminuisce a misura che aumenta la potenza e precisamente come dalla seguente tabella:

TABELLA I.

Intensità luminosa Candele	Consumo Watt	Consumo specifico Watt
10 nel vuoto	13,25	1,325
15 » »	19,20	1,280
30 » »	36	1,20
50 » »	57,2	1,15
100 » gas	90	0,90
200 » »	160	0,80
300 » »	220	0,73
400 » »	280	0,70

2) Fare sì che la intensità luminosa per metro corrente di strada non discenda al di sotto di 0,2 lux (salvo i casi in cui basti una lampada di 50 candele come sopra detto) minimo richiesto per la viabilità. Per il calcolo tener presente che praticamente, in base alla curva di ripartizione della luce, il distanziamento dei punti luminosi non deve essere inferiore a 8 volte nè superiore a 12 volte la loro altezza sopra il piano stradale, altezza che deve corrispondere alla potenza della lampada ed alla larghezza della strada secondo i dati sperimentali esposti nella seguente tabella.

TABELLA II.

Altezza sul suolo del centro luminoso	Flusso in lumen necessario per ottenere la illuminazione di un lux per metro corrente di strada
mt. 5 (strade strette < 6 metri)	60
» 5,50 » larghezza media	62
» 6 » » »	65
» 6 » molto larghe	71
» 7 » larghezza media	73
» 7 » molto larghe	78
» 7.50 » larghissime	83
» 10 » »	88

Tener presente che nei casi più comuni relativi a lampade ad incandescenza il flusso luminoso emesso in lumen è dato approssimativamente dal prodotto dell'intensità in candele per il coefficiente 10.

3) Per avere un buon rendimento luminoso ed un impianto abbastanza estetico adottare riflettori metallici bensì economici, ma di diametro non inferiore ai 40 cm e che non presentino gli inconvenienti dei soliti riflettori di ferro smaltato che sono facilmente attaccati dagli agenti atmosferici e si offuscano rapidamente per cui il potere riflettente diminuisce assai ed assorbono una parte importante del flusso luminoso (anche il 40 %). Sono consigliabili i riflettori doppi oppure concentrici in alluminio verniciati a fuoco nella parte superiore e alluminiati nella parte inferiore provvisti o no di vetro chiaro. In alcuni casi (per lampade di 200 candele poste nelle piazze o negli incroci principali specie di strade provinciali e nazionali di grande traffico) adottare armature relativamente economiche per lampade sino a 2000 lumen munite di rifrattori.

4) Infine per il comando della illuminazione stradale dei piccoli centri rurali (considerato che affidandolo a terzi, come si usa comunemente, viene fatto male e riesce costoso) si devono adottare sistemi semplici, economici e che diano buon affidamento. In un prossimo articolo parlerò ampiamente sull'argomento del comando dell'illuminazione stradale.

III.

Per dimostrare l'entità dei vantaggi che si ricavano adottando i criteri precedenti espongo nel seguente prospetto i dati relativi alla illuminazione stradale di un centro rurale (planimetria, fig. 1) di proporzioni medie le cui case sono in massima parte allineate lungo una strada nazionale di grande traffico.

Premetto che il costo di una lampada ordinaria con braccio od a sospensione centrale provvista di semplice riflettore di ferro smaltato in opera, tutto compreso (esclusa la linea principale da cui la lampada è derivata e l'eventuale sostegno), si aggira sulle lire cento.

Confrontando i dati delle due installazioni si vede che nel secondo caso si è conseguito:

1) Una economia sulla spesa di impianto di 1910 — 1560 = = L. 350 ossia del 18,25 % risparmiando anche due pali di legno per il sostegno delle lampade (altre L. 200 circa).

2) Un minor consumo annuo di energia: 4188 — 3900 = 288 kWh, pari al 7 % con risparmio nelle spese di manutenzione.

3) Una illuminazione più razionale con intensità media di 0,25 lux mentre nel primo caso non si arriva al minimo di 0,2 lux *che dovrebbe essere prescritto per legge ai Comuni.*

IV.

Vediamo quale sarebbe stato, in base all'esempio precedente, l'economia nella spesa di impianto e nel consumo dell'energia per un'intera rete di distribuzione se si fossero adottati i criteri precedentemente esposti.

Trattasi di una zona di distribuzione a carattere prevalentemente rurale e che, escluse le grosse borgate, presenta le seguenti caratteristiche:

1) Abitanti . . . . N. 230.000
2) Comuni (oltre le frazioni delle grosse borgate) . . . » 56
3) Centri rurali (capoluoghi e frazioni, esclusi i gruppi di casolari sparsi) . . . . » 190
4) Lampade installate a forfait per l'illuminazione stradale:

N. 250 di 32 c.	= c.	8000	× 1,2	= Watt	9600
» 2900 di 50 »	= »	145,000	× 1,15	= »	166,750
» 215 di 100 »	= »	21,500	× 0,90	= »	19,350
» 33 di 200 »	= »	6600	× 0,80	= »	5280
Tot. lampade 3398	Candele	181,100		W.	200,980

NOTA. — Altre 410 lampade di 50 candele non sono prese in considerazione perchè — data l'ubicazione — non vale la pena di modificarle o sostituirle.

5) Consumo annuo per 3900 ore di accensione 200,980×3900=kWh 783.900.

6) Costo installazione lampade:

Per N. 3398 lampade a L. 100 . . . . L. 339,800
Per N. 248 » (di 100 e 200 candele) con riflettore di ferro smaltato più ampio e sezione filo nero 15/10 anzichè 8/10, sopraprezzo di L. 22 × 248 . . . . . » 5456

Totale . . . L. 345,256

(esclusa la linea e gli eventuali sostegni delle lampade).

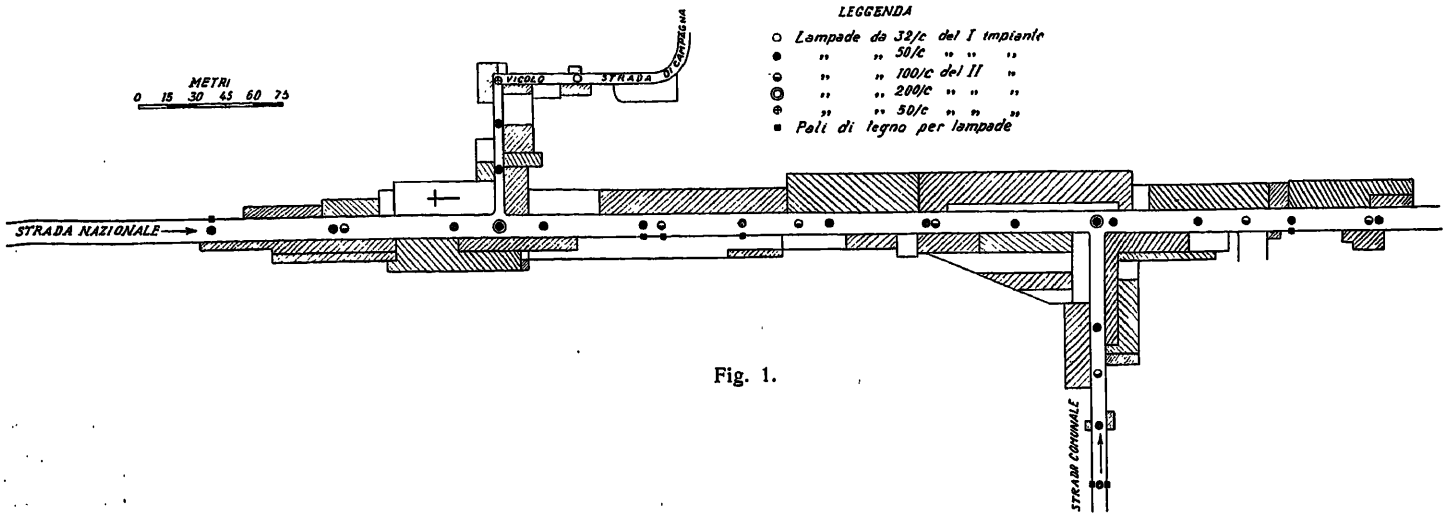


Fig. 1.

PROSPETTO

(*A*) – Installazione primitiva con lampade di 32 e 50 candele e riflettori di ferro smaltato.

(*B*) – Installazione rinnovata con lampadine di 100 e 200 candele riflettori concentrici e due armature con rifrattori per 2000 lumen.

	(*A*)	(*B*)
Lampade installate.		
Candele 32	1 (riflettore ferro smaltato)	—
» 50	18 (riflettore ferro smaltato)	1 (braccio a muro e riflettore ferro smalt. di 40 cnt.
» 100	—	7 (riflettori allum. concentr.)
» 200	—	2 (armature con rifrattore Holophane)
Totale lampade	19	10
Totale candele	932	1150
Costo lampade in opera esclusa linea principale e sostegni di legno.		
Con riflettori in ferro smaltato	N. 19 a L. 100 = L. 1900	L. 1000
Sopraprezzo per riflettori metallici concentrici	—	7 × 50 = L. 350
Sopraprezzo per armature con rifrattore Holophane		2 × 80 = L. 160
Sopraprezzo per sezione filo coperto 15/10 anzichè 8/10	L. 10	per 9 armature L. 50
Costo totale	L. 1910	L. 1560
Distanza media D fra le lampade e altezza H del centro luminoso sul piano stradale.		*H* m. 5,50
Candele 50	*D* 44÷60 m. *H* 4,50÷6 m.	*D* m. 68 *H* m. 6
» 100	—	*D* m. 81 *H* m. 7
» 200	—	
Intensità media di illuminazione in base alla tabella II.		
Candele 50 = 500 lumen	*p.D* = 50 ml. *p.H* = 5 ml. si ha: $\frac{500}{50 \times 60} = 0{,}16$ lux per metro corrente di strada	—
Candele 100 = 1000 lumen	—	*p.D* = 68 ml. *p.H* = 6 ml. si ha: $\frac{1000}{71 \times 68} = 0{,}205$ lux per metro corrente di strada
Candele 200 = 2000 lumen	—	*p.D* = 81 ml. *p.H* = 7 ml. si ha: $\frac{2000}{78 \times 81} = 0{,}3$ lux per metro corrente di strada
Potenza in kW e kWh annui di consumo calcolati in base alla tabella I.		
Lampade di candele 32	Watt 38	—
» » 50	» 1035	Watt 57,5
» » 100	—	» 630
» » 200	—	» 320
Potenza complessiva	kW 0,740	kW 1008
Consumo annuo	kWh 4188,60	kWh 3900

Si poteva invece conseguire una illuminazione più razionale ed estetica adottando le seguenti lampade:

1) – Al posto delle	250 C.	di 32 c.	N.	90	di 100 c.	= c.	9000 =	Watt	8100
2) – » »	2000 »	» 50 »	»	1470	» 100 »	= »	147000 =	»	132300
3) – » »	215 »	» 100 »	»	110	» 200 »	= »	22000 =	»	22400
				30	» 200 »	= »	6000 =		
4) – » »	33 »	» 200 »	»	2	» 300 »	= »	600 =	»	438

Totale: lampade 1702 – candele 184600 – kW. 163,238

Consumo annuo 3900 × 164 = kWh 639,600 con un'economia di 783.900 — 639.600 = kWh 144.300 pari al 18 % e corrispondente al 0,72 % di tutta l'energia distribuita nella zona in questione (comprese le grosse borgate).

Il costo dell'installazione sarebbe stato, applicando riflettori metallici doppi o concentrici e armature economiche con rifrattori per le lampade di 200 e 300 candele:

1702 × 150 = L. 255,300
142 × 35 = » 4970

L. 260,270

con un'economia di 345.256 — 260.270 = L. 84.986, pari al 24 %.

Risparmio nelle spese di manutenzione (che si devono aggirare sul 4,50 % del costo dell'installazione nel primo caso e sul 5 % nel secondo caso escluso ammortamento ed interessi del capitale) di circa il 16 %.

Gli introiti dell'azienda, applicando tariffe proporzionate al numero di candele, sarebbero non diminuiti ma aumentati pur avendone maggior convenienza anche i Comuni.

V.

Risalendo dalla singola zona a tutta l'Italia vediamo quale sarebbe l'economia realizzata ammettendo (e non credo di essere lontano dal vero) il numero, la potenza ed il consumo delle lampade della illuminazione stradale dei centri rurali proporzionali ai dati della zona testè esaminata in base al rapporto del numero degli abitanti rurali che calcolo, per prudenza, in 23 milioni (effettivamente devono sorpassare i 25 milioni).

1) kWh in meno consumati adottando lampade di 100 e 200 candele anzichè di 32 e 50:

$$\frac{23{,}000{,}000}{230{,}000} \times 144{,}300 = 14{,}430{,}000 \text{ kWh}$$

che riduco a 12 *milioni* corrispondenti a circa il 0,15 % dell'energia distribuita in tutta Italia (8 miliardi).

2) Minor spesa di installazione di:

$$84{,}986 \times \frac{23{,}000{,}000}{230{,}000} = \text{L. } 8{,}498{,}600$$

che riduco a 8 milioni (senza contare il costo dei sostegni risparmiati).

3) Sensibile economia annua (almeno il 15 %) nella spesa di manutenzione e cambio lampade.

Concludendo si vede che anche dal caso particolare della distribuzione di energia elettrica or ora esaminato, che sembra affatto secondario, emerge la necessità per l'interesse dell'azienda e della economia nazionale di abbandonare per l'esercizio tecnico e la costruzione impianti ogni criterio empirico seguendo solo criteri razionali.

NOTA. — Come già ebbi ad esporre nel mio articolo « Rendimento della distribuzione » pubblicato su *L'Elettrotecnica* del 25 maggio 1930, per la distribuzione nelle campagne conviene adottare una tensione non inferiore ai 7000 V che si può spingere fino a 12.000, tensione ormai di facile manovra, adottabile anche per servizi agricoli, mentre per ridurre le cabine di trasformazione che sono cause di perdite a volte rilevanti e costituiscono dei punti deboli della rete conviene ricorrere, per l'alimentazione dei centri agricoli poco estesi e delle fattorie ad un maggior sviluppo dei circuiti a bassa tensione adottando 380-500 volt (non pericolosa per i motori) ed installare riduttori 500/40-30 V autoregolabili, o no, di alto rendimento per il servizio di illuminazione pubblica e privata. Gli utenti avrebbero il vantaggio di avere un impianto (specie per gli ambienti umidi e facili ad incendiarsi) non affatto pericoloso, più sicuro e di minor consumo e sarebbero spinti ad intensificare l'illuminazione. Infatti le lampadine a bassissima tensione hanno maggior durata e, a pari intensità, un consumo minore come risulta dalla seguente tabella:

TABELLA III.

Consumi delle diverse lampade a filamento metallico.

Numero delle candele	LAMPADE					
	Nel vuoto		In atmosfera gazosa			
	220 V.	110 V.	220 V.	110 V.	30 V.	12 V.
5	—	7,25	—	—	6	4,5
10	—	13,10	—	—	11	8,25
20	26	23,25	30,75	26,25	19,5	14,50
30	36	34,—	45,—	35,3	27,—	20,50
50	57	56,—	60,—	53,—	41,—	33,—
75	85	82,50	83,—	73,—	60,—	50,—
100	112	110,—	105,—	87,5	72,—	60,—
200	—	—	175,—	150,—	125,—	105,—
300	—	—	238,—	210,—	180,—	160,—

NOTA. — Prevedo un'epoca in cui le grandi strade e piazze delle città saranno illuminate da pochi riflettori convenientemente collocati.

Cremona, 18 dicembre 1930 - IX.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

K. B. MCEACHRON, H. C. BRINTON — **Studio sul comportamento degli scaricatori a "Thyrite "** (Gen. Elec. Rev., giugno 1930, pag. 350).

Gli AA. sviluppano un metodo per il calcolo del comportamento degli scaricatori sotto un'onda qualsiasi di sovratensione, applicando il calcolo a vari esempi per diverse disposizioni dei circuiti.

Per poter eseguire il calcolo completo del comportamento dello scaricatore, è necessaria inoltre la conoscenza delle caratteristiche volt-tempo ed ampere-tempo dello scaricatore stesso. Queste curve, per gli ordinari scaricatori, non sono ben definite, o almeno non sono costanti per scaricatori dello stesso tipo; sovente inoltre la caratteristica presenta un anello e quindi, per un dato valore della corrente che attraversa lo scaricatore, si hanno due possibili valori della tensione; perciò il calcolo del comportamento degli scaricatori è stato sinora incerto e difficile. Gli scaricatori a « thyrite » presentano invece caratteristiche costanti e ben definite, e prive di anelli; il calcolo è quindi diventato possibile, e risponde perfettamente ai risultati di prova.

Gli AA. sviluppano vari esempi di calcolo per varie disposizioni degli scaricatori e dei circuiti; particolarmente interessante è l'ultimo esempio, che contempla l'applicazione di uno scaricatore in unione con un condensatore statico, allo scopo di proteggere le spire di testa di un apparecchio qualsiasi, per esempio un trasformatore. Il condensatore provvede a ridurre, modificandola, la tensione, mentre per mezzo dello scaricatore è possibile ridurre fortemente la capacità del condensatore, che riuscirebbe altrimenti troppo costoso (specialmente per linee ad alta tensione) e presenterebbe il pericolo di interferenze induttive.

Lo scaricatore a « thyrite », è costruito con elementi per 10,5 kV ciascuno. Ogni elemento è completo, e comprende uno spazio d'aria ed undici dischi di « thyrite » di 25 mm circa di spessore e 150 mm circa di diametro. Ogni elemento è progettato per una tensione normale d'esercizio di 6,6 kV; lo spazio di scarica in aria provvede ad interrompere il passaggio della corrente di linea, appena passato l'impulso, e le caratteristiche di resistenza dei dischi di « thyrite » aiutano notevolmente questo fenomeno. Se si avesse un solo spazio d'aria questa interruzione, nel tempo di mezzo periodo della corrente, non sarebbe facile; perciò ogni elemento contiene dodici spazi d'aria in serie, ciascuno per 2500 volt di scarica. Se non che, mentre è necessario assicurare per la frequenza del sistema una distribuzione uniforme del potenziale in tutto l'apparecchio, è molto desiderabile che la distribuzione non sia più uniforme per un mi-

pulso ad alta frequenza, soprattutto quando si abbiano, come in questo caso, molti piccoli spazi d'aria in serie, che presentano sempre degli alti rapporti d'impulso ad onde a fronte molto ripido. Per mantenere il potenziale di scarica ad un impulso, approssimativamente eguale a quello normale per un'onda alla frequenza di 60 periodi, occorre rendere gli spazi d'aria selettivi rispetto alla frequenza. Non essendo pratico ricorrere a questo scopo ad induttanze, resistenza e capacità sono i soli mezzi disponibili.

Rendendo grandi le capacità negli spazi d'aria vicino alla linea, la scarica comincia in essi e procede poi gradualmente agli altri, verso terra. In questo modo è possibile mantenere la tensione di scarica dell'apparecchio ad impulso eguale alla tensione di scarica ad un'onda di 60 periodi. Alcuni piccoli elementi di resistenza, situati sul fondo del recipiente in porcellana che contiene l'elemento, provvedono a regolare la distribuzione per resistenza. Le capacità in derivazione sono ottenute invece per mezzo di molle che vanno da alcune cavità, praticate nell'involucro in porcellana dell'elemento, agli spazi d'aria; l'involucro stesso è coperto con una patina metallica nelle cavità e sul fondo della parte esterna, ed agisce quindi esso stesso da condensatore. La corrente normale di linea, che sfugge per le resistenze di cui sopra, è soltanto dell'ordine di pochi microampere. Tutto l'apparecchio si presenta esternamente come una catena di isolatori, i cui elementi sono altrettante unità a dischi di thyrite (ciascuno per 10,5 kV di tensione concatenata di linea). *C. G. E.*

CONDUTTURE.

E. Kirch — **Tipo e forma dei conduttori nei cavi per forti intensità di corrente.** (A. E. G., Mitteilungen, 1930, n. 6, pag. 415):

I conduttori usati nei cavi possono avere una sezione circolare o una sezione sagomata a settore; possono essere massicci, o formati da trefoli avvolti. La loro forma ha una grande influenza su quella del cavo e quindi sul suo peso e il suo costo. I conduttori a settori danno, a parità di sezione efficace, diametri di cavo più piccoli di quelli circolari, ma la loro fabbricazione è più difficile. Possono però essere usati per tensioni fino a 15 kV pur conservando il sistema normale di fabbricazione. I conduttori massicci, malgrado la economia che permettono, non sono consigliabili, non tanto per la minor flessibilità dell'intero cavo, quanto per il pericolo di danneggiamento dell'isolante quando si curva il conduttore per procedere al montaggio delle guarnizioni. Dopo aver messo in evidenza la superiorità economica del cavo a conduttori a settore e mantello di piombo circolare, in confronto di quelli con conduttori circolari e mantello di piombo adattato alla sezione del cavo, l'autore descrive diverse forme di conduttori a sezione circolare avvolti e diversi tipi di conduttori a diametro aumentato artificialmente e ne indica i limiti di impiego vantaggioso. Esamina quindi i diversi tipi di conduttori a sezione a settore: quelli a nucleo massiccio con uno o più strati di conduttori avvolti disposti sulla periferia, quelli con nucleo a sei fili, quelli a nucleo combinato, assialmente simmetrico, e infine quelli con nucleo già sagomato a settore per mezzo della sua composizione. L'A. fa quindi un esame critico dei diversi tipi e raccomanda per la scelta di andare cauti con i conduttori a settore che in alcune circostanze possono dare seri inconvenienti. Per i cavi bifasi l'A. preferisce a quelli con due conduttori a settore, di forte sezione, quelli a quattro conduttori che per la disposizione simmetrica offrono parecchi vantaggi meccanici con un costo di poco superiore. Infine l'A. consiglia agli utenti di non prescrivere all'ordinazione il tipo di conduttore, ma di lasciarlo scegliere all'esperienza del fornitore.

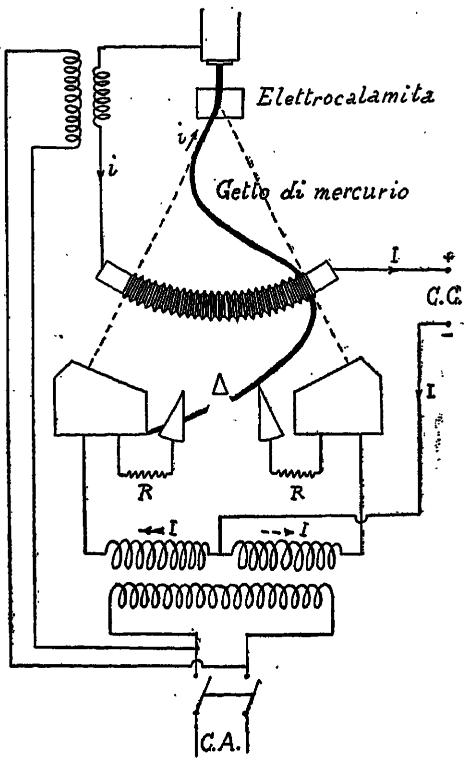
A. Bs.

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

Jul. Hartmann — **I risultati teorici e sperimentali del raddrizzatore a getto di mercurio.** (J. I. E. E., Londra, agosto 1930, pag. 945).

Di tale apparecchio è stata data notizia altra volta (vedi *L'Elettrotecnica* del 1929, pag. 41). In esso, un getto di mercurio scende verticalmente tagliando normalmente le linee di forza di un campo magnetico costante; il getto è percorso da una corrente alternata di conveniente intensità ed è quindi costretto a spostarsi lateralmente in senso opposto a seconda della direzione istantanea della corrente alternata. La combinazione dei movimenti verticale e orizzontale dà al getto un andamento sinuoso, esso cade quindi alternativamente su l'uno o su l'altro di due contatti sottostanti simmetricamente disposti rispetto alla posizione media del getto. Durante il suo percorso il mercurio lambisce prima un contatto di forma semicircolare e lo mette in comunicazione periodicamente con l'uno o con l'altro dei due contatti suddetti; questi ultimi sono direttamente collegati ai morsetti del secondario di un trasformatore monofase alimentato con una corrente di frequenza eguale alla precedente; fra il punto di mezzo del secondario e il contatto arcuato si ricava allora una corrente raddrizzata. Perchè il fenomeno si produca regolarmente nel modo descritto bisogna mantenere una velocità verticale costante con degli scarti minori del 0,5 % del valore medio. Il getto esce da un tubo rettilineo terminato a tronco di cono col vertice in basso e la sua velocità media è di 6 m/sec; il consumo della pompa di circolazione del mercurio si può ritenere minore dell'1 % della potenza del raddrizzatore.

Il campo magnetico costante è prodotto da un elettromagnete con l'avvolgimento di eccitazione disposto esternamente al cassone, l'intensità del campo è compresa fra 5000 e 7500 gauss e il consumo stà fra il 0,5 e il 0,7 % della potenza totale. Il getto di mercurio può portare delle correnti per unità di sezione molto elevate senza evaporare: con un diametro esterno di 4 mm esso può portare 1000 A e l'aumento di temperatura è di 54° C alla periferia e di 154° C al centro. Le perdite ausiliarie prodotte dalla resistenza ohmica del getto e dei contatti e dai collegamenti esterni si mantengono inferiori al 0,5 % della potenza totale.



Per impedire che il getto passando da un contatto all'altro metta in corto circuito il secondario del trasformatore si dispongono fra i due contatti dei coltelli di tungsteno a sezione triangolare contro i quali il getto và ad infrangersi; il loro numero può essere di 3 o 5 a seconda dell'importanza del raddrizzatore. La rottura del getto deve sempre avvenire nell'istante in cui la d. d. p. fra i contatti è nulla; malgrado ciò si osserva che l'interruzione è accompagnata da un arco, il tungsteno è stato scelto a tale scopo per resistere alla temperatura elevata raggiunta dall'arco. Il raddrizzatore così costruito permette di ottenere una corrente continua alla tensione di 500 volt; per valori maggiori della tensione si devono mettere diversi elettrodi in serie. L'elettrodo arcuato è costituito da due tubi di acciaio nervati e curvati fra i quali il getto può muoversi con una certa libertà pur lambendo la costola delle nervature. Le prove pratiche di rendimento sono state fatte su due raddrizzatori da 20 e da 33 kW rispettivamente; in quest'ultimo il rendimento complessivo (tenuto conto cioè delle perdite dei trasformatori di alimentazione) è risultato del 94 % da metà carico a pieno carico.

L'A. riferisce anche di un raddrizzatore da 500 kW e 550 volt già costruito, nel quale il getto di mercurio si muove in un'atmosfera di idrogeno ad una pressione di pochi cm d'acqua maggiore di quella esterna; l'idrogeno con la sua alta conducibilità termica può spegnere l'arco in un tempo dieci volte minore di quello richiesto per l'aria e per l'azoto. Questo raddrizzatore ha dimostrato una notevole attitudine a resistere ai corti circuiti. Il mercurio necessario per il funzionamento del raddrizzatore si può valutare in ragione di 0,5 kg per ogni kW di potenza nominale.

La combinazione di due raddrizzatori a getto di mercurio permette di trasformare una corrente continua a bassa tensione in una ad alta tensione e viceversa sfruttando la reversibilità di funzionamento dei medesimi; uno dei due raddrizzatori trasforma la corrente continua in corrente alternata di frequenza qualunque e l'altro utilizza questa con l'intermediario di un trasformatore per produrre la corrente continua alla tensione voluta. Un impiego analogo si può avere negli impianti di conversione della frequenza eseguendo la trasformazione della corrente alternata in corrente continua e poi di nuovo in corrente alternata alla frequenza voluta. Attualmente l'applicazione principale dei raddrizzatori a getto di mercurio potrebbe trovarsi nelle sottostazioni di conversione automatiche; il tempo richiesto per l'inserzione di tutti gli organi necessari per il regolare funzionamento del raddrizzatore stà fra i 10 e i 15 secondi. *I. L.*

IDRAULICA.

E. Scimemi — **Delle perdite di carico nelle condotte chiodate.** (En. Elettr., agosto 1930, pag. 684).

Le formule e i coefficienti per il calcolo delle perdite di carico nelle grandi condotte forzate costituiscono una lacuna che questo studio tende a colmare, fornendo i risultati di accurate indagini sperimentali eseguite su condotte forzate di varie centrali della Soc. Idroelettrica Veneta.

Coll'ausilio di un analogo lavoro dello Scobey (F. C. Scobey: «*The flow of water in riveted steel and analogous pipes*», Unit. Stat. Depart of Agricolture - Bulletin n. 150, gennaio 1930, Wa-

---

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

shington), è proposta una tabella di coefficienti di scabrezza per le formule di Bazin, Ganguillet-Kutter e Kutter e sono pure descritti i sistemi da usare per effettuare di queste misure, riportando in nota la bibliografia principale a quest'ultimo riguardo.

I. P.

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

W. E. FORSYTHE, B. T. BARNES, M. A. EASLEY — **Caratteristiche della nuova lampada solare della G. E. Co.** (Gen. Elec. Rev., giugno 1930, pag. 358).

La sorgente di radiazione della lampada solare della G. E. Co è costituita da un arco di mercurio tra elettrodi di tungsteno in parallego con un filamento di tungsteno; la corrente è alternata e la potenza è di 300 watt. Questa lampada è chiamata *S-1* e per produrre radiazione di raggi ultravioletti è sufficiente manovrare un interruttore come nelle comuni lampade ad incandescenza. Il bulbo racchiude argon puro alla pressione di alcuni centimetri di mercurio; l'argon favorisce l'accensione dell'arco e a questo concorre anche la pressione del vapore di mercurio, prodotto da una piccola quantità di mercurio contenuto nella lampada. All'inizio dell'accensione, il filamento, portato ad altissima temperatura, diventa una buona sorgente di elettroni; le dimensioni del filamento e le caratteristiche del trasformatore sono tali che all'inizio passa una corrente di 9,5 ampere, mentre la tensione è di 30 volt; questo potenziale è sufficiente ad accendere l'arco, date le condizioni speciali esistenti nel bulbo che permettono di ottenere la ionizzazione dell'argon contenuto nel tubo per effetto degli elettroni emessi dagli estremi dei filamenti.

Gli elettrodi a loro volta sono riscaldati fortemente dal bombardamento degli elettroni e diventano pure essi sorgenti di produzione di elettroni: l'arco perciò si sviluppa su tutta la lunghezza degli elettrodi. La corrente che passa, quando l'arco si trova in queste condizioni, è di 30 ampere, mentre la tensione cade da 30 a 10 volt. Di questo cambiamento di tensione e di corrente dalla condizione di accensione a quella di funzionamento, bisogna tener conto nella costruzione del trasformatore. Durante l'accensione la temperatura del filamento può essere superiore a 3000 gradi assoluti, ma appena l'arco si accende lungo gli elettrodi, la temperatura cade a 2200 o 2300 gradi assoluti.

Siccome poi il vetro ordinario praticamente non lascia passare radiazioni ultraviolette, nella costruzione della lampada *S-1* si impiega un vetro speciale che permette il passaggio di tali radiazioni, che sono le più efficaci.

Diversi diagrammi e grafici, mostrano il variare dell'intensità di radiazioni ultraviolette con la lunghezza d'onda, con la inclinazione dell'asse della lampada e con la distanza.

Sulle applicazioni di questa lampada e in generale sulle cure con raggi ultravioletti venne anche pubblicato un ampio articolo nella stessa *Gen. Elec. Rev.* del maggio 1930, pag. 283. *C. G. E.*

IMPIANTI.

JAMES T. LAWSON — **Comando centralizzato per sistemi di impianti.** (J. A. I. E. E., giugno 1930, pag. 425).

La Public Service Elec. Gas Co. (New Jersey S. U.) che distribuisce energia ad un vasto territorio con oltre tre milioni di abitanti mediante un complesso sistema di impianti e di linee, ha adottato da qualche anno il sistema di comando centralizzato con dirigente unico. A disposizione del dirigente sta un completo schema della rete, delle centrali e delle cabine spinto fino al dettaglio di tutte le sbarre e gli interruttori. Le indicazioni sono di tipo luminoso a tre colori: rosso per interruttore chiuso, verde per aperto e bianco per indicare che è stata effettuata una manovra. Generalmente le indicazioni sono manovrate a mano dallo stesso dirigente in seguito alle comunicazioni telefoniche che vengono dalle cabine: molto più rapido e sicuro è il sistema automatico. Esso però è molto costoso di impianto e perciò venne adottato soltanto per le cabine più vicine al dirigente unico. La disposizione dei pannelli del quadro del dirigente è descritta con qualche dettaglio.

Complessivamente il dirigente ha il comando di 87 cabine di distribuzione, 8 cabine di sezionamento e 4 centrali generatrici. I risultati di esercizio sono stati molto favorevoli sotto l'aspetto della migliore utilizzazione degli impianti e della sicurezza di esercizio. Durante il 1929 il dirigente emanò 238.986 ordini di manovra; un solo errore si verificò il quale provocò una interruzione che però non fu nemmeno avvertita dagli utenti. *R. S. N.*

H. A. KULJIAN — **La centrale termica dei nuovi impianti della Viscose Company a Meadville (Pennsylvania).** (Gen. Elec. Rev., giugno 1930 pag. 345).

Nonostante la limitata potenza (10.000 kW installati, di cui 5000 di riserva) la centrale termica di Meadville della Viscose Company presenta qualche interesse, perchè si tratta di una modernissima centrale a ricupero intermedio. La maggior parte (80 ÷ 90 %) del vapore richiesto dal processo industriale è fornita estraendola dalle turbine in parte a 10,5 atm. e in parte a 1 atm.

Il vapore è generato in tre caldaie da 975 m² ciascuna, alla pressione di circa 32 atm. Le caldaie sono a tubi suborizzontali e a collettore unico; la combustione avviene con carbone polverizzato in camera di combustione con pareti raffreddate ad acqua e con volume utile di 225 m³. Il surriscaldatore di ogni caldaia ha 170 m² di superficie e dà un surriscaldamento di circa 80° al regime di produzione di 41.000 kg/ora; a questo stesso regime il preriscaldamento d'aria, di cui le caldaie sono pure munite, abbassa la temperatura dei prodotti combusti da 336° a 149°, innalzando quella dell'aria a 162°.

Lo schema di funzionamento è stato tracciato in modo da prevedere tutti i possibili modi di funzionamento, mediante by-pass con valvole di riduzione fra i sistemi alle varie pressioni e simili dispositivi. Si è avuto cura d'impedire qualsiasi perdita di vapore, anche di quello a bassa pressione, allo scopo di non aggravare la spesa di produzione dell'acqua d'apporto, che in tale impianto è particolarmente elevata. Ragioni d'ingombro hanno impedito di applicare per l'acqua d'apporto la distillazione; è stato invece applicato il processo alla permutite o zeolite. Molto curati sono stati pure gli impianti di trasporto e di polverizzazione del carbone; è interessante notare che i motori elettrici, che comandano ciascun apparecchio, sono fra loro interbloccati, in modo che l'arresto di uno provoca il successivo arresto di tutti gli altri nella giusta successione per impedire qualsiasi accumulazione di carbone.

La sala macchine contiene due turbogeneratori da 5000 kW cadauno; ognuno di essi può sostenere il pieno carico, mentre l'altro serve da riserva. Con lo stesso criterio ogni sottostazione è collegata alla centrale da due diversi alimentatori, di cui uno è in servizio e l'altro è di riserva; se però essi vengono utilizzati contemporaneamente si ha una riduzione delle perdite di trasmissione.

Il 60 % dei motori dell'impianto sono a induzione; vi sono inoltre alcuni grandi motori sincroni che funzionano da rifasatori.

C. G. E.

MACCHINE A COLLETTORE.

J. T. FETSCH — **Irregolarità nella tensione dei generatori a corrente continua.** (J. A. I. E. E., giugno 1930, pag. 437).

Come è noto la tensione generata dalle dinamo non è assolutamente uniforme ma presenta delle irregolarità che in generale sono dell'ordine del 1 o 2 per cento in valore ma che possono anche arrivare al 5 o al 10 per cento. L'A. ha studiato queste irregolarità mediante un dispositivo oscillografico alimentato attraverso un trasformatore elevatore di corrente avente in serie un condensatore per bloccare la componente uniforme e lasciar passare soltanto la componente oscillante. Dai numerosi oscillogrammi rilevati in diverse condizioni l'A. è risalito alle cause che producono queste irregolarità che raccoglie in cinque categorie. Le prime due comprendono le oscillazioni dovute alla commutazione e alla presenza dei denti e dei canali nell'armatura. Un'altra causa importante dipende dalla diversa distribuzione delle proprietà magnetiche nei lamierini in seguito alle lavorazioni subite: tali proprietà sono migliori nella direzione della laminazione: riesce perciò conveniente smistare, nel pacco, la orientazione dei lamierini onde ottenere una maggior uniformità. Oscillazioni intervengono anche quando il rotore non è montato esattamente, in modo da dar luogo a eccentricità che hanno come conseguenza variazioni periodiche nella riluttanza del circuito magnetico.

Un'ultima causa frequente ed importante di oscillazioni nella tensione prodotta è conseguenza di un imperfetto allineamento degli assi del generatore e del motore primo.

Numerosi oscillogrammi illustrano l'esposizione dell'Autore.

R. S. N.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

R. S. J. SPILSBURY, A. H. M. ARNOLD — **Alcuni apparecchi accessori per le misure di precisione delle correnti alternate.** (J. I. E. E., Londra, luglio 1930, pag. 889).

L'A. ritiene che si debbano usare delle resistenze raffreddate ad aria per le correnti minori di 200 amp. e dei riduttori di corrente col nucleo di mumetal per valori maggiori fino a 5000 amp.; il mumetal ha una permeabilità molto maggiore di quella del ferro-silicio in corrispondenza di campi d'eccitazione molto deboli quali si riscontrano nei trasformatori di corrente. Le resistenze proposte per le prime misure sono costituite da numerosi fili di costantana ciascuno di due ohm e di sezione adatta per portare 1 A; i fili sono tutti collegati in parallelo fra due sbarre di rame ed hanno una presa intermedia per le misure wattmetriche. Ogni filo della lunghezza di circa 1 m è piegato in due e teso su dei regoli di legno fissati a dei tenditori; tutta la resistenza è racchiusa in una cassetta di legno che nel tipo da 200 A ha le seguenti dimensioni 60 × 52 × 30 cm. La variazione di resistenza prodotta dalla temperatura è risultata minore del 0,01 % e l'angolo di fase a 50 periodi inferiore a 0,05 minuti; la costante di tempo dipendente dall'induttanza residua è stata ridotta a $0,5 \times 10^{-7}$. La resistenza si è dimostrata molto ben protetta contro i campi magnetici prodotti da correnti, nelle sue vicinanze, d'intensità eguale a quella da misurare. Le prese intermedie di ogni filo fatte in corrispondenza della piegatura sono collegate ad una unica sbarra; un capo del circuito di tensione è unito a questa sbarra e l'altro capo all'ago del wattmetro elettrostatico.

Il trasformatore di corrente preso in esame ha un rapporto di 5000

a 5; è del tipo a passante, però l'avvolgimento secondario porta soltanto 999 spire per compensare gli errori di rapporto sotto carico. La taratura è stata eseguita utilizzando il precedente shunt a mezzo di un avvolgimento fatto appositamente attorno al nucleo e tale da ridurre la corrente primaria a 200 Amp. L'errore di rapporto è stato sempre minore del 0,01 % e quello di fase minore di 0,2 minuti (frequenza 50). L'effetto dei campi estranei venne studiato a mezzo di una bobina di 5 spire e di 1 m di diametro al centro della quale era sistemato il trasformatore; con una corrente di 1000 Amp. nella bobina si osservò un errore di fase di 0,6 minuti in ritardo della corrente secondaria rispetto alla primaria quando l'asse della bobina era parallelo a quello del riduttore. Errori del tutto trascurabili sono quelli provenienti dalla magnetizzazione permanente lasciata da una falsa manovra, quelli prodotti dalle variazioni di temperatura e dagli urti ripetuti impressi al nucleo. *I. L.*

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

H. C. Beck — **Raddrizzatori a vapore di mercurio di grande potenza per stazioni trasmettenti radiotelegrafiche.** (Revue Brown Boveri, N. 7, luglio 1930).

Agli inizi della telegrafia senza fili, le alte tensioni continue, necessarie alla trasmissione, erano ottenute, come è noto, esclusivamente mediante gruppi convertitori rotanti con parecchie dinamo accoppiate in serie. Essi vennero presto sostituiti dai raddrizzatori termoionici.

Secondo l'A., però, la trasformazione con valvole termoioniche comporta spese di esercizio assai elevate dovute alla breve durata delle valvole (5000 ore circa), alla piccola potenza unitaria di esse e quindi alla necessità di accoppiarne parecchie in parallello, e al rendimento basso, che non sorpassa l'80 %. A questo si deve aggiungere l'ingombro rilevante del complesso di tubi termoionici.

Le difficoltà accennate sono state sormontate dalla Marconi's Wireless Telegraph Co. Ltd. di Londra che ha installato nel laboratorio di Chelmsford un raddrizzatore a vapore di mercurio in cassa metallica, del tipo Brown Boveri. Il complesso ha una potenza di 400 kW ad una tensione continua variabile da 9000 a 13.000 V. L'installazione non presenta particolarità notevoli rispetto ai gruppi normali a bassa tensione, se si fa astrazione del migliore isolamento delle parti sotto tensione a causa del potenziale elevato.

L'A. accenna anche a due gruppi analoghi da 500 kW a 10.000-15.000 V, c. c., che saranno montati nell'autunno del 1930 nella stazione trasmettente di Varsavia. *V. D. Ma.*

H. J. Lucas — **Alcuni perfezionamenti ai campioni di frequenza a cristallo di quarzo.** (J. I. E. E., Londra, luglio 1930, pag. 855).

Due cause che influiscono sulla costanza della frequenza delle oscillazioni piezo-elettriche di un cristallo di quarzo sono: l'attrito del sopporto e l'umidità dell'aria. Il cristallo è montato fra due piatti metallici tenuti ad una certa distanza mediante dei blocchetti di quarzo fuso; il cristallo appoggia sui piatti soltanto nel punto di mezzo mediante un sostegno di sughero. L'umidità si può eliminare facilmente facendo il vuoto attorno al cristallo chiuso insieme alle due armature in un'ampolla di vetro. La taratura del campione così preparato è stata fatta per confronto con un diapason capace di dare una frequenza costante di 1000 periodi/sec il cui valore veniva elevato fino a 50 chilo-cicli al secondo (corrispondente al valore dato dall'oscillatore a quarzo) a mezzo di un multivibratore a valvole termoioniche.

Il cristallo di quarzo è di solito inserito fra la griglia ed il filamento di una valvola termoionica, mentre la corrente alternata di frequenza costante si ricava dalla placca; in parallelo col cristallo è disposta una resistenza che ha lo scopo di mantenere più stabile il potenziale della placca. Una variazione della frequenza di 7 milionesimi si produce quando la tensione della placca varia da 105 a 90 volt in seguito alla scarica della batteria anodica. Variazioni di frequenza più sensibili si osservano alterando la resistenza fra filamento e griglia; questo caso può verificarsi quando il contenuto igrometrico dell'aria che circonda la valvola è soggetto a variare e l'isolamento della valvola non è perfetto. Tenendo presenti tutte queste cause di errore si può ottenere una costanza nel valore della frequenza di meno di 3 milionesimi. L'A. descrive poi un nuovo tipo di multivibratore usabile come riduttore di frequenza; esso viene alimentato con un oscillatore a quarzo di frequenza tale da corrispondere ad una delle armoniche della sua fondamentale. Seguendo un tale concetto è stato possibile costruire un apparecchio capace di dare tutte le frequenze da 1 a 6000 chilocicli (per salti di 1 chilociclo) alimentandolo con un oscillatore a quarzo da 50 chilocicli. *I. L.*

TELEFONIA E TELEGRAFIA.

E. I. Green — **Le caratteristiche di trasmissione delle linee telefoniche a filo aperto.** (J. A. I. E. E., luglio 1930, pag. 566).

Questo tipo di circuiti telefonici si è andato rapidamente diffondendo in seguito al diffondersi dei sistemi telefonici e telegrafici con onde convogliate e col crescere delle distanze dei circuiti. Attualmnte, fra le sole linee a filo aperto esercite col sistema Bell, vi sono quasi cinque milioni di chilometri di conduttori installati. L'A. in questo articolo studia le caratteristiche principali di tali linee, per frequenze comprese fra 0 e 50.000 periodi. Dopo avere descritto le modalità di montaggio delle linee esercite dalla Bell richiama le formole per il calcolo della resistenza, induttanza, capacità e conduttanza di dispersione per le linee telefoniche con riguardo speciale alle alte frequenze. Passa poi a calcolare l'attenuazione di una linea, la sua impedenza e la così detta costante di fase da cui dipende la velocità di propagazione; quest'ultima, per frequenze al di sopra di qualche centinaio di periodi si approssima a quella della luce essendo solo un poco diminuita dalla capacità rispetto agli altri fili e agli isolatori, dalla induttanza interna e dalla presenza di resistenza e di conduttanza di dispersione. *R. S. N.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

J. E. Clem — **Prove su anelli di protezione muniti di valvole.** (Gen. Elec. Rev., giugno 1930, pag. 336).

Nell'estate del 1927 la Union Gas and Electric Co. eseguì alcune prove su di un dispositivo avente lo scopo di impedire che una scarica sugli isolatori di linea dia luogo ad un'interruzione nel servizio L'apparecchio, specialmente dopo l'introduzione di valvole ad espulsione alle due estremità, ebbe un ottimo successo: esso è costituito da ordinari anelli di guardia e da scaricatori a corna sulle catene di isolatori, modificati con l'aggiunta di due elementi alla catena d'isolatori, messi in corto circuito da una valvola per alta tensione, del tipo a tetracloruro di carbonio.

Le prove vennero eseguite su di una linea a 120 kV dell'Alabama Power Co. avente isolatori normali della Locke Insulator Corp., muniti di anelli di guardia e di valvole, del tipo normale di serie della C. E. Co., da 73 kV per 5 Amp., progettate per interrompere una corrente di 1000 Amp. Le prove vennero eseguite con correnti varianti da 230 a 3880 Amp.; il corto circuito fu sempre interrotto con successo delle valvole, prima che si verificasse lo scatto degli interruttori, senza danno, salvo una lieve bruciatura alle estremità, per i tubi delle valvole. In tutte queste prove, tranne una, l'interruzione avvenne in un tempo inferiore a quattro periodi della corrente. Dalle prove eseguite risulta che questo dispositivo potrà venir applicato con successo a linee a 110 kV, qualora la corrente di corto circuito da interrompere sia eguale o superi 1000 Amp., ma probabilmente si potrà discendere anche a 300 Amp., senza che gli interruttori abbiano il tempo di aprire, a meno che non esistano dei relais speciali ad altissima velocità d'azione.

Questo apparecchio, oltre a prevenire l'apertura degli interruttori, serve pure ottimamente per stabilire al termine della linea l'isolamento base per la linea stessa, cosa assai importante data l'attuale tendenza a coordinare l'isolamento della linea con quello delle centrali, delle sottostazioni e dei relativi apparecchi. In quest'ultimo caso l'apparecchio descritto sostituisce vantaggiosamente l'uso di una catena di isolatori calibrata per una data tensione di scarica, o di uno spinterometro (o di un eventuale scaricatore).

Naturalmente, per ottenere un buon funzionamento occorre che la tensione di scarica dall'anello all'estremo della valvola sia sensibilmente inferiore a quella dell'anello alla sommità della catena. Per poter applicare l'apparecchio alle linee è quindi necessario o di ridurne la tensione di scarica, e cioè l'isolamento, o di aggiungere nuovi elementi alla catena, per mantenere l'isolamento di linea al livello stabilito. Questo comporta un sensibile aumento di costo e di peso della linea, e perciò l'applicazione ne è consigliabile soltanto in sezioni ed in tronchi molto esposti a perturbazioni atmosferiche. *C. G. E.*

J. Allen Johnson - E. L. Bundy — **Normalizzazione dell'isolamento e della protezione dei trasformatori.** (J. A. I. E. E., luglio 1930, p. 570).

Coll'aumento progressivo del grado di isolamento delle grandi linee di trasmissione, si è presentato il problema se sia meglio aumentare anche il grado di isolamento dei trasformatori o invece meglio definirne la protezione. Una coordinazione precisa fra isolamento di linea e isolamento dei trasformatori è assai difficile; gli AA. mettono in evidenza come il primo problema dipenda essenzialmente da considerazioni relative all'esercizio, mentre l'altro problema è di carattere essenzialmente costruttivo. Allo stato attuale delle cose sembra agli AA. sia meglio attenersi ai risultati della pratica ricavata dall'esercizio di tante centinaia di trasformatori che sono da parecchi anni in servizio soddisfacente, anzichè voler ricercare le precise caratteristiche di resistenza dei materiali isolanti nei laboratori ad alta tensione.

Una normalizzazione dell'isolamento dei trasformatori può essere fatta soltanto se si studia contemporaneamente la normalizzazione degli apparecchi per la loro protezione; questi ultimi devono avere caratteristiche ben definite e atte ad essere previste e calcolate con facilità e precisione. A questo proposito gli AA. ricordano che da tempo sulla rete della Buffalo Niagara Eastern P. C. si fa uso di scaricatori a corna sia sulle linee a 60.000 volt che su quelle a 110.000 volt, determinandone coll'esperienza la più opportuna distanza esplosiva. Tale dispositivo si è dimostrato molto efficace per la protezione del macchinario installato alle estremità della linea, il quale non ebbe mai a soffrire inconvenienti anche in caso di forti temporali. *R. S. N.*

Fatevi Soci vitalizi!

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPLICAZIONI TERMICHE.

Un *notevole esempio di applicazione della saldatura elettrica* è costituito dalla nuova vettura automobile della Ditta Lancia, del tipo «Dilambda» da gran turismo, con motore a 8 cilindri, velocità massima superiore a 120 chilometri/ora. Le varie parti che costituiscono il telaio della macchina sono costruite con lamiere riunite per mezzo di saldatura elettrica in modo da costituire delle travi tubulari le quali a loro volta sono riunite con saldatura elettrica ad arco per formare il telaio propriamente detto. La saldatura fu eseguita col metodo «Arcos». Fra i vantaggi di questo metodo di costruzione si contano: una maggior leggerezza, una maggiore rigidità e silenziosità per mancanza di collegamenti a bulloni, e una maggiore robustezza essendo eliminati i punti deboli costituiti dai fori delle chiodature. Il successo del sistema di costruzione ha ricevuto persuasive conferme in occasione di gravi incidenti stradali successi ad alcune vetture «dilambda» e nei quali le saldature hanno resistito benissimo anche là dove si sono verificate delle rotture di pezzi in pieno materiale.

APPLICAZIONI VARIE.

E' noto come per il funzionamento in ambienti molto polverosi con forte percentuale di fibre (come le filature, tessiture, ecc.), oppure con polverino di carbone, siano prescritti *motori chiusi* molto pesanti e costosi. Per diminuire il costo di tale tipo se ne è creato un altro con carcassa a doppia parete; nell'intercapedine è fatta circolare dell'aria per mezzo di un ventilatore montato sull'albero. Con tale tipo si ha l'inconveniente che, a causa della forte percentuale di polvere contenuta nell'aria, le vie d'aria si ostruiscono facilmente necessitando così una pulitura molto frequente. Le *A. E. G. Mitteilungen* nel numero di marzo 1930 riferiscono su un nuovo tipo di motore, adatto per il servizio in esame, il quale non presenta tale inconveniente. In esso la carcassa non è a doppia parete, e la ventilazione causata dal ventilatore avviene esternamente alla carcassa. Con tale tipo lo sfruttamento del materiale è di circa il 50 % superiore a quello dei motori chiusi e cioè all'incirca uguale a quello con carcassa a doppia parete. *A. Bs.*

Nella scelta dei *motori elettrici per i ventilatori da miniera* (*The El. J.*, agosto 1930, pag. 468) bisogna tenere presente che questi possono essere di due tipi: a deflusso d'aria assiale e a deflusso radiale o centrifughi. I primi hanno un costo d'impianto ridotto e sono adatti per piccole portate mentre i secondi si usano quando la quantità di aria da mettere in circolazione è rilevante. Il ventilatore in sè dovrebbe avere una piccola inerzia onde permettere al motore di portarlo rapidamente alla velocità di regime; migliori sono perciò i tipi veloci. L'avviamento dei motori è di solito automatico e comandato a distanza, come pure il controllo del loro funzionamento nel caso che si producano dei guasti: come il riscaldamento dei sopporti, ecc. Il motore a gabbia semplice non si presta per essere accoppiato con un ventilatore destinato ad una miniera di una certa importanza perchè per l'avviamento richiede una tensione minore della normale; di solito si adoperano dei motori asincroni col rotor avvolto oppure dei sincroni. La ventilazione nelle miniere deve essere mantenuta in modo continuativo e perciò il motore può esercitare la sua azione di rifasamento per tutte le 24 ore di una giornata. In molti impianti di ventilazione può occorrere di ridurre la circolazione dell'aria per un certo periodo della giornata, diventa allora più conveniente un motore a gabbia a due velocità tale cioè da permettere anche un risparmio di energia elettrica nei periodi di minimo carico. *I. L.*

IMPIANTI.

Nel n. 31 dell'*E. T. Z.* viene riferito circa il recente *ingrandimento della centrale termica di Mannheim*, ove furono installate due caldaie a 100 atm., l'una di 835 e l'altra di 716 m² di superficie di riscaldamento per l'alimentazione di 2 turbine da 5000 kW cadauna. La combustione è a carbone polverizzato, le caldaie sono del tipo tubolare; normalmente forniscono da 63 a 70 tonn. di vapore all'ora.

Le turbine funzionano con una pressione iniziale di 95 atm. ad una temperatura di 425° del vapore all'entrata: il numero dei giri è 3000; le palette sono di acciaio al cromo-nickel. Il vapore, dopo uscito dalle turbine ad alta pressione, viene introdotto nei surriscaldatori intermedi.

Lo scarico delle turbine ad alta avviene a 19 atm; una parte di questo vapore serve per il preriscaldamento; il resto, dopo esser stato nuovamente surriscaldato a 340°, viene portato alle turbine a bassa. *T. S.*

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

Presso la Sezione Professionale del R. Istituto Tecnico Carlo Cattaneo di Milano si riapriranno, col 1 marzo prossimo, la *Scuola di Elettrotecnica* e la *Scuola di Telefonia*. La prima è divisa in tre corsi che durano un semestre ciascuno e contano rispettivamente 6-7-8 ore settimanali di insegnamento. Ciascun corso comprende un certo numero di materie teoriche, ed esercitazioni di elettrotecnica; tutte le lezioni, come pure i laboratori, si tengono in ore serali o al mattino della domenica. La tassa di iscrizione è di L. 60 per ciascun corso.

La Scuola di Telefonia comprende pure 3 corsi semetrali di 6-9-8 ore settimanali rispettivamente, alla sera o al mattino della domenica. Alle lezioni teoriche si uniscono esercitazioni di elettrotecnica e di telefonia. La tassa di iscrizione è di L. 60 per ciascun corso.

Per le iscrizioni e per ogni informazione rivolgersi alla Segreteria della Scuola in Via Cappuccio 2 (tel. 82-561).

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

Nel numero di marzo 1930 di «A. E. G. Mitteilungen» V. Lind descrive brevemente i *comandi per motori asincroni a poli commutabili*, sempre più usati per il comando di macchine utensili, e ne esamina il funzionamento, le applicazioni e i vantaggi. In generale i motori sono costruiti per due velocità in modo che le posizioni dei comandi risultano 5 (due avanti, fermata, due indietro) e spesso le macchine utensili richiedono il comando a distanza per comodità di manovra. L'A. esamina più particolarmente una realizzazione di questo tipo, con comandi a pulsante, e tale da ridurre al minimo il numero di linee di contatto necessarie. *A. Bs.*

Sul *comando singolo delle macchine utensili* per metalli e per legno riferiscono le «A. E. G. Mitteilungen» nel numero di marzo 1930 ricordandone dapprima i vantaggi dal punto di vista del rendimento e del servizio elettrico, e da quello della praticità e comodità degli impianti industriali, vantaggi che l'hanno ormai imposto completamente. Esaminano quindi la realizzazione pratica del comando singolo dal punto di vista generale; illustrano poi alcune realizzazioni pratiche tra le quali: i motori di diametro ridotto e grande lunghezza specialmente studiati per le macchine del legno, i motori asincroni trifasi a gabbia di scoiattolo, o a doppie scanalture, a numero di poli fissi o commutabile con carcasse speciali tali da poter essere montate o incorporate nelle macchine utensili, e infine le apparecchiature speciali, specialmente del tipo a pulsanti, più o meno automatici, impiegati anche per il comando della regolazione di velocità. *A. Bs.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

L'uso dei *rélais ad azione molto rapida* permette di aumentare la stabilità di una rete (*The El. J.*, luglio 1930, pag. 400) e di ridurre la durata del periodo di sovraccarico a cui viene sottoposto un impianto elettrico in seguito ad un corto circuito. Il tipo di rélais ora proposto permette di suddividere una linea elettrica in 3 tratti in ciascuno dei quali l'apertura dell'interruttore è comandata con ritardo diverso e indipendente dall'entità del corto circuito: il ritardo è minimo per il tratto di linea che si trova immediatamente adiacente alla centrale ed è massimo per il tratto più lontano. Il rélais contiene tre impedenze di valore diverso corrispondenti ciascuna ad un tratto della linea; a seconda che il corto circuito si produce nell'una o nell'altra delle zone suddette si eccita la corrispondente impedenza. La prima impedenza è di valore più basso e comanda senza alcun ritardo l'apertura dell'interruttore, le altre fanno avviare un motorino sincrono che dopo un certo numero di giri determina lo scatto dell'interruttore. Il rélais è completato da un dispositivo wattmetrico che permette di tener conto del giusto senso di propagazione dell'energia. La chiusura dei contatti principali è migliorata a mezzo di altri due contatti ausiliari che si chiudono subito dopo per effetto della corrente che circola fra i primi. L'apertura avviene nello stesso ordine, così si evita di consumare i contatti principali a tutto vantaggio della sicurezza di funzionamento del rélais. *I. L.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Sullo stato dell'*elettrificazione ferroviaria* in Inghilterra sono riportate alcune notizie in *Elektrische Bahnen* dell'agosto 1930. Si rileva in particolare che come sistema di trazione è pressochè generalizzata la corrente continua a bassa tensione ($600 \div 750$ V): vi sono soltanto poche applicazioni a corrente continua 1500 V. Alla fine del 1929, si aveva un complesso d 915 km di linee elettrificate con 2437 km di binario. Durante l'anno 1929 il traffico sulle linee elettrificate fu di circa 84 milioni di treni km e di 13 miliardi di tonn. km. L'energia totale consumata fu di 888 milioni di kWh.

V. D. Ma.

Il costante incremento della popolazione della città di Atene, triplicatosi nell'ultimo decennio, ha aggravato notevolmente le condizioni di traffico della ferrovia a vapore che collega la città col Pireo e con Kephissia. Il disturbo che tale ferrovia arreca al traffico urbano ed i pericoli che essa presenta hanno indotto a sostituirla con una ferrovia metropolitana a trazione elettrica, lunga 2,6 km. Le caratteristiche della ferrovia saranno simili a quelle delle Metropolitane di Berlino e di Amburgo. Il primo tronco viene messo in esercizio nel luglio 1930. (*El. Bahnen*, settembre 1930).

V. D. Ma.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

U. RE - E. VARETON. — *Carburanti - Carburazione* — Milano - U. Hoepli. — Un volume di cm 16,5 × 24, di 516 pagine con 305 figure — Prezzo L. 50.

Solo da una stretta collaborazione fra l'ingegnere d'officina e il chimico di laboratorio possono scaturire dei reali vantaggi nello studio di tutta quella serie di problemi interessanti il disegno e il funzionamento del motore a scoppio. Questa opportunissima osservazione che gli AA. hanno preposto al loro libro, ne traccia le direttive e ne fissa la impostazione. Appunto questa ben riuscita fusione dell'aspetto chimico e dell'aspetto meccanico del problema costituisce il pregio singolare di questo ottimo libro che lo distingue nettamente dagli altri molti consimili. Il problema della carburazione, fondamentale, come è ben noto, pel funzionamento dei motori a combustione interna, esige nei motori moderni di essere scientificamente studiato e risolto con criteri del tutto razionali se si vuol ricavare da tali motori tutto quanto essi sono capaci di dare. Ciò esige una conoscenza molto fondata dei fenomeni chimici che intervengono nella carburazione e nella accensione e dei dispositivi meccanici coi quali esse si realizzano.

Tutta questa complessa materia, che involge una quantità di problemi, spesso ignorati anche dai tecnici non specializzati, è descritta con grande chiarezza e precisione nell'opera di cui parliamo la quale si presenta veramente completa ed aggiornata, sia dal lato chimico che da quello costruttivo e meccanico, così da costituire un libro di grandissima utilità nel campo di cui si occupa.

Nei primi capitoli vengono ricordate le nozioni generali su dei motori a combustione interna e sulla carburazione in genere. Successivamente vengono descritti i principali tipi di carburatori e di filtri, e i dispositivi di sovralimentazione. Un lungo capitolo è destinato allo studio del fenomeno della combustione. Con particolare ampiezza è trattata la questione della detonazione e degli antidetonanti. Seguono capitoli pure di grande attualità sui sostituti della benzina (carburanti a alcool, benzolo, naftalina, petrolio, nafta, ecc.) e sulla carburazione a gas. Altri capitoli sono dedicati alla lubrificazione e alla questione dei depositi carboniosi. Il libro è corredato da molte belle figure e da una bibliografia specializzata.

❋

LOVELL. — *Generating Statios.* — Londra - Mc Graw Hill Publ. Co., 1930. — Un volume di cm 15×23, di 359 pagine con 171 figure. — Prezzo, rilegato, 20 scellini.

Fra le numerosissime pubblicazioni apparse in questi ultimi anni intorno alle centrali elettriche la quasi totalità si occupa pressochè esclusivamente del lato tecnico e costruttivo mentre dell'aspetto economico del problema si trovano soltanto degli accenni sommari. Molto interessante e singolare riesce quindi questo libro il quale invece è specificatamente dedicato a considerare la economia della costruzione, dell'esercizio e dell'ammortamento di una centrale elettrica. Poichè tale problema è strettamente legato ai dettagli tecnici, il libro non può naturalmente del tutto prescindere da essi, ma tuttavia si limita a richiamare quella parte che in modo diretto ha legame con l'assunto principale dell'opera.

Dopo una introduzione con nozioni di economia generale, sono analizzate le varie voci che entrano a costituire il costo di impianto, con particolare riguardo alle centrali termoelettriche; viene poi studiata ampiamente la questione degli ammortamenti, con ricchezza di dati statistici numerici di grande interesse e utilità. La importanza dei diagrammi di carico sull'economia dell'esercizio è messo in rilievo in un lungo capitolo, mentre successivi capitoli sono dedicati alla scelta della sezione economica dei conduttori, e alla opportuna scelta della località della centrale. Passando poi all'intima struttura della centrale vengono studiati, sempre prevalentemente sotto l'aspetto economico, gli interruttori, i sistemi di sbarre e le reattanze limitatrici, la protezione con realis. Altri capitoli sono dedicati ai corto circuiti e all'uso dei condensatori sincroni come rifasatori di linea.

Il libro è arricchito di parecchie tabelle numeriche e da molte figure e diagrammi.

❋

J. H. NEWMANN. — *Electrolytic Conduction.* — (Londra, Chapmann and Hall 1930 - Un volume di cm 14×21, di pag. 440 con 70 figure. - Prezzo, rilegato, 25 scellini).

Per quanto il libro sia scritto più per i fisici che per gli elettrotecnici, esso riesce anche per questi ultimi di grande interesse come quello che tratta di un argomento di vitale importanza per la migliore comprensione dei fenomeni che stanno alla radice dello studio della elettricità e delle sue manifestazioni nella materia.

L'A. ha raccolto in questo volume, coordinandola secondo una direttiva razionale e inquadrandola in un complesso logico, una enorme congerie di fatti e di osservazioni che si trovano dispersi nella bibliografia tecnica. Ha fatto così opera di diretta utilità per tutti gli studiosi dell'argomento che troveranno in questo libro il modo migliore di aggiornare ed ordinare le loro cognizioni in proposito.

Precede opportunamente un capitolo di richiamo dei principii fondamentali della termodinamica, essenziali alla comprensione del testo seguente. Vengono poi un capitolo generale sull'elettrolisi e un'altro sulla conduzione dell'elettricità nelle soluzioni. Altri capitoli sono dedicati alla migrazione degli ioni e agli equilibri ionici. Come conseguenza degli argomenti precedenti si passa poi allo studio delle pile, delle elettro-capillarità e della polarizzazione nelle pile. Un capitolo speciale è dedicato alle misure della resistenza degli elettroliti; un altro espone le diverse teorie emesse intorno alla costituzione delle soluzioni elettrolitiche, con particolare riguardo a quello di Debye e Hückel. Il libro si chiude con un capitolo sulle applicazioni tecniche dell'elettrolisi.

Una appendice bibliografica è aggiunta ad ogni capitolo.

❋

J. JEANS. — *The Universe Around Us.* — Edizione II. — (Cambridge, University Presse, 1930. - Un volume di cm 13,5×21,5 di 364 pag. con 23 figure e 24 tavole. - Prezzo, rilegato, scellini 12/6).

Abbiamo dato a suo tempo (Vedi *L'Elettrotecnica* del 1930, pagina 171) notizia di questo bel libro, che appare ora, a distanza di pochi mesi, nella sua seconda edizione: prova convincente del grande interesse suscitato nel pubblico.

Conservando il carattere generale di una esposizione descrittiva dello stato attuale delle nostre conoscenze scientifiche sulla costituzione intima della materia e sulla struttura dell'universo siderale, la opera presenta in questa nuova edizione parecchie aggiunte che la mettono al corrente degli ultimi progressi. Fra le più interessanti di queste aggiunte, sono quelle relative al nuovo pianeta Plutone, alla rotazione dell'ammasso galattico, alla apparente espansione dell'universo, ecc.

❋

G. VEROI. — *Macchine Elettriche a corrente continua.* — (Torino U.T.E.T., 1931. - Un volume di 17×25 cm, con 695 figure. - Prezzo L. 65.

Con questo titolo appare una seconda edizione degli « Elementi di Elettrotecnica » dello stesso A.; in realtà si tratta di un ampio rifacimento essendo stata la materia completamente rimaneggiata ed aggiornata.

Una buona parte del volume è dedicata ai richiami di elettrotecnica generale non solo per quanto riguarda le correnti continue ma anche, almeno in parte, le correnti variabili. Una seconda parte è più propriamente dedicata alla costruzione e al funzionamento delle macchine a corrente continua: notevole sviluppo è dato alla descrizione dei vari tipi di avvolgimenti anche coll'aiuto di molti schemi e figure: capitoli speciali sono dedicati ai diversi elementi costruttivi delle macchine a corrente continua, nonchè alle misure ad esse relative. Le dinamo e i motori sono studiati separatamene nelle loro caratteristiche funzionali.

Il libro si chiude con una terza parte dedicata alle centrali a corrente continua nonchè al trasporto e alla distribuzione di energia pure a c. c.

Tutta la trattazione è di carattere prevalentemente descrittivo e di impostazione piuttosto semplice ed elementare. Il libro può però servire ad acquistare buona conoscenza generale delle macchine a c. c., e costituisce una efficace introduzione ad uno studio quantitativo e costruttivo più dettagliato.

AEI Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO.

Riunione del 23 gennaio 1931.

La sera del 23 gennaio, nel Salone Sociale di via S. Paolo 10, dinanzi ad un numeroso uditorio, il socio Ing. **Elia Migliau** tenne l'annunciata comunicazione sul tema: « **Impianti italiani di propulsione elettrica navale** ».

Il Presidente *Ing. Manfredi*, premise alcune considerazioni sulla importanza delle applicazioni della elettricità alla propulsione delle navi ed ai servizi elettrici di bordo, facendo rilevare come l'argomento, trattato con notevole ampiezza nella riunione del 28 a Genova, sia sempre di attualità ed in continua evoluzione, cosicchè la comunicazione dell'Ing. Migliau, cogli articoli in argomento di altri egregi Colleghi, recentemente pubblicati sul giornale *L'Elettrotecnica*, vengono a formare una interessante ed utile appendice agli Atti del Congresso 1928.

La comunicazione dell'Ing. Migliau sarà pubblicata sul nostro giornale. Ci limiteremo quindi a darne un riassunto.

Il Conferenziere esordisce illustrando lo sviluppo attuale della propulsione elettrica navale in special modo all'estero, dove per parecchi tipi di navi il sistema si è imposto con ottimi risultati.

L'esame dei diversi sistemi attualmente usati per la propulsione delle navi, porta alla conclusione che la propulsione elettrica è consigliabile ogni qualvolta si verifichino tre condizioni essenziali:

1ª) navi con grandi potenze installate di servizi ausiliari, a caratteristiche variabili;

2ª) navi con andature varie di crociera e navigazione che richiedano assorbimenti diversi di potenza per periodi molto lunghi;

3ª) navi in cui si richiedano requisiti speciali di flessibilità, facilità di manovra, come nel caso di ferry-boat, rimorchiatori, ecc.

L'Oratore mette in rilievo il fatto che in Italia i costruttori navali non considerano il problema della propulsione elettrica navale nel suo giusto valore, perchè conservano l'abitudine di progettare apparati motori facendo astrazione da quella che può essere la potenza assorbita dagli ausiliari della nave e dalle altre necessità della stessa.

Dopo aver rilevato che, appunto per tale ragione, nessun apparato motore di alta potenza a corrente alternata esiste in Italia, il Conferenziere passa ad illustrare gli impianti elettrici a corrente continua attualmente costruiti in Italia che si presentano interessanti per le loro particolarità e per le potenze raggiunte.

La prima nave a propulsione elettrica, in ordine cronologico, è stata la R. Nave «*Cristoforo Colombo*» della divisione delle nuove navi scuola della Marina da Guerra Italiana, che contiene tutte le dimostrazioni pratiche degli apparecchi attualmente usati a bordo delle navi da guerra.

La R. Nave «Cristoforo Colombo» è stata costruita nel R. Cantiere di Castellamare di Stabia, fu varata nell'aprile del 1928 ed è entrata in servizio nel luglio dello stesso anno.

Le sue caratteristiche sono:

— Lunghezza massima m 78,30.

— Dislocamento, tonn. 3515.

— Potenza continua HP/asse 1600 su due assi concentrici e rotanti in senso inverso.

L'apparato motore è costituito da due gruppi generatori; formati ognuno da:

— Motore Diesel Tosi, tipo K 6, a 6 cilindri, 4 tempi, 360 giri, direttamente accoppiato a:

— Dinamo Marelli eccitata indipendentemente, dalla potenza di 750 kW, in sovraccarico, con tensione variabile fra 0 e 230 V. Coassiale con la dinamo è accoppiata una eccitatrice da 120 kW a tensione costante di 110 V per gli ausiliari di sala macchine e per i servizi di eccitazione.

I motori elettrici della potenza di 800 HP, sono due, ognuno con due indotti calettati sullo stesso asse, capaci di fornire la potenza di 2 × 400 HP, a 120/150 giri.

Il Conferenziere passa quindi ad illustrare tutta la sistemazione della nave, soffermandosi principalmente sulla stazione di comando di plancia e sala macchine, e sulla costruzione della doppia linea d'asse concentrica particolarmente interessante per le difficoltà meccaniche che hanno dovuto essere risolte per il sostegno dell'asse interno e per la lubrificazione dell'intero sistema.

Dopo avere descritto la centrale ausiliaria, costituita da tre gruppi Diesel-Dinamo e da tre gruppi Turbina-Dinamo, ciascuna di 65 kW, e dopo un breve accenno al sistema di comando automatico per gli argani di tonneggio della «Cristoforo Colombo», che dà agli argani stessi una caratteristica di grande elasticità, il Conferenziere tratta brevemente degli apparati di due piccole navi per il servizio portuale, costruite dal Cantiere Federale di Pietra Ligure.

La prima di esse è una *nave frangiroccia* con apparato motore Marelli-Fiat che serve per la preparazione delle fondazioni delle opere portuali e litoranee; la seconda è la *barca pompa* «Santa Barbara» per il Porto di Genova con apparato motore Fiat-Brown Boveri, costituito da due gruppi Diesel-Dinamo da 900 HP, ciascuno azionante da una parte due gruppi di pompe di 1400 m³ ora complessivamente, e dall'altra parte due dinamo per l'azionamento dei motori elettrici di propulsione.

L'oratore si sofferma quindi sulla descrizione degli apparati motori Diesel-elettrici (circa 5000 HP per asse) delle *due nuove navi traghetto per le Ferrovie dello Stato* «Cariddi» e «Scilla» da 4000 tonn., lunghezza 111 metri; la prima costruita dallo Stabilimento Tecnico Triestino di Trieste con apparato motore dello Stabilimento Tecnico Triestino stesso per i motori Diesel, e della Compagnia Generale di Elettricità per la parte elettrica; la seconda costruita dal Cantiere Federale di Pietra Ligure con apparato motore Fiat per la parte termica e con apparato elettrico della Marelli.

Il Conferenziere illustra poi lo schema dell'apparato motore della seconda delle navi Scuola della Marina da Guerra italiana, la R. Nave «*Amerigo Vespucci*» che entrerà in servizio nel maggio 1931.

Lo schema segue nella sua linea generale i concetti applicati negli apparati motori per navi passeggeri e per le navi mercantili, perchè, a differenza della R. Nave «Cristoforo Colombo», l'apparato pone in serie tutte le macchine invece di alimentare in parallelo gli indotti dei motori.

A differenza della «Cristoforo Colombo», il motore di propulsione è unico, azionante una unica linea d'asse.

Il Conferenziere termina la sua esposizione esprimendo la speranza che presto si possa delineare anche in Italia un ulteriore sviluppo della propulsione elettrica navale, ed augurando che i costruttori navali e gli armatori considerino attentamente gli ammaestramenti che vengono dall'estero, con le ultime recenti applicazioni di apparati di alta potenza per navi passeggeri di oltre 40.000 tonn., e valutino nella giusta misura i favorevoli risultati economici di esercizio dei transatlantici a propulsione elettrica attualmente in funzione.

L'interessante comunicazione dell'Ing. Migliau, attentamente seguita dall'uditorio, venne alla sua fine vivamente applaudita, ed il *Presidente* espresse all'Oratore congratulazioni e ringraziamenti, chiedendo poi se qualcuno dei presenti volesse eventualmente prendere la parola sull'interessante argomento, così chiaramente e brillantemente illustrato.

L'Ing. *Trucillo,* premessi i suoi più vivi applausi al collega Migliau, fa presente che, da quanto così compiutamente esposto, risulta:

— che apparati motori elettrici, finora costruiti, sono stati tutti installati su navi da guerra e navi destinate a servizi gestiti direttamente da Aziende statali o parastatali;

— che nessuna applicazione della propulsione elettrica è stata fatta fino ad ora su navi per le quali questo sistema di propulsione risulta particolarmente indicato. Intende parlare di rimorchiatori, navi cisterna, draghe e battelli di salvataggio;

— che tutti gli apparati motori elettrici costruiti sono del tipo Diesel-elettrico.

E pertanto, mentre dobbiamo rallegrarci con le amministrazioni statali e le ditte costruttrici, le quali hanno fatto sì che l'Italia non fosse assente in questo campo delle applicazioni dell'elettricità, non possiamo fare a meno di rilevare la scarsa considerazione accordata dall'industria armatrice italiana alla propulsione elettrica.

Questo fatto deve essere sottolineato appunto in considerazione del rapido e crescente sviluppo delle applicazioni della propulsione elettrica nella marina mercantile estera. Abbiamo comunicazione che nelle Officine di una grande ditta europea per costruzioni elettromeccaniche sono stati nei giorni scorsi iniziati i lavori per la costruzione di un apparato motore turboelettrico da 160.000 HP-asse destinato alla propulsione di un celerissimo transatlantico.

Certamente il maggior sviluppo in Italia del sistema di propulsione Diesel-elettrico, nei confronti di quello turboelettrico, è stato influenzato dai rapidi progressi realizzati nel campo della costruzione dei Diesel per merito delle ditte specializzate in questo genere di costruzioni; tuttavia, per quanto riguarda la propulsione di navi mercantili, è necessario tener conto anche dei brillanti risultati conseguiti in questo campo di applicazioni dell'elettricità dalla propulsione turboelettrica.

A parte ogni considerazione sulla scelta del motore primo, non si può però disconoscere che la propulsione elettrica ha brillantemente superata la fase sperimentale e che perciò le possibilità di questo sistema di propulsione debbono essere seriamente considerate se si vuole che anche in questo campo l'Italia conservi quella posizione preminente alla quale le sue tradizioni marinare le danno diritto.

Nessuno più chiedendo la parola, il *Presidente* ringrazia gli Oratori e coi rinnovati applausi all'Ing. Migliau, la riunione ha termine.

.. .. ATTIVITÀ DELLE SEZIONI .. ..

SEZIONE DI NAPOLI (Via Chiaia, 216).

28 Febbraio - ore 17 (presso la R. Scuola d'Ingegneria). — CANGIA Ing. Giuseppe D.: «Il secondo Salto Volturno».

SEZIONE DI ROMA (Via delle Coppelle, 35).

22 Febbraio - ore 10. — Visita alla Centrale Telefonica automatica di Roma della «TETI».

27 Febbraio. — FANO Ing. Guido Leone: «I problemi inerenti alla regolarità del servizio delle reti di distribuzione di Roma della Società E. G. R.».

6 Marzo. — RUBERTI Ing. Silvano: «Il nuovo laboratorio elettrico della Società E. G. R.».

13 Marzo - CORNARO Ing. Giacinto: «La moderna tecnica dei forni elettrici».

SEZIONE DI TORINO (Via XX Settembre, 36).

28 Febbraio. — NOVELLI Ing. Tranquillo: «Colpi di ariete negli impianti di pompe».

SEZIONE DI TRIESTE (Via Mazzini, 30).

27 Febbraio - ore 20,30 (nella Sala Massima del Circolo Artistico). — MIGLIAU Ing. Elia: «La propulsione elettrica navale italiana».

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.*

(I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 5 Marzo 1931 - ANNO IX N. 7

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Energia termica ed energia meccanica.

La possibilità di trasformare vicendevolmente l'una nell'altra queste due forme di energia apre il campo a molte prospettive che sono, almeno nel campo teorico, del più alto interesse. E' compito del progresso industriale rendere gradatamente attuabili le possibilità che la teoria permette di prevedere spesso con notevole anticipo. In questo campo già importanti applicazioni di carattere industriale si sono potute effettuare e la convenienza della termo-compressione è già stata illustrata parecchi anni or sono su queste colonne insieme alle prospettive, allora poco più che teoriche, di altri sistemi.

A distanza di pochi anni si può oggi parlare, come di cosa di pratica ed industriale convenienza, di quelle e di altre geniali applicazioni. La loro attuazione è ora permessa specialmente dai grandi progressi compiuti nella costruzione dei turbocompressori. L'Ing. D'AMELIO riprende ed illustra in questo numero del giornale parecchi schemi di impianti, alcuni dei quali sarebbero sembrati poco meno che paradossali ai tecnici di poche decine di anni or sono. L'argomento è di diretto interesse anche per gli elettrotecnici in quanto esso può aprire nuovi importanti campi d'impiego per l'energia prodotta dai nostri impianti.

Questioni di illuminazione.

La tecnica della illuminazione, che richiama attualmente tanta attenzione da parte degli studiosi e degli sperimentatori, conta anche in Italia cultori appassionati e valenti. L'Ing. PERI, la cui competenza specifica è ben nota ai nostri lettori, precisa oggi il significato e l'importanza del fattore di riflessione delle superficie in relazione alla luminosità che esse presentano.

L'unità pratica di massa.

I tecnici che vivono lontani dal campo dell'insegnamento non si rendono probabilmente conto di quali confusioni e di quanti errori sia causa la ambiguità che circonda l'unità pratica di massa, derivante dall'uso promiscuo del *kilogrammo* per esprimere sia la massa che le forze. E' evidente in fatti che chi ha da tempo fatta l'abitudine ai problemi pratici, numerici, dell'ingegneria, sa sempre correttamente distinguere, evitando ogni errore. Così forse si spiega come, con tutte le elevate ed interessanti discussioni che periodicamente fioriscono sulla stampa tecnica intorno ai sistemi di unità fondamentali e che hanno recentemente indotto la Commissione elettrotecnica internazionale a mettere un po' d'ordine nel campo delle grandezze magnetiche, la questione dell'unità pratica di massa sia sempre lasciata in disparte. Il nostro Comitato Elettrotecnico ha in realtà sollevato la questione in seno alla C. E. I.; ma il problema è stato rinviato, per lo studio, ai Comitati nazionali. Ma chi è spesso a contatto cogli studenti sente tutta la necessità di giungere rapidamente ad una intesa che elimini ogni ambiguità e che tolga il giovane inesperto dal dubbio, quando sente parlare di « un oggetto che ha la massa di n kilogrammi », se si tratti di un oggetto che pesa n, oppure $9{,}81 \times n$ kilogrammi! Perciò additiamo con piacere ai lettori l'odierno scritto dell'Ing. CORREGGIARI, aderendo, personalmente, ben volentieri alla proposta di dare all'unità di massa il nome di *Gal* ad onore e memoria del nostro grande Galileo.

LA REDAZIONE.

IL RISCALDAMENTO MECCANICO CON CICLO A VAPOR D'ACQUA E CON CICLI BINARI

L. D'AMELIO

AEI Comunicazione alla Sezione di Napoli, 14 novembre 1930

Si considera il riscaldamento meccanico nei riguardi alla sua reale applicazione ai più svariati usi industriali come mezzo per un miglior impiego dell'energia elettrica a scopo di riscaldamento.

Si esamina il problema specialmente dal lato della trasmissione del calore, dei cicli e dei fluidi da adottare in relazione alla natura, allo stato fisico e alla temperatura della sostanza che deve ricevere calore.

Dopo brevi richiami a quanto fin'ora è stato tentato si mostrano i vantaggi che l'adozione del vapor d'acqua come fluido elastico potrebbe apportare nelle reali applicazioni di questa forma di riscaldamento.

Occorrendo fornire del calore a una sorgente termica a temperatura non molto elevata può convenire, anzi che ricavarlo da diretta trasformazione di altra energia, sottrarlo a una sorgente a temperatura inferiore a quella occorrente e portarlo, a spese di un adeguato lavoro esterno, in uno all'equivalente termico del lavoro speso, alla sorgente a temperatura superiore.

In ciò consiste il riscaldamento meccanico. Esso può venire effettuato mediante una opportuna macchina termica che segua idealmente il ciclo di Carnot in senso inverso a quello di una comune motrice.

E' evidente che, come questa, funzionando fra due sorgenti a temperatura T_1 e T_2, non può trasformare in lavoro, della quantità Q_1 di calore ceduta dalla sorgente a temperatura superiore che la parte $A L = Q_1 \eta$, dove $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$, versando alla sorgente a temperatura inferiore la residua parte $Q_2 = Q_1 (1 - \eta)$, nel percorso inverso, con la sola spesa del lavoro L, dovrà riportare, data la reversibilità del ciclo, alla sorgente calda tutto il calore precedentemente ricevuto $Q_1 = A L + Q_2$.

La quantità di calore Q_2 che vien portata alla sorgente calda oltre l'equivalente del lavoro speso dipende dalla differenza delle temperature assolute delle due sorgenti. Qualora questa fosse abbastanza piccola il valore di Q_2 può essere molto elevato in rapporto a quello di $A L$.

Il rapporto fra la quantità di calore sottratta alla sorgente fredda e l'equivalente del lavoro speso:

$$\epsilon = \frac{Q_2}{A L} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

è detto effetto frigorifero specifico.

Nel caso del riscaldamento meccanico interessa anche il rapporto

$$\epsilon_1 = \frac{Q_1}{A L} = \frac{T_1}{T_1 - T_2}$$

fra la quantità di calore versata alla sorgente calda e l'equivalente del lavoro speso; ϵ_1 vien detto coefficiente di moltiplicazione termica. Esso oltre ad essere maggiore di ϵ è sempre maggiore di 1 e a parità di salto termico cresce con T_1.

Una comune macchina frigorifera a compressione, per quanto il suo ciclo reale si discosti alquanto da quello di Carnot, realizza in pratica quanto finora abbiamo accennato, versando alla sorgente calda (acqua del condensatore) una quantità di calore molto superiore all'equivalente del lavoro speso, sottraendola, s'intende, è tale il suo scopo principale, alla sorgente fredda (salamoia, aria, ecc.).

Come si è detto, al ridursi del salto termico ϵ_1 può assumere valori piuttosto elevati. Così ad esempio utilizzando come sorgente fredda dell'acqua a 10° per fornire calore ad un ambiente a 40°, sorgente calda, (caso del riscaldamento invernale di ambienti) si avrà:

$$\epsilon_1 = \frac{313}{30} = 10,4$$

vale a dire che potremmo versare all'ambiente caldo dieci volte il calore equivalente al lavoro speso. Tali valori fanno prevedere che in pratica, anche con rendimenti effettivi molto inferiori a quelli ideali, esiste un largo margine utile.

Una tale favorevole condizione, che accompagna questa speciale trasformazione di lavoro in calore, interessa vivamente quelle forme di energia facilmente trasformabili in lavoro con alti rendimenti e con poca spesa di impianto come ad es. l'energia elettrica.

Supposta a disposizione una conveniente sorgente fredda, il costo dell'unità di calore versata alla sorgente calda varia in ragione inversa di ϵ_1, s'intende a prescindere dalle spese d'impianto.

Se oggi il costo del kWh ripartito sulle 864 calorie ottenibili da una trasformazione diretta è troppo elevato per permettere una generale diffusione del riscaldamento elettrico, malgrado i suoi innegabili vantaggi, il riscaldamento meccanico, col suo coefficiente di moltiplicazione termica, potrebbe ridurre il costo dell'unità di calore versata nell'ambiente caldo alle proporzioni di quello derivante dalla diretta combustione del carbone e, in speciali favorevoli condizioni, anche al disotto.

In un paese poi come il nostro, povero di combustibili e ricco di energia elettrica, l'argomento riveste anche un carattere di interesse nazionale.

*

Il concetto del riscaldamento meccanico, malgrado sia tutt'altro che recente, essendo stato trattato fin dal 1852 da Lord Kelvin (1), e che da allora numerosi teorici e pratici l'abbiano a varie riprese studiato, è ancora lontano da una pratica attuazione.

Non sarà pertanto inopportuno esaminare rapidamente il problema.

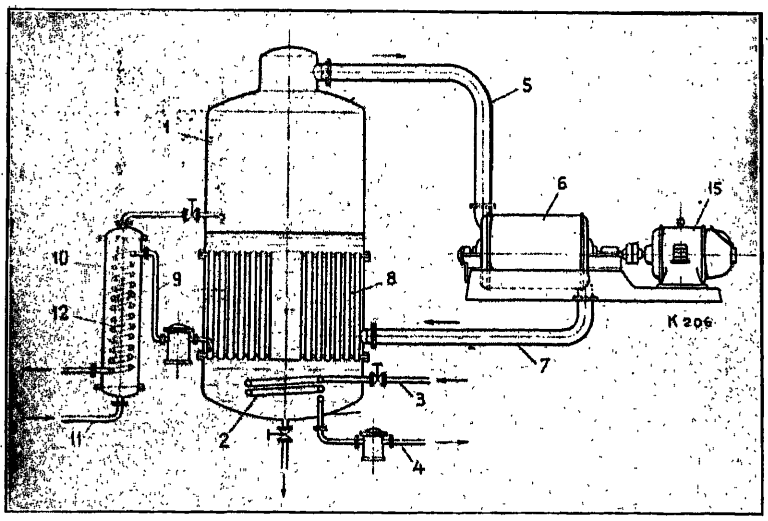


Fig. 1.

La tecnica delle macchine frigorifere ha subìto negli ultimi anni notevoli progressi tendenti naturalmente, dato lo scopo della macchina, esclusivamente ad ottenere il massimo effetto frigorifero.

L'adozione dei cicli multipli, dei compressori a più fasi, recentemente dei turbocompressori, ha migliorato innegabilmente l'effetto stesso, tuttavia questo progresso non si riflette sul riscaldamento meccanico.

Da questo si richiede industrialmente del calore da trasmettere a temperatura più elevata che non quella alla quale viene abbandonato dal frigorifero che, al contrario, tende a dissipare il calore sottratto alla sorgente fredda alla minima temperatura compatibile con quella dell'acqua di circolazione del condensatore ed alla quantità di questa.

Talvolta, specie nei casi di compressione in più fasi, il calore viene abbandonato a temperature diverse. Il riscaldamento meccanico, viceversa, spesso richiede che il calore venga ceduto all'ambiente a una temperatura il più che possibile costante e mai inferiore a un certo limite.

Le quantità di calore abbandonate dalla macchina a temperature inferiori a quella dell'ambiente da riscaldare non sono allora utilizzabili che per scopi secondari, quelle a temperatura superiore, pur giovandosene la trasmissione, sono a danno del coefficiente di moltiplicazione termica.

Una macchina studiata per il riscaldamento meccanico differisce nel ciclo e nelle fasi da un frigorifero. Qualora debba servire contemporaneamente alla produzione del freddo industriale e al riscaldamento meccanico lo studio diventa ancora più complesso.

In questi ultimi anni il problema è stato studiato, sia pure per scopi specialissimi, da una importante Ditta italiana costruttrice di macchine frigorifere. Accenneremo in seguito allo schema adottato.

*

Le difficoltà del riscaldamento meccanico, oltre che nella ricerca del ciclo reale più adatto, stanno nella trasmissione del calore dalla sorgente fredda al fluido agente e da questo all'ambiente da riscaldare.

Quando la differenza di temperatura fra le due sorgenti è piuttosto lieve, la doppia caduta di temperatura necessaria alle due anzidette trasmissioni influisce notevolmente sul salto effettivo da superare e pertanto sul coefficiente di moltiplicazione termica. Nel caso che le due sorgenti fossero costituite da aria (sottrazione di calore dall'aria esterna per il riscaldamento di abitazioni) il basso coefficiente di trasmissione aria-parete dell'evaporatore e parete del condensatore-ambiente, obbligherebbe, a voler mantenere l'estensione delle superfici di trasmissione entro limiti economicamente accettabili, a portare la differenza di temperatura fra le isoterme limitanti il ciclo a valori doppi o tripli del salto reale esistente fra le due sorgenti. I vantaggi derivanti dall'alto valore del coefficiente di moltiplicazione termica verrebbero in tal caso notevolmente ridotti e spesso la convenienza economica dell'applicazione annullata.

*

In dipendenza del salto termico da superare, della natura della sorgente fredda e della trasmissione di calore divideremo l'esame dei sistemi di riscaldamento meccanico in tre gruppi.

Un primo gruppo comprende i distillatori di acqua ed in genere i concentratori di soluzioni.

Questo gruppo è caratterizzato dall'essere la sorgente fredda alimentata continuamente da quella calda attraverso una parete metallica di separazione. Il salto termico può essere comunque piccolo e per conseguenza il coefficiente di moltiplicazione termica molto elevato. La trasmissione del calore attraverso pareti si riduce a una sola e si effettua con coefficiente totale piuttosto elevato data la natura e il moto dei fluidi in gioco.

Uno schema di distillatore, sistema Wirth, è quello della fig. 1.

L'apparecchio è costituito da un recipiente cilindrico diviso secondo la lunghezza in tre camere: le due estreme sono in comunicazione mediante un fascio di tubi che attraversa la camera mediana. Questa riceve il vapore da condensare mentre le due estreme e l'interno dei tubi ricevono il liquido da distillare o la soluzione da concentrare. Un turbocompressore 6 aspira il vapore dell'evaporatore 1 e ne eleva la temperatura in una compressione pressochè adiabatica inviandolo nella camera di condensazione 8 ove regna una pressione superiore a quella dell'evaporatore. Data la differenza di temperatura che si stabilisce fra il condensatore e l'evaporatore, il vapore contenuto nel primo cede, attraverso le pareti dei tubi e le piastre tubiere, calore al liquido contenuto nel secondo, condensandosi ed evaporando contemporaneamente una adeguata quantità di liquido nell'evaporatore.

Evidentemente nel condensatore arriva col vapore una quantità di calore che supera quella sottratta per l'evaporazione dello stesso peso di liquido, dell'equivalente del lavoro speso nella compressione. Questa differenza supplisce alle dispersioni dell'apparecchio verso l'ambiente rese minime da un conveniente isolamento termico.

Il condensato, uscendo dall'apparecchio, può cedere attraverso il serpentino 12 ancora calore al liquido da distillare che si manda nell'apparecchio attraverso il preriscaldatore 10.

Inizialmente il liquido da distillare va riscaldato a spese di una

(1) Vedi: Sir WILLIAM THOMSON: Mathematical and Phisical Papers: Art. LX, pag. 515: On the Economy of the Heating or Cooling of Buildings by means of Currents of Air.

sorgente esterna mediante il serpentino 2 percorso da vapore ad alta temperatura. Ciò per permettere al vapore dell'evaporatore di raggiungere le condizioni di regime per le quali fu calcolato il turbocompressore.

Volendo evitare di ricorrere a una sorgente separata per il riscaldamento iniziale la Brown Boveri ha recentemente brevettato [2] un dispositivo che permette di effettuarlo mediante lo stesso compressore: il distillatore funziona tra le temperature di 80° nell'evaporatore e 100° nel condensatore. Le caratteristiche del turbocompressore calcolato entro questi limiti sono tali che si può sostituire al vapore di aspirazione l'aria atmosferica senza turbarne notevolmente il funzionamento. Lo schema dell'apparecchio è quello della fig. 2.

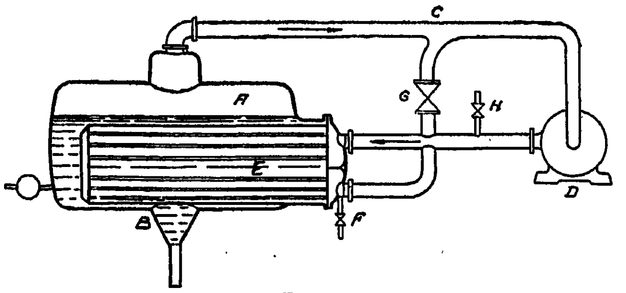


Fig. 2.

Il turbocompressore *D* comprime l'aria aspirata dall'atmosfera nel condensatore *E* dove essa cede all'evaporatore il calore di compressione dopo di che viene di nuovo aspirata attraverso il by-pass *G* dal turbocompressore e rimandata nel ciclo. Una volta raggiunta la temperatura di regime, con l'esclusione del by-pass, l'aria viene espulsa con le prime porzioni di vapore dal tubo di scarico del condensato *F*.

Come si è detto il coefficiente di moltiplicazione termica può raggiungere valori elevati riducendo adeguatamente il salto termico fra evaporatore e condensatore. Questa riduzione tuttavia è limitata praticamente dall'aumento di superficie che ne deriva per la trasmissione e che grava notevolmente sul prezzo dell'impianto. Bisogna anche tener conto che la superficie di trasmissione va rapidamente incrostandosi per i sali contenuti nell'acqua da distillare con relativa riduzione del coefficiente di trasmissione. A migliorare questo ultimo si può ricorrere a una attiva circolazione del liquido da distillare mediante opportuno agitatore.

Generalmente il salto termico si mantiene intorno ai 30°-40° ma talvolta scende anche al disotto dei 10°.

Stabilito il salto termico, la temperatura di regime del condensatore dovrebbe essere la più alta possibile in quanto, come fu accennato in principio, il valore di ϵ_1, a parità di salto termico, cresce con T_1. Anche da questo lato esistono limiti derivanti dalla dispersione verso l'ambiente.

In pratica, specie per distillatori, la temperatura si mantiene intorno ai 100° anche per l'equilibrio delle pressioni interne e esterne.

Un apparecchio non incrostato può dare fino a 20-25 kg di distillato per kWh e cioè con coefficiente di moltiplicazione termica 12-15.

Lo stesso apparecchio descritto può funzionare sostituendo al turbocompressore un eiettore di vapore azionato da vapor vivo generato da apposita caldaia. Questo aspirando il vapore dall'evaporatore lo trascina con sè nel condensatore. Specialmente nel caso di distillatori per acqua di alimentazione di caldaie, la presenza di grandi generatori di vapore rende molto più economico il nuovo sistema che tuttavia rimane nei limiti del riscaldamento meccanico.

A seconda della pressione del vapor vivo un kg di questo ne può trascinare con sè da tre a quattro provenienti dall'evaporatore. Evidentemente non tutto il vapore che arriva nel condensatore può venire condensato, in quanto l'evaporatore non può assorbire che il calore necessario al vapore aspirato dall'eiettore; rimane pertanto nel condensatore del vapore esuberante che si utilizza per preriscaldare il liquido da distillare e talvolta per azionare altri termocompressori funzionanti, fra temperature più basse, in serie col primo.

In genere un apparecchio del tipo descritto può dare 3-4-5 kg di distillato per kg di vapore vivo a seconda che sia a semplice, a doppio o triplo effetto. Con semplice effetto un kg di carbone può dare fino a 25 kg di acqua distillata.

La fig. 3 dà lo schema di un evaporatore della Casa Prache e Bouillon. La figura è abbastanza chiara per non richiedere una descrizione.

Per quanto i distillatori e i concentratori di soluzioni abbiano raggiunto anche per altre vie notevoli progressi, l'applicazione ad essi del riscaldamento meccanico è molto diffusa e rende notevole economia di energia nei numerosi impianti esistenti.

*

Il secondo gruppo riguarda il riscaldamento di ambienti per abitazione e simili.

La sorgente fredda può essere di varia natura: in genere acqua corrente o la stessa aria esterna all'ambiente da riscaldare.

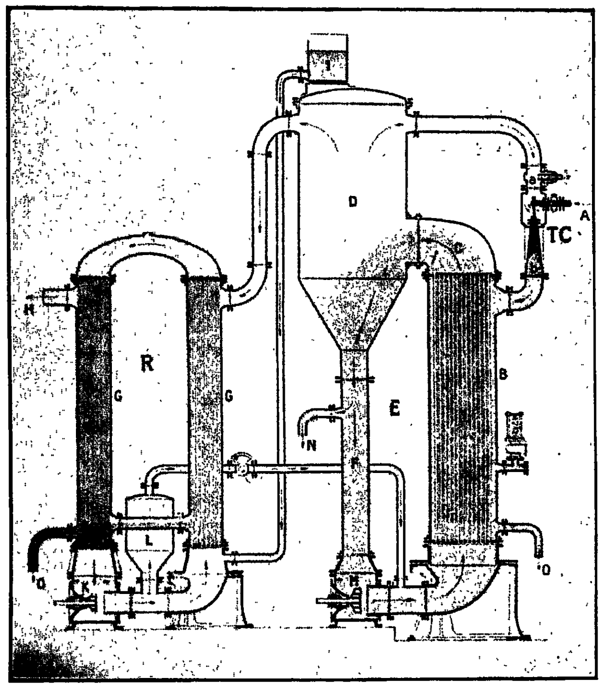


Fig. 3.

TC - Termocompressore. *R* - Preriscaldatore.
B - Condensatore - Evaporatore. *M* - Agitatore.
A - Arrivo del vapore vivo.

Il salto di temperatura da superare è piuttosto lieve in quanto la differenza di temperatura fra le due sorgenti, aria esterna o acqua corrente e ambiente riscaldato raramente supera i 30°, 40° gradi centigradi.

L'apparente facilità di trovare la sorgente fredda e il forte coefficiente di moltiplicazione termica che deriva dal piccolo salto di temperatura da superare ha fatto convergere su questo gruppo l'attenzione di studiosi e di tecnici e da molti anni ritroviamo a intervalli numerose pubblicazioni [3] e talvolta dati sperimentali senza tuttavia che l'applicazione arrivi a diffondersi.

La macchina termica adottata è in genere un frigorifero a compressione. Lo schema generalmente proposto è quello della fig. 4.

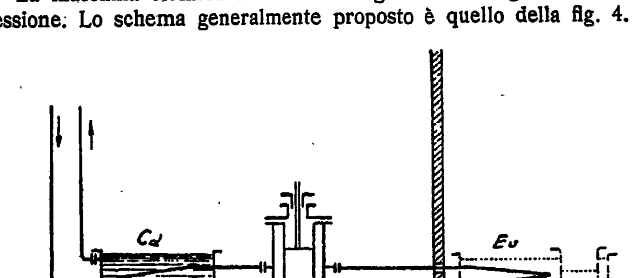


Fig. 4.

Un compressore C_p aspira i vapori del fluido frigorifero, ammoniaca o anidride solforosa, provenienti dall'evaporatore E_v e li comprime nel condensatore C_d costituito da un serpentino immerso nell'acqua da inviare riscaldata nei radiatori. Il vapore cede il calore di vaporizzazione all'acqua condensandosi ed il liquido ritorna all'evaporatore attraverso una valvola di regolazione R_g dove subisce una forte

(2) Brevetto francese n. 678.286, pubblicato il 20 marzo 1930.

(3) Vedi tra l'altre: *L'Energia Elettrica*, vol. III, n. 1, pag. 59, 1930 — *Mechanical Enginering*, vol. 44, n. 5, 1922, pag. 320 — *The Engineer*, vol. 133, n. 3450, febbraio 1922, pag. 145 — *Eis und Kaelte Ind.*, vol. VI, n. 2, agosto 1913, pag. 29.

laminazione attraverso una luce ristretta. L'evaporatore è a sua volta costituito da un serpentino immerso nell'acqua corrente o nell'aria esterna all'ambiente riscaldato. L'evaporazione avviene a spese del calore fornito dalla sorgente fredda.

La spesa d'impianto di una simile installazione è certo superiore a quella di un comune calorifero a carbone. Da molti è stata calcolata, sia pure in linea di massima, per considerare il costo dell'unità di calore versata nell'ambiente gravata dell'aliquota di ammortamento e interessi del capitale impiegato, in rapporto a quello dell'unità di calore versata da un comune impianto a carbone.

Il fatto che una simile installazione può funzionare anche nei mesi estivi come refrigeratore dell'ambiente, mediante opportuna inversione della circolazione del fluido frigorifero, porta, con l'aumento di ore di esercizio che ne consegue, a una riduzione dell'aliquota accennata e potrebbe giustificare le maggiori spese di impianto in confronto a quelle del calorifero a carbone che per molti mesi rimane inoperoso (4).

Ugualmente, a ridurre la spesa di energia necessaria a riscaldare l'aria da inviare all'ambiente, si è pensato a ricuperare, in un preriscaldatore dell'aria fresca, il calore contenuto nell'aria viziata da sostituire. L'economia che si realizza non si può portare all'attivo del solo riscaldamento meccanico in quanto essa è possibile anche nelle altre forme di riscaldamento.

L'ostacolo veramente grave in simili impianti sta nella difficoltà della trasmissione di calore dalla sorgente fredda al fluido con cui si realizza il ciclo e da questo all'ambiente da riscaldare.

Il problema della trasmissione sorge come il più grave in tutte le applicazioni del riscaldamento meccanico come del resto in tutte le macchine termiche, motrici e operatrici, funzionanti fra limiti di temperature molto vicini.

La caduta di temperatura necessaria alla trasmissione attraverso pareti non può rendersi piccola che aumentando convenientemente la superficie della parete stessa o dotando i fluidi separati di adatto movimento. Questo secondo mezzo richiede, nel caso in esame, una complicazione dell'impianto e una spesa di energia a parte.

L'aumento delle superfici di trasmissione è limitato da ragioni di indole economica dovendosi ridurre al minimo le spese d'impianto.

D'altra parte, volendo adottare per il riscaldamento meccanico come macchina termica un frigorifero a compressione, non si può, per ragioni di sicurezza e di igiene, inviare i fluidi comunemente in uso, generalmente dannosi alla salute e sotto forte pressione, nei radiatori situati nell'ambiente abitato. Le trasmissioni di calore attraverso pareti in serie fra loro non sono allora mai meno di tre: dalla sorgente fredda al fluido, da questo a l'acqua di circolazione nei radiatori, dall'acqua all'ambiente.

Avendosi a disposizione come sorgente fredda dell'acqua in non grande quantità può convenire sfruttarne il calore di fusione congelandola; in questo caso, non potendola congelare direttamente sulle pareti dell'evaporatore per ovvie ragioni di riduzione di trasmissione termica, occorrerà ricorrere a un liquido incongelabile intermedio il che porta a una quarta trasmissione attraverso parete.

Considerando una caduta di 10 centigradi per ogni parete, in relazione agli scarsi coefficienti totali di trasmissione derivanti dalla natura e dal moto dei fluidi, le isoterme limitanti un ciclo ideale che supporremo percorso dal fluido, sarebbero distanziate di trenta o quaranta gradi in più di quelle delle due sorgenti. Praticamente circa il doppio di queste ultime. Il lusinghiero coefficiente di moltiplicazione termica che appariva a prima vista sarebbe ridotto a circa la metà e il costo dell'unità di calore al doppio.

Il grave inconveniente che si presenta nella trasmissione era del resto considerato dallo stesso Lord Kelvin (5). Nello schema da lui proposto troviamo che la trasmissione attraverso parete si riduce a una sola. Lo schema è quello della fig. 5.

L'aria esterna si espande in un cilindro motore M donde, dopo aver fornito lavoro esterno, viene scaricata a pressione e temperatura inferiore a quella iniziale in un serpentino S esposto alla stessa aria esterna. Quivi riassunta a spese del calore della stessa aria esterna, la temperatura iniziale, viene compressa in apposito cilindro C alla pressione atmosferica e scaricata alla temperatura che le compete da questa trasformazione adiabatica, direttamente nell'ambiente da riscaldare.

Lo schema per quanto semplicissimo presenta in pratica gravi inconvenienti quali lo scarso coefficiente di trasmissione totale aria-parete-parete-aria anche quando l'aria è dotata di rapido moto (per un impianto di 100.000 calorie/ora volendo usare come sorgente fredda dell'aria a 5° e abbandonarla a 0° occorrono circa 36 m³ di aria al secondo), la presenza di umidità nell'aria stessa che da una parte copre rapidamente il serpentino di uno strato di ghiaccio limitando la trasmissione, dall'altra deposita nel cilindro motore dell'acqua e del ghiaccio ostacolandone il funzionamento ed obbligando a ricorrere a speciali ripieghi. Oltre questi presenta tutti gli inconvenienti di un frigorifero a aria.

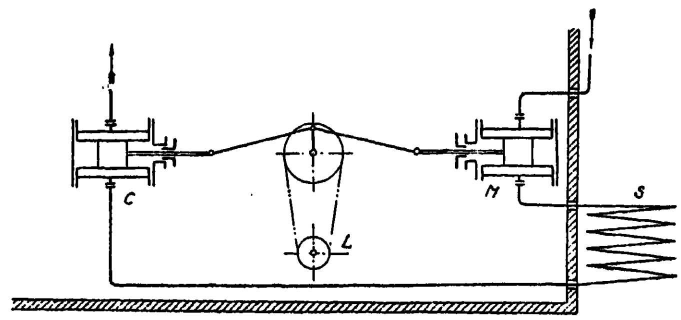


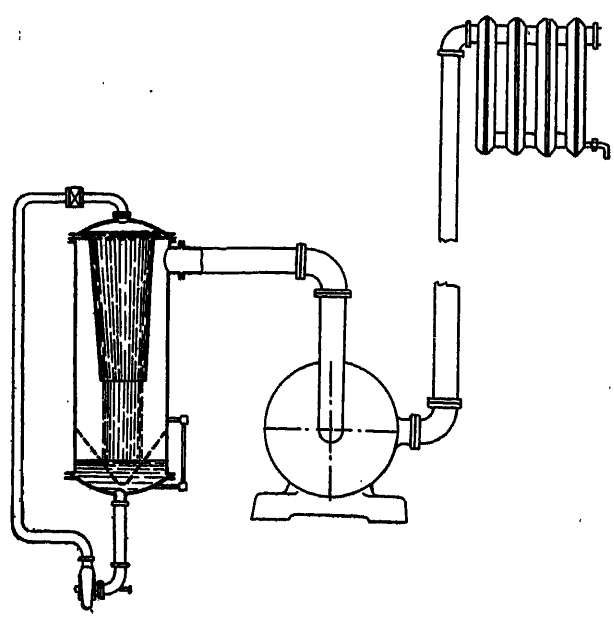
Fig. 5.

E' noto che mentre nei frigoriferi a compressione la trasformazione che lega l'isoterma superiore del ciclo ideale con quella inferiore è una isoentalpica, ottenuta semplicemente mediante laminazione del fluido attraverso una luce ristretta, senza che il rendimento del ciclo si discosti notevolmente da quello del ciclo di Carnot, nel caso dell'aria non è possibile ricorrere a questa semplice trasformazione in quanto, nelle condizioni considerate, per l'aria la trasformazione isoentalpica è anche isoterma. Si deve ricorrere alla trasformazione adiabatica con produzione di lavoro esterno in apposito motore. Ciò, se da una parte permette di ricuperare del lavoro, dall'altra porta una non lieve complicazione del sistema.

Adottando come fluido il vapor d'acqua è ancora possibile ottenere uno schema in cui le pareti di trasmissione si riducano a una col vantaggio di un miglior coefficiente di trasmissione.

Lo schema che proponiamo è il seguente: (fig. 6).

La sorgente fredda è costituita da acqua che vien portata alla congelazione. Un m³ di acqua di 15° può cedere fino a completa congelazione a 0° 94.240 calorie.


Fig. 6.

L'acqua fredda è fatta circolare sotto forma di pioggia sottile nell'evaporatore del tutto privo d'aria. Un turbocompressore ne aspira il vapore e lo invia alla pressione di 0,125 kg/cm² e surriscaldato a 77° nella tubazione che porta ai radiatori negli ambienti.

Ad evitare che l'aspirazione del turbocompressore possa trascinare goccioline di acqua allo stato vescicolare nelle giranti, l'evaporatore è provvisto, come del resto tutti gli evaporatori di frigoriferi a vapor d'acqua, di un cono che separa la colonna discendente di acqua da quella ascendente di vapore. La separazione viene anche migliorata da appositi apparecchi non disegnati in figura.

Supporremo la compressione divisa idealmente in 5 fasi con iniezione di acqua fra fase e fase in modo da riportare all'inizio di ciascuna fase il vapore allo stato saturo e secco. Il liquido, proveniente dalla condensazione nei radiatori, si suppone introdotto, in adeguata quantità, alle temperature di 10°, 20°, 30°, 40°. Il peso del fluido ini-

(4) Vedi: Prof. E. CARLEVARO: Il riscaldamento meccanico degli ambienti: *L'Industria*, vol. XLIV 1930, n. 13.

(5) Vedi nota precedente.

zialmente aspirato va gradatamente crescendo durante la compressione per le iniezioni di liquido refrigerante.

Per quanto l'acqua sia introdotta nell'evaporatore a 15° considereremo, per portarci nelle condizioni più sfavorevoli, nel calcolo la temperatura di regime a 0°, dato anche che la massima parte del calore è ceduta dall'acqua a questa temperatura. Raggiunta la temperatura di 0° incomincerà a formarsi del ghiaccio nell'evaporatore; questo sarà separato dalla parte liquida e, con apposito dispositivo, espulso. Si potrebbero usare anche due evaporatori funzionanti alternativamente e vuotare il primo mentre il secondo è in funzione.

Nel diagramma del ciclo dato in coordinate T. S. (6) (fig. 7) è segnato il contenuto di calore di un kg di vapore nei vari punti, il peso cui è pervenuto per le aggiunte di liquido un kg inizialmente aspirato e il contenuto di calore di questo peso di vapore.

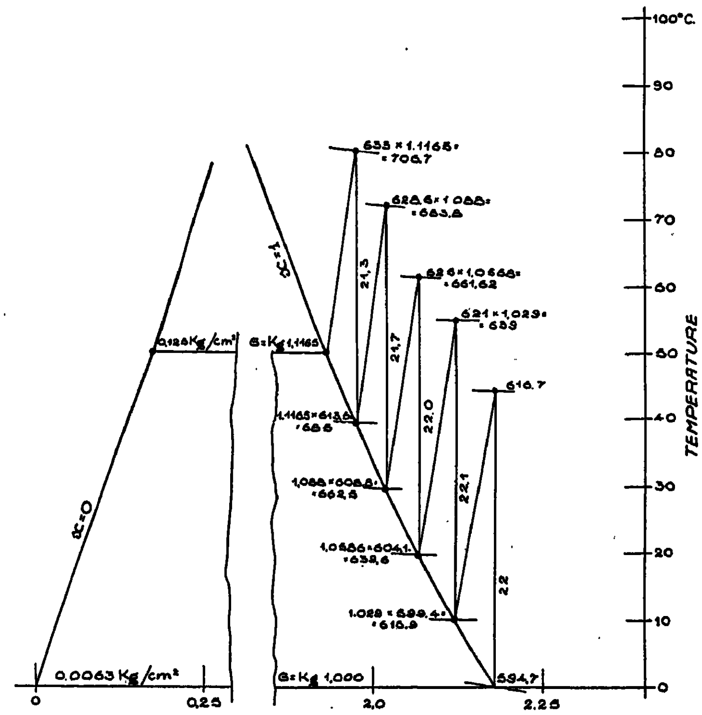


Fig. 7.

Lungo le adiabate sono segnate le differenze di contenuto termico degli estremi e pertanto l'equivalente del lavoro speso in ciascuna compressione.

Analizzando il ciclo sul diagramma si ottiene:

Pressione nell'evaporatore	kg/cm²	0,0063
» nel condensatore	» »	0,125
Rapporto di compressione		20,00
Volume specifico all'aspirazione	m³/kg	204,970
Titolo all'aspirazione		1,00
Temperatura alla fine della compressione		77° C.
Contenuto di calore alla fine compressione: (kg 1,1165)	Cal.	706,7
» » » all'inizio » : (kg 1,000)	»	594,7

Equivalente del lavoro di compressione:

1ª Fase	Cal.	22,00
2ª »	»	22,10
3ª »	»	22,00
4ª »	»	21,70
5ª »	»	21,30
	Totale AL =	109,10

Calore introdotto col liquido di raffreddamento	Cal.	2,9
» ceduto nella condensaz. a 50° (7) $Q_1 = 706{,}7 - 55{,}8$	»	650,9

Coefficiente di moltiplicazione termica:

$e_1 = Q_1 / AL = 650{,}9 / 109{,}1$		5,96
Id. derivante da un ciclo ideale di Carnot: 323/50		6,46
Effetto utile Cal/kWh = 5,96 × 864	Cal.	5.149,5
Id. supposto un rendimento meccanico = 0,8	»	4.119,6

(6) I vari diagrami in coordinate T. S. sono ricavati dagli abachi dell'Ostertag: opera citata.

(7) Si suppone non utilizzato il calore contenuto nel condensato; una piccola parte di questo viene utilizzato nelle iniezioni per raffreddamento intermedio.

Per un impianto capace di 100.000 calore/ora si avrebbe:

Portata del circuito all'aspirazione: 100.000/650,9	kg/ora	153,6
» » » in volume all'aspirazione	m³/sec	8,745
Potenza indicata: 100.000/4.119,6	kW	24,27
Acqua necessaria per ora (8)	m³	1,061

Limitando a 40° la temperatura di condensazione del vapore nei radiatori con relativo aumento della superficie di trasmissione si avrebbe:

Calore ceduto nella condensazione a 40°: $Q_1 = 683{,}8 - 44$ Cal. 638,8

Equivalente del lavoro di compressione:

$AL = 22 + 22{,}1 + 22 + 21{,}7 + 21{,}3$	»	87,8
Coefficiente di moltiplicazione termica $e_1 = 638{,}8 / 87{,}8$		7,33
Effetto utile: 864 × 7,33	Cal/kWh	6.333

Potenza indicata considerando un rendimento meccanico = 0,8:

$$\frac{100.000}{6.333 \times 0{,}8} = \text{kW } 19{,}73$$

ne deriva un risparmio di energia di circa il 20 %.

Tuttavia, quando la sostanza che riceve calore non debba mutare di stato fisico e pertanto debba essere semplicemente portata da una temperatura ad un'altra, conviene che il calore le venga ceduto a temperature gradualmente crescenti sotto forma di successivi preriscaldamenti.

Nel caso di riscaldamento di ambienti abitati, il necessario rinnovamento dell'aria, porta che l'aria fredda da introdursi nell'ambiente riceve calore dalla diretta condensazione del vapore alla temperatura del radiatore e pertanto sotto un notevole salto di temperatura che, se pure giova alla trasmissione attraverso la parete dei radiatori, è tutto a danno del coefficiente di moltiplicazione termica.

Il riscaldamento meccanico di ambienti abitati trova una soluzione più economica sostituendo al sistema dei radiatori quello del calorifero ad aria, servito da un impianto simile a quello ora descritto.

L'aria, presa all'esterno a temperatura ad es. —5° C riceverebbe il calore necessario a portarla intorno ai 45° sotto forma di successivi preriscaldamenti da adeguate quantità di vapore estratte dal turbocompressore fra fase e fase, a pressioni corrispondenti alla condensazione a 10°; 20°, 30°, 40°, 50°.

Invece di ricorrere alle iniezioni di liquido per i raffreddamenti intermedi fra fase e fase questi sarebbero effettuati dall'aria fredda stessa. Una volta portato fra fase e fase il vapore allo stato saturo e secco si estrarrebbe una parte di esso che, condensandosi in apposito serpentino, completerebbe il parziale preriscaldamento dell'aria.

Supposto di estrarre all'inizio di ciascuna fase, esclusa la prima, kg 0,200 di vapore per kg inizialmente aspirato, supposta una circolazione forzata di aria di kg 420 per kg di fluido all'aspirazione, dallo stesso diagramma della fig. 7 si ricava:

Temperatura dell'aria esterna —5° C;
» dell'evaporatore 0°;
» dell'ultima condensazione + 50°.

	Calore ceduto all'aria — Derivante da surriscaldam.	Da condensazione	Totale	Temp. dell'aria
Fra 1ª e 2ª fase:	17,7 × 1	+ 589,4 × 0,2	= 135,6 Cal.	+ 5,41° C.
» 2ª » 3ª » :	16,9 × 0,8	+ 584,1 × 0,2	= 130,3 »	+ 15,41° »
» 3ª » 4ª » :	16,2 × 0,6	+ 578,8 × 0,2	= 125,5 »	+ 25,05° »
» 4ª » 5ª » :	14,9 × 0,4	+ 573,5 × 0,2	= 120,7 »	+ 34,35° »
al termine 5ª fase: complessivo		583 × 0,2	= 116,6 »	+ 43,30° »
		Totale calore ceduto: Q_1	= 628,7 Cal.	

Equivalente del lavoro di compressione:

1ª fase	Cal.	22,0 × 1,00 = 22,00
2ª »	»	21,6 × 0,80 = 17,28
3ª »	»	20,9 × 0,60 = 12,54
4ª »	»	20,0 × 0,40 = 8,00
5ª »	»	19,5 × 0,20 = 3,90
	Totale AL =	63,72 Cal.

Coefficiente di moltiplicazione termica:

$$e_1 = Q_1 / AL = 628{,}7 / 63{,}72 = 9{,}86.$$

Effetto utile, supposto un rendimento del 0,8:

$$864 \times 9{,}86 \times 0{,}8 = 6.817 \text{ Calorie/kWh.}$$

Potenza indicata per un impianto di 100.000 Calorie/ora:

$$100.000 / 6.817 = \text{kW } 14{,}67.$$

(8) Si suppone rinviata nell'evaporatore l'acqua di condensazione a 15°

Oltre la forte riduzione della potenza richiesta si otterrebbe un impianto compatto, raccolto in un sol locale e le tubazioni a pressione inferiore a quella atmosferica richiederebbero poco sviluppo.

La superficie di trasmissione, data anche la forte velocità che si può imprimere all'aria in una circolazione forzata, non sarebbe eccessiva.

*

L'adozione del vapor d'acqua come fluido elastico, oltre al permettere la riduzione del numero delle trasmissioni attraverso parete, presenta altri vantaggi quali la convenienza del raffreddamento intermedio mediante iniezioni dello stesso liquido frigorifero, a nostra disposizione in qualsiasi quantità, la riduzione delle pressioni nel condensatore, la libertà di fare o meno tornare nel ciclo il liquido del condensatore oltre tutte le garanzie dal lato igienico.

Il forte volume specifico del vapor saturo e secco che troviamo all'aspirazione, se da una parte rende proibitivo l'uso di compressori a stantuffo, dall'altra è molto indicato per l'adozione del turbocompressore anche in impianti di modesta entità.

Il turbocompressore, nel caso del riscaldamento meccanico può considerarsi la macchina più adatta. Esso annulla praticamente le azioni di parete specialmente dannose nei casi di forti rapporti di compressione, permette, con la molteplicità delle fasi di compressione, una più libera scelta dei punti del ciclo ove effettuare i raffreddamenti intermedi o le estrazioni di vapore per preriscaldamenti, ecc. Buona parte del lavoro perduto nelle varie perdite meccaniche lo ritroviamo sotto forma di calore nel fluido compresso e pertanto utile al riscaldamento sia pure con coefficiente di moltiplicazione termica = 1.

I meravigliosi progressi fatti negli ultimi anni da queste macchine le portano a raggiungere forti rendimenti meccanici, che uniti alla semplicità di funzionamento le rendono particolarmente adatte allo scopo.

Se non che la pratica applicabilità di queste macchine è ristretta entro limiti dipendenti dalla portata volumetrica all'aspirazione.

Il limite inferiore dell'applicazione è fissato da una minima portata volumetrica al disotto della quale le perdite per frizione (9) volumetriche, ecc. diventano eccessive, quello superiore dalla portata compatibile col massimo diametro praticamente adottabile per le giranti.

Con rapporto di compressione 5 la portata minima si aggira intorno a $0,8^{-1}$ m³/sec. Per rapporti di compressione maggiori questi valori aumentano dovendosi tener conto della diminuzione del volume specifico del fluido nelle ultime giranti. La portata massima varia intorno ai 20-22 m³/sec.

Da quanto accennato ne deriva negli impianti frigoriferi o di riscaldamento meccanico serviti da turbocompressori una potenzialità minima e una massima dipendenti dall'effetto frigorifero per m³ aspirato del fluido agente, a sua volta funzione della temperatura dell'evaporatore.

Con temperatura nell'evaporatore di —10° la potenzialità minima per l'anidride solforosa è sulle 600.000 frigorie/ora, per l'ammoniaca su 1.300.000 frigorie/ora. La massima, rispettivamente, 15 e 40 milioni di frigorie/ora (10).

---

(9) Le perdite per frizione, espresse in percentuale di sovrapressione da svilupparsi nell'elemento del turbocompressore, sono date dalla nota relazione del Rateau: $N_f = \frac{0,23}{\mu \theta}$.

Dove:

$$\theta = \frac{4Q}{u D^2} \quad (1) \text{ è detto coefficiente di portata}$$

$$\mu = \frac{gH}{u^2 G} \quad (2) \text{ è detto coefficiente manometrico.}$$

Q = portata volumetrica della girante;
u = velocità periferica esterna della girante;
D = diametro esterno;
G = numero delle giranti in serie;
g = accelerazione di gravità;
H = pressione sviluppata nell'elemento misurata in colonna di fluido.

Fissato u da cui dipende H dalla $u = c\sqrt{2gH}$ (c = cost. = 0,9 $\sim$ 1) e μ che nei limiti della pratica applicazione varia da 0,6 a 0,4, ne deriva che per mantere le perdite per frizione entro limiti accettabili θ non deve discendere molto al di sotto di 0,05.

Dalla (1) si ricava che al discendere di Q dovrà diminuire D. Tale diminuzione comporta un aumento del numero di giri al 1' $n = \frac{60u}{\pi D}$ limitato a sua volta da ragioni costruttive, di calettamento, velocità critica dell'albero, ecc.

(10) Vedi al proposito « Brown Boveri Mitteilungen », ottobre 1927.

Per il vapor d'acqua, dato il forte volume specifico alle basse temperature, con la temperatura dell'evaporatore a 0° e con rapporto di compressione 20 se ne deducono come limiti minimo e massimo per una buona applicazione rispettivamente 50.000 e 150.000 calorie/ora, limiti che comprendono le potenzialità richieste pel riscaldamento meccanico centrale dei più diversi edifici.

*

Il terzo gruppo è caratterizzato dallo sfruttamento industriale del calore sottratto alla sorgente fredda (produzione di freddo per celle frigorifere, fabbriche di ghiaccio, ecc.) e del calore versato alla sorgente calda (produzione di vapore, acqua calda, ecc.).

Praticamente si richiede che la temperatura della sorgente fredda possa mantenersi intorno a 0° C —10° e quella della sorgente calda intorno ai 100°.

Ne deriva un notevole salto termico da superare con conseguente riduzione del coefficiente di moltiplicazione termica. Malgrado ciò, questo gruppo presenta molte probabilità di larghe applicazioni industriali specialmente ove si richieda contemporaneamente da una parte produzione di freddo e dall'altro riscaldamento.

Le industrie in queste condizioni sono tutt'altro che poche. Basta citare ad esempio la maggior parte delle industrie alimentari, dove da un lato si richiede del freddo per celle frigorifere per la conservazione delle derrate, dall'altro produzione di calore per cottura, sterilizzazione, ecc., gli stabilimenti di pasteurizzazione del latte, in cui lo stesso liquido deve essere portato a 70° circa e raffreddato a 3°-4°, l'industria della birra, i macelli moderni con celle frigorifere e vasche di scottatura, ecc., moltissime industrie chimiche. Potrebbero eventualmente abbinarsi industrie apparentemente lontane: così una fabbrica di ghiaccio sita in un centro popoloso potrebbe servire gratuitamente, con le acque provenienti dal condensatore a temperatura di 30°-35° uno stabilimento popolare di bagni con docce, piscine, ecc. Quest'ultimo esempio potrebbe realizzarsi facilmente, data la bassa temperatura della sorgente calda, senza quasi alcuna modifica negli impianti esistenti. Si noti che il caso dell'acqua proveniente dal raffreddamento del condensatore di un frigorifero è diverso da quello in cui l'acqua derivi dal raffreddamento di un condensatore di macchina a vapore: in questo il calore, sia pure come cascame, deriva dalla trasformazione di un'altra energia, nel primo proviene per la massima parte dall'ambiente stesso in cui ritorna.

Lasciando da parte le industrie dove la sorgente calda è a temperatura intorno ai 50°, che sono piuttosto poche del resto, considereremo quelle in cui si chiede una temperatura intorno ai 100°.

In queste la produzione del freddo richiede necessariamente la presenza di un frigorifero che deve dissipare, mediante costosa acqua di circolazione, il calore sottratto alla sorgente fredda in uno all'equivalente del lavoro speso, mentre contemporaneamente gruppi di caldaie consumano notevoli quantità di carbone per produrre acqua calda o vapore a scopo di riscaldamento, con una spesa di calore spesso perfettamente uguale a quello costosamente dissipato dal condensatore del frigorifero a temperatura di qualche decina di gradi al disotto.

Se distinguiamo l'impianto del frigorifero da quello di riscaldamento meccanico, data la imprescindibile necessità del primo, possiamo considerare il secondo funzionante in serie col primo la cui sorgente calda diventa sorgente fredda dell'altro.

Il salto di temperatura, che a prima vista sembrava proibitivo, si riduce allora, nei riguardi del riscaldamento meccanico, a quello fra il condensatore del frigorifero e la temperatura desiderata.

In una eventuale disamina dal punto di vista economico dovrebbero considerarsi a carico del riscaldamento meccanico per produzione di vapore o acqua calda la sola differenza di prezzo fra l'impianto completo e quello del frigorifero semplice. Questa differenza andrebbe a sua volta decurtata di tutte le spese necessarie alla captazione ed al sollevamento dell'acqua necessaria al condensatore del frigorifero che con l'abbinamento del secondo impianto diventano inutili, quelle necessarie all'impianto di gruppo di generatori di vapore che sarebbe occorso, ecc., ecc.

Se anche la differenza risultasse positiva, dato il gran numero di ore di esercizio su cui andrebbero ripartiti ammortamenti e interessi del capitale impiegato, il solo valore del coefficiente di moltiplicazione termica potrebbe stabilire, in base al costo del kWh e del kg di carbone, la convenienza o meno di adottare il riscaldamento meccanico.

All'allontanarsi delle isoterme estreme del ciclo ideale il compito che si richiede a una macchina frigorifera diventa sempre più arduo, specialmente se ad essa si richiedono contemporaneamente tutte le migliori qualità di un frigorifero e di una macchina per riscaldamento meccanico.

Volendo adoperare un frigorifero a compressione dei noti liquidi

volatili, anidride solforosa, ammoniaca, ecc., il salto di pressione da vincere fra l'evaporatore e il condensatore diventa notevole e il rapporto di compressione rende impossibile l'adozione di un compressore a una fase per la rapida diminuzione del rendimento volumetrico, le forti azioni di parete, ecc. Ne deriva la necessità di ricorrere a cicli multipli in cui la compressione e talvolta l'espansione avviene in più fasi tra le quali vanno intercalate ulteriori trasformazioni, in generale, raffreddamento del fluido compresso in refrigeranti intermedi mediante acqua di circolazione o con iniezione del liquido frigorifero nel vapore fra fase e fase.

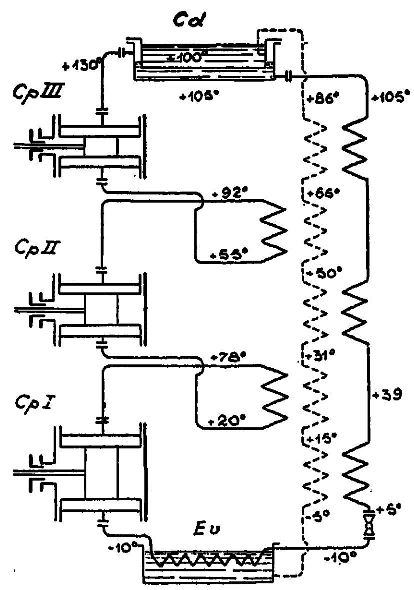


Fig. 8.

Le sottrazioni di calore intermedio, se giovano all'effetto frigorifero specifico del ciclo, permettendo di smaltire una parte del calore sottratto all'evaporatore a temperatura inferiore a quella del condensatore o anche impedendo al fluido di raggiungere nelle ultime fasi di compressione temperature notevolmente superiori all'isoterma di condensazione, con evidente risparmio di lavoro, sono dannose per quanto riguarda il coefficiente di moltiplicazione termica tutte le volte che a noi occorre portare il calore nella sorgente calda a temperatura superiore a quella cui furono operate le sottrazioni.

A questo proposito occorre distinguere il caso in cui si richiede il riscaldamento meccanico a scopo di produzione di acqua calda da quello in cui si richiede produzione di vapore.

Nel primo, l'acqua, presa a temperatura ordinaria, dovrà ricevere calore a temperature gradualmente crescenti e pertanto potrà assorbirne, sotto forma di successivi preriscaldamenti, fra le varie fasi di compressione e completare poi il suo riscaldamento col calore ceduto dal condensatore.

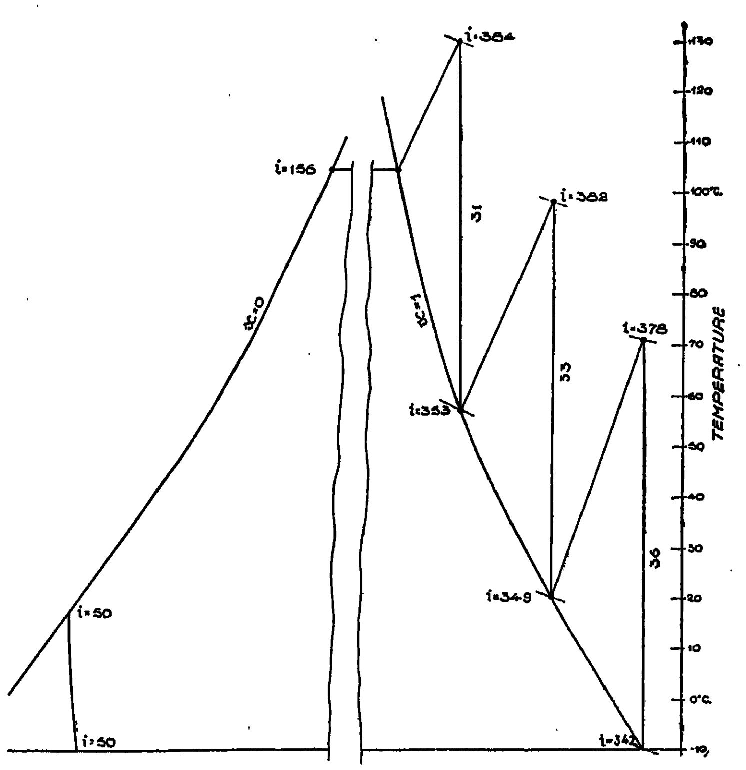


Fig. 9.

Nel caso di produzione di vapore invece occorre che la quasi totalità del calore venga versato alla temperatura competente il vapor saturo alla pressione desiderata. Del calore potrebbe essere assorbito nel preriscaldamento dell'acqua di alimentazione, però questo è ben poca cosa in rapporto al primo quando la pressione in cui vien richiesto il vapore è bassa (1-2 atmosfere assolute).

Per preriscaldare l'acqua, oltre il calore che si può sottrarre al vapore nei raffreddamenti intermedi si può utilizzare anche quello derivante dal raffreddamento del liquido condensato nel suo passaggio dal condensatore all'evaporatore.

Riassumiamo, a maggior chiarimento, un esempio di simile applicazione ([11]). La fig. 8 ne dà lo schema e la fig. 9 il diagramma in coordinate Temperature Entropie ([12]).

Si suppone di avere una soluzione da cristallizzare a freddo (— 5°) con successiva concentrazione dell'acqua madre per ebollizione a 100°.

Si considera l'impiego di una macchina a compressione di ammoniaca a tre fasi. La temperatura dell'evaporatore è stabilita in — 10° quella del condensatore in + 105°.

L'acqua madre proveniente dal cristallizzatore E_v prima di arrivare al concentratore $C\,d$ viene preriscaldata effettuando i raffreddamenti intermedi fra fase e fase e surraffreddando il liquido proveniente dal condensatore.

L'analisi del ciclo fatta sulla fig. 9; ci dà:

Effetto frigorifero $Q_2 = 342 - 50 = 292$ Cal.

Equivalente del lavoro di compressione:

1ª fase	378 — 342 =	Cal.	36
2ª »	382 — 349 =	»	33
3ª »	384 — 353 =	»	31
	Totale $A\,L$ =	Cal.	100

Calore sottratto nei raffreddamenti intermedi:

Fra 1ª e 2ª fase	378 — 359 =	Cal.	29
» 2ª » 3ª »	382 — 353 =	»	29

Calore sottratto nel condensatore:

	384 — 156 =	»	228

Calore sottratto nel surraffreddamento del liquido:

	156 — 50 =	»	106
Calore utilizzato nel riscaldamento		Cal.	392

Effetto frigorifero specifico $Q_2 / A\,L = 292 / 100 = 2{,}92$.

Per un impianto di 8000 frigorie ora occorrerebbero:

$8000 / 292 = 27{,}5$ kg di ammoniaca per ora.

Il calore utilizzato per il riscaldamento $27{,}5 \times 392 = 10.780$ Cal.

Dato che per il solo impianto di raffreddamento occorrerebbero HP 2,7 le 10.780 calorie sarebbero costate solo l'equivalente di 1,3 HPh.

Non abbiamo potuto avere dalla Casa costruttrice maggiori dettagli. Ignoriamo quindi la natura della soluzione e il grado di concentrazione che si richiede all'acqua madre. Supposto il calore specifico della soluzione e quello di evaporazione del solvente uguali a quelli dell'acqua si ricava che le 228 calorie versate al condensatore non potrebbero evaporare che il 23 % dell'acqua madre richiesta al cristallizzatore per operare il necessario raffreddamento del fluido e il surraffreddamento del liquido proveniente dal condensatore.

Prescindendo dagli scopi specialissimi per cui fu studiato lo schema accennato, in generale, una simile applicazione, pur rimanendo nel campo del riscaldamento meccanico potrebbe trovare una soluzione forse più economica effettuando la concentrazione dell'acqua madre con un apparecchio del primo gruppo, sempre che i vapori del solvente non avessero azione nociva sulle giranti del turbocompressore. Parte del preriscaldamento dell'acqua madre da concentrare si potrebbe effettuare con il calore ceduto dal condensatore di un frigorifero a una fase servente al cristallizzatore e il surraffreddamento del liquido proveniente da un condensatore si potrebbe ottenere a spese della soluzione che lascia il cristallizzatore.

Ciò porterebbe ad evitare le alte pressioni nel condensatore che nell'esempio accennato ($t_1 = 105°$ C) risultano di circa 67 kg/cm².

L'analisi del ciclo considerato ci mostra che, volendo mantenere in esso il regime secco in ogni fase, esso mal si adatterebbe sia alla produzione di acqua calda che a quella di vapore. Per questo il calore ceduto alla temperatura del condensatore sarebbe troppo esiguo per vaporizzare il liquido necessariamente preriscaldato nell'operare i raffreddamenti intermedi, per quello troppo abbondante a completare il riscaldamento del detto liquido.

Nella produzione di acqua calda ad uso industriale converrebbe evidentemente, supposta l'adozione di un compressore a tre fasi e per

([11]) Vedi: *L'Ingegnere,* vol. III, n. 1, pag. 24: Ing. ALBERTO STRADELLI: « Cicli frigoriferi multipli », gennaio 1929.

([12]) In questo diagramma si ammette per l'entalpia il valore zero per il liquido saturo a — 40° C.

fluido l'ammoniaca, fare sì che l'acqua da riscaldare ricevesse nell'operare i raffreddamenti fra fase e fase una quantità di calore tale che pervenendo al condensatore finale richiedesse, a completare il suo riscaldamento, tutto e solo il calore che può cedere il condensatore.

Non si può spingere a tale scopo la sottrazione di calore fra fase e fase oltre quella accennata nel precedente esempio, in quanto, avendo già considerato di riportare il vapore all'inizio di ciascuna fase allo stato saturo e secco, ogni maggiore sottrazione di calore nei raffreddamenti intermedi lo farebbe trovare più o meno umido; ciò porterebbe a una forte riduzione del rendimento volumetrico della macchina per le azioni di pareti, dello spazio nocivo, ecc., notevolmente aumentate dalla presenza di umidità nel vapore.

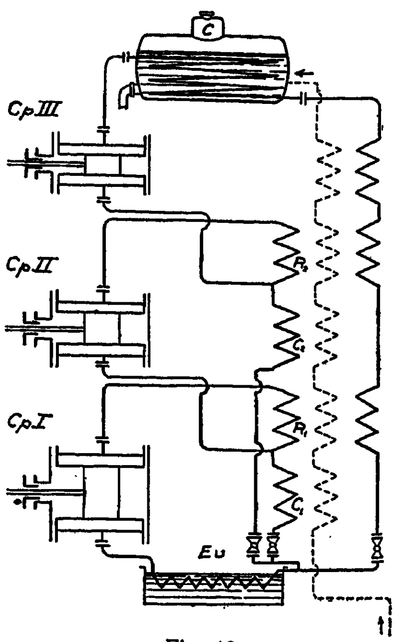


Fig. 10.

Ad evitare ciò si può ricorrere anche qui a successive estrazioni di fluido come appare dallo schema della fig. 10.

In esso come si vede l'acqua da riscaldare (percorrente la linea a tratti) opera attraverso il refrigerante R_1 il raffreddamento del fluido proveniente dalla *BP* fino a riportarlo allo stato saturo e secco; una volta in queste condizioni si estrae una adeguata quantità di vapore che si manda a condensare nel serpentino C_1 dove cede all'acqua un'ulteriore quantità di calore. Lo stesso si opera fra *MP* e *AP*. Proporzionando opportunamente le estrazioni di vapore e i vapori di compressione nelle varie fasi, si potrebbe ridurre notevolmente la quantità di calore richiesta al condensatore. Ad esso perverrebbe solo una parte del fluido inizialmente aspirato all'evaporatore e le superfici di trasmissioni resistenti alle alte pressioni sarebbero notevolmente ridotte.

Come nel caso del calorifero ad aria, anzi descritto, in queste condizioni la spesa di lavoro richiesta sarebbe molto minore.

Il caso della produzione di acqua calda è una delle più favorevoli applicazioni del riscaldamento meccanico specialmente quando il calore venga razionalmente ceduto all'acqua a temperature gradualmente crescenti. Nel campo industriale è più comune la richiesta di vapore a bassa pressione per mantenere ambienti a una temperatura costante intorno ai 100° C.

Per questa forma di riscaldamento occorre, come si è detto, che la quasi totalità del calore sia fornita all'acqua alla temperatura inerente al vapor saturo alla pressione che si desidera.

Ciò, oltre a ridurre il rendimento, complica non poco la scelta del ciclo più conveniente da adottare, in quanto, dato l'alto rapporto fra le pressioni estreme dei fluidi comunemente adoperati, il compressore a stantuffo scenderebbe a bassissimi rendimenti volumetrici, se non addirittura nulli, se si adottasse la compressione a una fase.

Adottando invece una compressione in più fasi il calore sottratto nei raffreddamenti intermedi è quasi del tutto in pura perdita in quanto non può essere ceduto per la vaporizzazione. Si potrebbe adoperare anche qui il raffreddamento con iniezione di liquido refrigerante derivato dal condensatore ma ciò riduce fortemente l'effetto frigorifero specifico con grave danno, dato il doppio scopo per cui viene adibita la macchina.

Un ciclo interessante, proposto dall'Altenkirch ([13]), schematicamente rappresentato nella fig. 11 permette di ottenere la compressione in più fasi senza derivare calore a temperature più basse di quella estrema e senza spesa di liquido per iniezione intermedia.

Il salto di pressione totale è diviso opportunamente in due o più salti serviti ciascuno da un compressore a una fase. Più semplicemente si può considerare come l'accoppiamento in serie di due macchine frigorifere funzionanti, la prima fra la sorgente inferiore e una intermedia, la seconda fra questa e la sorgente a temperatura superiore. La sorgente intermedia può essere di capacità limitata servendo solo come collegamento termico fra le due macchine, ricevendo calore dal condensatore della prima macchina e fornendolo all'evaporatore della seconda.

([13]) Vedi: Z. des Kalteind. 1921, pag. 96, oppure P. OSTERTAG: Les cycles frigorifiques: trad. francese, pag. 73.

E' ben vero che si introduce una trasformazione irreversibile per la caduta di temperatura necessaria al passaggio del calore fra il condensatore e l'evaporatore intermedio, ma all'incontro si permette l'adozione di una serie di cicli semplici, serviti da compressori a una fase.

Un altro vantaggio del sistema sta nel fatto che il fluido elastico percorrente ciascun ciclo è indipendente da quello percorrente l'altro. Ciò permette di usare fluidi di diversa natura nei diversi cicli. E' noto che la scelta dei fluidi da adoperare nei frigoriferi a compressione dipende dagli estremi delle temperature del ciclo stesso. In genere sono preferibili quei fluidi la cui tensione di vapor saturo sia piuttosto forte a bassa temperatura con volumi specifici ridotti e forte calore di vaporizzazione alle temperature considerate. Questi però a temperature elevate hanno pressioni molto notevoli.

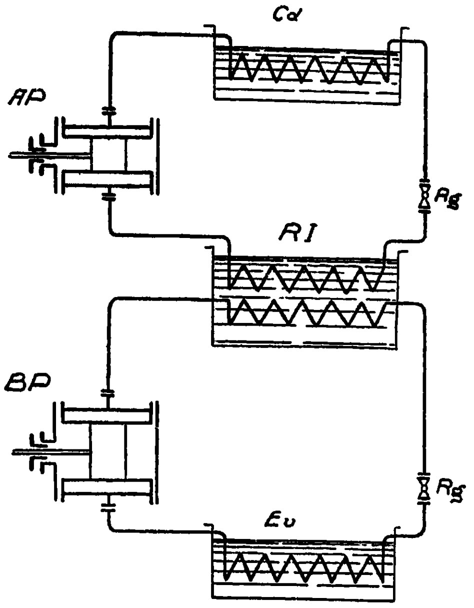


Fig. 11.

Nel dispositivo dell'Altenkirch si possono scegliere fluidi, come ad esempio ammoniaca per la bassa pressione e anidride solforosa per l'alta, presentanti buone caratteristiche negli intervalli di temperatura a ciascuno assegnati.

Si ottengono così cicli binari con fluidi diversi analoghi a quelli anticamente e recentemente adoperati nelle macchine a vapore (acqua-anidride solforosa, mercurio-acqua).

La scelta dei diversi fluidi va fatta tenendo conto anche dell'affinità chimica delle sostanze adoperate per evitare composti dannosi o corrosivi in eventuali mescolanze dovute a fughe.

In una applicazione fra temperature — 10° e + 100° C a nostro parere il miglior ciclo binario sarebbe quello servito da ammoniaca e acqua. Il salto totale di temperatura si può dividere in due parti disuguali, come ad es., — 10° + 30 e + 25 + 100°, mantenendo una differenza di 5° (30° — 25°) fra il condensatore del primo salto e l'evaporatore del secondo per la trasmissione.

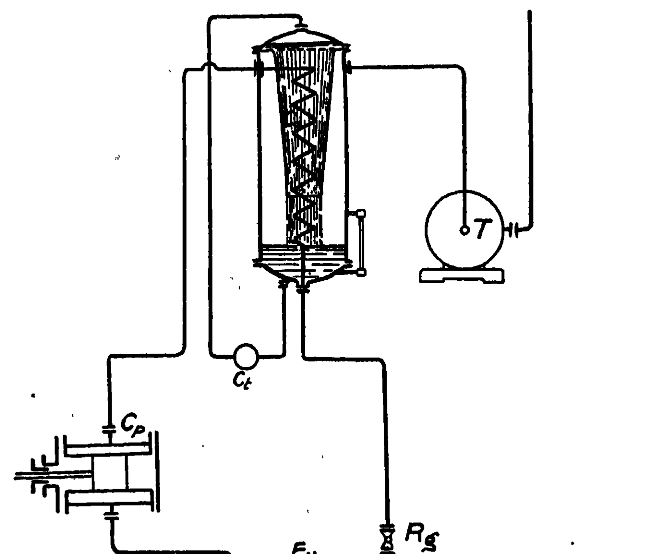


Fig. 12.

Il primo salto sarebbe servito da un compressore a una fase per ammoniaca e il secondo da un turbocompressore per vapor d'acqua.

Quest'ultimo permetterebbe la produzione del vapor d'acqua direttamente con l'eliminazione di una parete di trasmissione. La trasmissione nello scambio intermedio sarebbe agevolata, data la natura e lo stato fisico dei fluidi, limitandosi anche qui a una la parete di trasmissione; le pressioni in tutto il circuito sarebbero ridotte, permettendo un compressore a una fase per l'ammoniaca. Infine sarebbe adattabile a

tutti gli impianti del tipo esistente eliminando la spesa dell'acqua di circolazione pel condensatore del frigorifero.

La compressione del vapor d'acqua si otterrebbe in più fasi come per l'esempio precedente e con iniezione di liquido fra le fasi, liquido

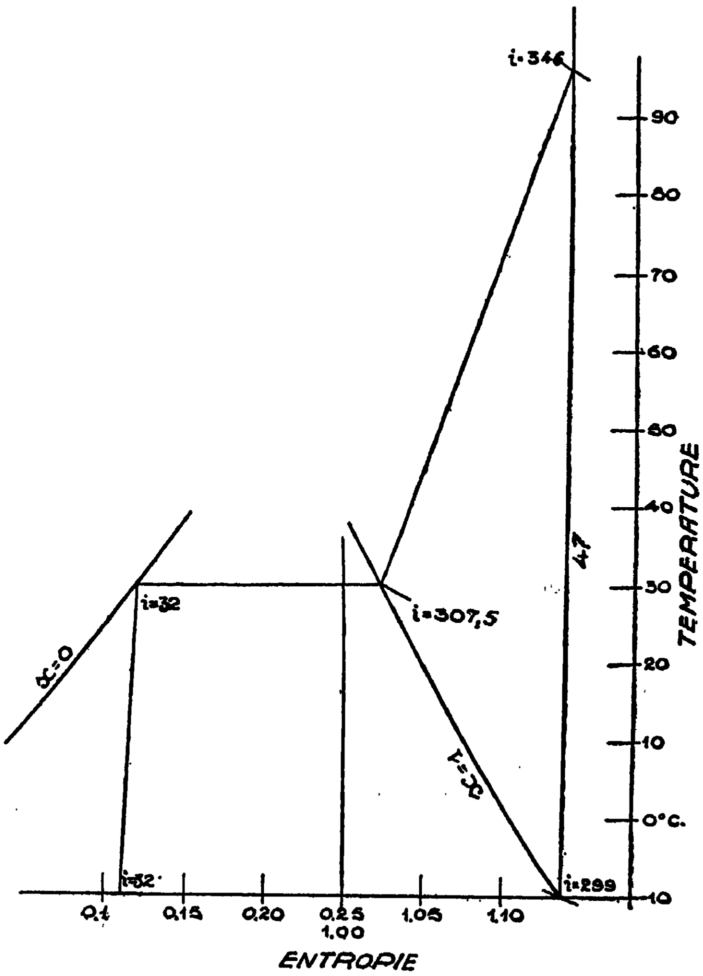


Fig. 13.

che, essendo a nostra disposizione in quantità illimitate, non andrebbe detratto all'evaporatore.

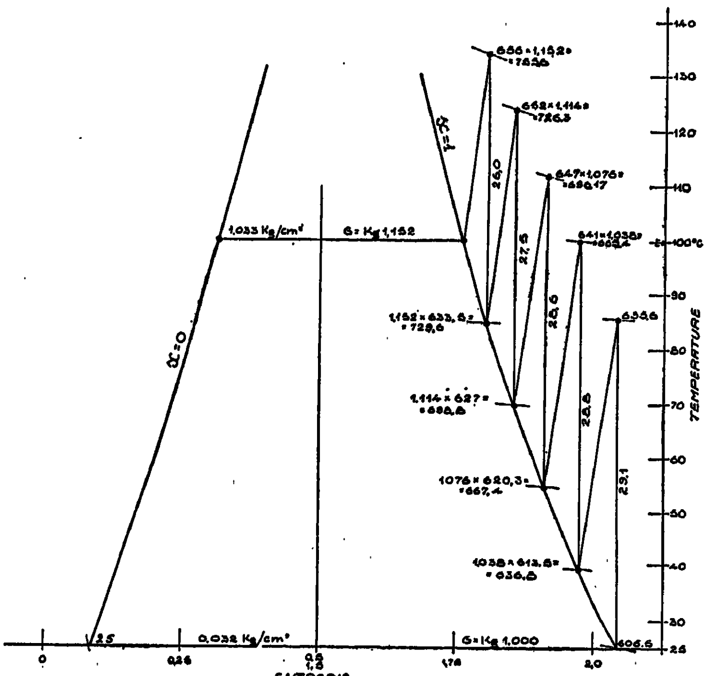


Fig. 14.

La fig. 12 dà uno schema dell'impianto, le figg. 13 e 14 i diagrammi rispettivamente del ciclo ad ammoniaca e di quello a vapor d'acqua.

Il condensatore del ciclo ad ammoniaca andrebbe disposto nell'evaporatore a pioggia del ciclo a vapor d'acqua del tutto simile a quello descritto nel secondo gruppo.

Il turbocompressore T aspirando il vapor d'acqua a + 25° C lo porterebbe direttamente alla temperatura e pressione desiderata.

Il numero delle pareti di trasmissione sarebbe ridotto da 4 dello schema dell'Altenkirch a due: E_v, C_d.

Dal diagramma del ciclo si ricava: Ciclo ad ammoniaca (fig. 13). Compressione a una fase: Regime secco: $t_2 = -10°$ $t_1' = +30°$.

Calore sottratto nell'evaporatore:

$$Q_2 = 299 - 33 = 266 \text{ Cal/kg.}$$

Equivalente del lavoro di compressione:

$$A\,L' = 346 - 299 = 47 \text{ Cal/kg.}$$

Calore versato al condensatore:

$$Q_1' = 346 - 33 = 313 \text{ Cal/kg.}$$

Ciclo a vapor d'acqua: (fig. 14).

Turbocompressore: regime secco: raffreddamento per iniezione di liquido fra fase e fase: $t_2'' = +25°$ $t_1 = +100°$.

Effetto frigorifero per kg d'acqua, per evaporazione a + 25°:

$$Q' = 606{,}5 - 25 = 580{,}5 \text{ Cal/kg.}$$

Kg d'acqua per kg di ammoniaca nei rispettivi cicli:

$$Q_1' / Q_2'' = 313 / 580{,}5 = 0{,}540.$$

Liquido necessario ai raffreddamenti intermedi: per kg d'acqua all'aspirazione del turbocompressore: kg 0,152:

Calorie introdotte col liquido di raffreddamento: 10,6.
Calorie disponibili nella condensazione a 100°:

$$Q_1 = (755{,}6 - 100{,}5) \times 0{,}540 = 353{,}7 \ (^{14}).$$

Equivalente del lavoro di compressione pel turbo compressore:

$$A\,L = (29{,}1 + 28{,}8 + 28{,}6 + 27{,}5 + 26) \times 0{,}540 = 75{,}6.$$

Coefficiente di moltiplicazione termica pel solo ciclo a vapor d'acqua:

$$\epsilon_1'' = 353{,}7 / 75{,}6 = 4{,}692.$$

Effetto utile per kWh (supposto un rendimento di 0,8):

$$864 \times 4{,}692 \times 0{,}8 = 3.243 \text{ Cal/kWh.}$$

Per il ciclo binario considerato nell'insieme:

$Q_2 = 266$;
$A\,L = A\,L' + A\,L'' = 47 + 75{,}6 = 122{,}6$;
$Q_1 = 353{,}7$;
$\epsilon = Q_2 / A\,L = 266 / 122{,}6 = 2{,}16$;
$\epsilon_1 = Q_1 / A\,L = 353{,}7 / 122{,}6 = 2{,}88$;

per un ciclo di Carnot fra gli stessi estremi di temperatura risulterebbe:

$$\epsilon = 263 / 110 = 2{,}38$$

$$\epsilon_1 = 373 / 110 = 3{,}38.$$

Per quanto riguarda il ciclo a vapor d'acqua e i limiti di applicabilità del turbocompressore va notato:

Temperatura nell'evaporatore a pioggia . . .	+ 25° C
Pressione nell'evaporatore	P_2 = kg/cm² 0,0320
Volume specifico all'aspirazione	m³/kg 43.667
Temperatura del vapore alla fine dell'ultima compressione	+ 137° C
Pressione id. id.	P_1 = kg/cm² 1,033
Rapporto di compressione	$K = P_1/P_2$ = 32,5

La riduzione del volume specifico del vapore all'aspirazione e l'aumentato rapporto di compressione spostano evidentemente i limiti di applicabilità del turbocompressore verso valori più elevati di quelli anzi accennati. Ciò d'altra parte è lungi dal rappresentare un inconveniente in quanto per impianti industriali di importanza non eccezionale le potenzialità richieste comunemente variano fra le 300.000 e 1.000.000 di frigorie/ora, che approssimativamente possono essere considerati come i limiti di applicabilità del turbocompressore per vapor d'acqua per temperatura di evaporazione intorno ai 25° e rapporto di compressione intorno a 30.

L'aumentato valore del rapporto di compressione non porta che

(14) Il calore introdotto nel ciclo con le iniezioni di liquido a + 40°, + 55°, + 70°, + 85°, è derivato dal liquido del condensatore.
Si trascura la quantità di calore ancora ricavabile dall'acqua di condensazione a 100° come non utile allo scopo prefisso.

un lieve aumento del numero delle giranti in serie del turbocompressore stesso [15].

Dallo schema accennato appare la facilità di abbinamento del riscaldamento meccanico a impianti frigoriferi già esistenti.

*

Il problema del riscaldamento meccanico si rivela da quanto abbiamo accennato più complesso di quanto a prima vista non appare. Gli allettanti valori del coefficiente di moltiplicazione termica derivanti dalla sola considerazione delle temperature delle due sorgenti possono essere fortemente ridotti in pratica annullando ogni convenienza economica se non si tien conto di elementi importantissimi dai quali, con accurato studio, si possono ottenere dei coefficienti effettivi anche superiori a quelli che a prima vista si sarebbero creduti.

La temperatura alla quale il calore vien ceduto alla sostanza da riscaldare ha un peso accezionale in sede di studio e di progetto di simili impianti, ben diverso da quello che avrebbe quando il calore provenisse da sola trasformazione di energia, in quanto la trasformazione è indipendente dalla temperatura in cui avviene.

L'economia anche di un grado nella trasmissione può avere importanza notevole. Ciò richiede un accurato studio per ridurre al minimo il numero delle trasmissioni attraverso pareti e, per quelle assolutamente necessarie, occorre trovare modo che il coefficiente totale di trasmissione sia portato al più alto valore possibile con l'opportuna scelta della natura dei fluidi, del loro stato fisico e del moto che si può loro impartire.

Gli impianti vanno studiati singolarmente o per lo meno in gruppi a seconda dello scopo cui son diretti, della sostanza da riscaldare e delle temperature estreme.

Le caratteristiche di ogni gruppo possono portare a soluzioni essenzialmente diverse e per ciclo da adottare e per sistema di trasmissione e per scelta di sorgente fredda o sistema di compressione.

Sulla convenienza economica del riscaldamento meccanico non è possibile, in queste brevi note, entrare in merito: essa dipende in linea di massima dal costo del kWh e da quello del kg di carbone sul posto di utilizzazione, talchè anche la distanza da un porto di mare o da uno scalo ferroviario può influire, dalla presenza o vicinanza della sorgente fredda, dal costo dell'impianto e per questo in massima parte da quello del turbocompressore.

Il meraviglioso sviluppo della tecnica dei turbocompressori e gli elevati rendimenti meccanici raggiunti da queste macchine avvicinano la soluzione del problema del riscaldamento meccanico, il cui sviluppo potrebbe a sua volta influire sul prezzo delle macchine stesse.

Dal punto di vista fisico noi trasformiamo dell'energia in calore con ciclo ideale reversibile, ben diversamente da quanto operiamo in qualsiasi altro sistema di riscaldamento.

Nei riguardi del risparmio di combustibile che da una razionale diffusione del riscaldamento meccanico potrebbe derivare, va notato che, anche adoperando energia elettrica proveniente da centrali termiche, la quantità di calore versata nell'ambiente caldo da un kWh è generalmente superiore a quella che lo stesso kWh è costato in centrale. Quando poi l'energia adoperata provenga da centrali idroelettriche nessun altro mezzo, meglio che il riscaldamento meccanico, permette di avere a disposizione alle temperature desiderate, una quantità maggiore di calore a sole spese delle fonti perenni che la natura ci ha fornite.

Napoli, novembre 1930 - IX.

Dal Gabinetto di Macchine termiche della R. Scuola d'Ingegneria.

[15] Se per tutti gli elementi in serie del turbocompressore il rapporto di compressione ρ rimanesse costante il numero G degli elementi in serie sarebbe:

$$\rho^G = K$$

e per $\rho = 1,3$

per $K = 20$ $G = 12$ circa per $K = 32,5$ $G = 14$ circa

tenendo conto delle perdite per frizione.

L'UNITA' DI MASSA NEL SISTEMA PRATICO

F. CORREGGIARI

Scopo dell'articolo è di ricordare che all'unità pratica di massa deve essere attribuito il valore di 9,81 volte quello del campione di Sèvres e di formulare la proposta che a questa unità si dia il nome di Gal, in omaggio al nostro fisico Galileo.

Vengono infine esposte alcune considerazioni relative alla presenza del fattore g *nelle formole della dinamica.*

Premessa.

Se si esamina un certo numero di opere di fisica (trattati generali e speciali, manuali, ecc.), si ha l'opportunità di rilevare che l'unità in questione viene da alcuni assunta uguale alla massa del « Campione [1]», da altri invece uguale a quella di circa 9,81 « Campioni ».

Non c'è contraddizione: si tratta semplicemente, dopo aver scelto l'unità, di saperla adoperare in modo corretto, introducendo eventualmente nelle formole dei coefficienti (senza dimensioni) che ne rendano possibile l'applicazione ai casi numerici pratici.

Naturalmente, sia perchè risultano più facili da ricordare, sia per il minor numero di operazioni che richiedono nelle applicazioni numeriche, vengono preferite le formule nelle quali il coefficiente è uguale all'unità: è questa la regola costante che ha guidato nella scelta di tutti i sistemi razionali di unità di misura e che è spontaneo applicare anche nel caso in questione per giudicare quale sia l'unità preferibile.

Il valore dell'unitá pratica di massa.

Nel caso che ci interessa la formola da esaminare è la:

$$F = m\,a \qquad (1)$$

che, se si vuole utilizzarla come sta, senza introduzione di coefficienti numerici, richiede l'adozione di unità di misura che rendano soddisfatta la seguente relazione:

$$1 \text{ unità di forza} = 1 \text{ unità di massa} \times 1 \text{ unità di accelerazione} \qquad (2)$$

Nel sistema pratico l'unità di forza (kg-peso) è, per definizione, il peso del « Campione», cioè la forza che su di esso agisce per effetto della gravità alla superficie della Terra (circa 9,81 m/sec^2): l'unità di accelerazione, derivata dalle fondamentali metro e secondo, è il m/sec^2.

La (2) può quindi scriversi così:

$$1 \text{ kg peso} = 1 \text{ unità di massa} \times 1 \text{ m/sec}^2 \qquad (3)$$

D'altra parte, per la definizione stessa del kg peso, risulta:

$$1 \text{ kg peso} = \text{massa del « Campione »} \times 9{,}81 \text{ m/sec}^2 \qquad (4)$$

da cui, per semplice proporzionalità:

$$\frac{1}{9{,}81} \text{ kg peso} = \text{massa del « Campione »} \times 1 \text{ m/sec}^2$$

(cioè: per imprimere alla massa del « Campione » l'accelerazione unitaria occorre una forza di $\frac{1}{9{,}81}$ kg) e ancora:

$$1 \text{ kg peso} = \text{massa di } 9{,}81 \text{ « Campioni »} \times 1 \text{ m/sec}^2$$

(cioè: la forza di 1 kg imprime l'accelerazione unitaria alla massa di 9,81 « Campioni »).

Quest'ultima, confrontata con la (3), dà immediatamente:

$$1 \text{ unità di massa} = \text{massa di } 9{,}81 \text{ « Campioni »}$$

che rappresenta la conclusione a cui si mirava.

Credo tuttavia conveniente giungervi anche per altra via, meno immediata, ma che, attraverso la considerazione delle unità *C G S*, risponde al procedimento consueto, e dà una visione più completa delle grandezze che ci interessano.

Le unitá di misura nei sistemi C G S e pratico: loro rapporti.

La seguente tabella raccoglie gli elementi relativi alle principali grandezze della dinamica:

[1] Con questa denominazione indicherò d'ora innanzi il prototipo di platino-iridio depositato a Sèvres.

Grandezza	Simbolo	Equaz. di dimens. (base LMT)	Unità CGS	Unità derivata dalla CGS	Equaz. di dimens. (base LFT)	Unità pratica	Rapporto u. p. / u. CGS	Rapporto u. p. / u. derivata
Lunghezza	l	L	*cm*	—	L	*m*	10^2	—
Massa	m	M	*gr* (¹)	—	$L^{-1}FT^2$	—	9.81×10^3	—
Tempo...........	t	T	*sec*	—	T	*sec*	1	—
Velocità	v	LT^{-1}	cm/sec	—	LT^{-1}	m/sec	10^2	—
Accelerazione	a	LT^{-2}	cm/sec²	—	LT^{-2}	m/sec²	10^2	—
Forza............	F	LMT^{-2}	dina	—	F	*kg*	9.81×10^5	—
Lavoro ed energia	W	L^2MT^{-2}	erg	joule = 10^7 erg	LF	kgm	9.81×10^7	9.81
Potenza..........	P	L^2MT^{-3}	erg/sec	watt = 10^7 erg/sec	LFT^{-1}	kgm/sec	9.81×10^7	9.81

(¹) uguale a 1/1000 della massa del « Campione ».

Il processo logico di formazione della tabella è il seguente: scritti i nomi delle grandezze, i relativi simboli, le equazioni di dimensione e le unità di misura nel sistema *C G S* (di cui le tre unità fondamentali sono in corsivo) si scrivono le tre unità fondamentali del sistema pratico (pure in corsivo nella tabella): è opportuno ricordare che mentre le unità fondamentali *C G S* sono quelle di lunghezza, *massa,* tempo, nel sistema pratico si sono adottate come fondamentali quelle di lunghezza, *forza,* tempo.

Si possono subito scrivere nella penultima colonna alcuni dei rapporti fra le unità del sistema pratico e quelli *C G S,* e precisamente quelli relativi alle grandezze fondamentali comuni ai due sistemi, lunghezza, tempo, ed a quelli, fra le grandezze derivate, che dipendono solo dalle due citate, e cioè velocità ed accelerazione.

Il procedimento da seguire è il seguente (ad es. per la lunghezza):

$$1 \text{ u. p.} = 1 \text{ m} = 10^2 \text{ cm}$$
$$1 \text{ u. } CGS = 1 \text{ cm}$$

da cui, facendo il rapporto:

$$\frac{1 \text{ u. p.}}{1 \text{ u. } CGS} = 10^2$$

Analogamente per le altre.

Per avere gli altri rapporti, la relazione necessaria ci è fornita dalla definizione dell'unità pratica di forza (4) che qui trascrivo, mettendo in evidenza al secondo membro le unità *C G S*:

$$1 \text{ kg (u. p. di forza)} = 10^3 \text{ gr (u. } CGS \text{ di massa)} \times 981 \text{ cm/sec}^2$$

La (2), introducendo le unità del sistema *C G S,* dà:

$$1 \text{ dina} = 1 \text{ gr} \times 1 \text{ cm/sec}^2$$

da cui il rapporto cercato:

$$\frac{1 \text{ u. p.}}{1 \text{ u. } CGS} = \frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ dina}} = 9{,}81 \times 10^5$$

Si deve ora dedurre il rapporto fra le unità di massa: è sempre la (2) che serve, scritta con le unità dell'uno e dell'altro sistema:

$$1 \text{ u. p. di massa} = \frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ m/sec}^2} = \frac{9{,}81 \times 10^5 \text{ dine}}{10^2 \text{ cm/sec}^2}$$

$$1 \text{ u. } CGS \text{ di massa} = 1 \text{ gr} = \frac{1 \text{ dina}}{1 \text{ cm/sec}^2}$$

da cui:

$$\frac{1 \text{ u. p.}}{1 \text{ u. } CGS} = \frac{1 \text{ u. p.}}{1 \text{ gr}} = 9{,}81 \times 10^3$$

A questo punto può essere utile ricordare un procedimento, altrettanto rigoroso e di uso generale, ma più spedito, per dedurre i rapporti fra le unità di una determinata grandezza, quando si conoscano quelli fra le unità di altre grandezze, in funzione delle quali essa sia esprimibile; la regola è la seguente: eseguire sui rapporti numerici fra le unità la stessa operazione che definisce la grandezza cercata in funzione delle date.

Ad esempio nel caso delle masse, noti i rapporti fra le unità di forza ($9{,}81 \times 10^5$) e di accelerazione (10^2), e ricordando la relazione fra le grandezze $m = \frac{F}{a}$ si deduce immediatamente il rapporto fra le unità di massa $\frac{9{,}81 \times 10^5}{10^2} = 9{,}81 \times 10^3$

Con analogo procedimento si deducono i rapporti relativi alle unità di energia e di potenza.

Il « Campione » come unitá pratica di massa e conseguenze relative.

Si è dunque visto che, fissate le unità delle grandezze fondamentali, se si vuole che nelle equazioni della dinamica non appaiano coefficienti numerici, è necessario adottare per l'unità pratica di massa il valore di $9{,}81 \times 10^3$ unità *C G S,* cioè di 9,81 volte la massa del « Campione ».

Si constata invece che un buon numero di trattati e di manuali dà come unità pratica di massa la massa di un « Campione » e come unità di forza il suo peso: ciò risulta:

1) sia per diretta enunciazione (vedi Bouasse - Dinamica, pagina 40; manuale Hospitalier, ediz. 1921, tabella a pag. 182);

2) sia dal valore del rapporto fra l'unità pratica e l'unità *C G S,* che viene indicato nel valore 10^3 (v. Jervis - Le correnti alternate industriali, tabella a pag. 35; Polettini - Compendio di misure elettriche, tabella a pag. 15);

3) sia dall'asserzione che, nel sistema pratico, l'unità di forza (1 kg), applicata all'unità di massa (1 kg), le imprime l'accelerazione di gravità (9,81 m/sec²): (vedi Bouasse, ivi; Rebora - Il calcolo delle macchine elettriche, pag. 18).

Ne segue che non è più verificata la (2), ma che si ha invece:

$$1 \text{ unità di forza} = 1 \text{ unità di massa} \times 9{,}81 \text{ unità di accelerazione}$$

e che di conseguenza, con questa scelta di unità di misura, si dovrebbe scrivere:

$$F = \frac{m\,a}{9{,}81}$$

nella quale scrivo 9,81 e non *g* perchè sia ben chiaro che si tratta di un coefficiente numerico senza dimensioni.

In modo analogo procede il Bouasse, il quale scrive però *g* al posto di 9,81, e dà ad *m* le dimensioni di una forza, per quanto nel testo la chiami a volte massa ed a volte peso.

Il « Gal » come unitá pratica di massa.

Ritenuto ormai pacifico che convenga attribuire alla unità razionale di massa nel sistema pratico il valore di 9,81 volte la massa del « Campione » (³) resta da esaminare l'opportunità di attribuirle un nome che ne faciliti l'adozione e l'uso: alcuni (manuale Hospitalier, ediz. 1921, pag. 174; Murani - Fisica, vol. I, pag. 224) la richiamano correttamente senza per altro darle un nome particolare; da altri essa viene chiamata *unità pratica di massa,* o, quando non vi sia pericolo di ambiguità, semplicemente *unità pratica*; nel Süchting (Aufgaben aus der Maschinenkunde und Electrotechnik) è chiamata *technische Masseneinheit;* nel manuale Hütte (seconda edizione Hoepli, vol. I, pag. 193) le è attribuito un nome che deriva dalla sua equazione di dimensione in funzione delle grandezze fondamentali: lunghezza, forza, tempo (v. tabella, colonna 6ª); cioè *kg sec² per m.*

Una qualunque di queste denominazioni potrebbe bastare allo scopo quando fosse sufficientemente diffusa la nozione del valore dell'unità in questione: purtroppo la consuetudine, sanzionata dalla maggioranza delle tabelle di equivalenza esistenti, è di considerare come unità pratica la massa del « Campione »: il compito di diffondere la nozione corretta spetta essenzialmente agli insegnanti di fisica e materie affini: io ritengo che tale compito risulterebbe notevol-

(³) L'imprecisione derivante dalla variabilità della cifra 9,81 con la latitudine è già stata oggetto di discussione e non è qui il caso di occuparsene perchè essa influisce anzitutto sulla unità pratica di forza (fondamentale) e solo come necessaria conseguenza sulle unità derivate, fra cui la massa.

mente facilitato se all'unità fosse legato un nome, non generico ed inconfondibile.

I primi due nomi sopra citati mi sembrano troppo generici: quello riportato nella Hütte, teoricamente corretto, come lo è ad es. il cm/sec per le velocità, non è pratico data la complicazione della sua struttura. Neppure sarebbe accettabile il nome di chilogrammo-massa, che è quasi universalmente attribuito alla massa del «Campione» (razionale nel sistema *C G S*, ibrida nel sistema pratico), e che sarebbe fonte di grande confusione se usata, come mi sembra da alcuni venga fatto (vedi Rebora, ivi, dove scrive:

$$\text{Massa (in kg)} = \frac{\text{Peso (in kg)}}{9{,}81})$$

per l'unità razionale: massa di 9,81 «Campioni».

Riterrei infine che la scelta del nome di qualche grande fisico, in analogia a quanto è stato fatto per numerose altre unità, risolverebbe il problema in modo soddisfacente: la scelta potrebbe cadere su Galileo, data l'indiscussa priorità della sua opera nel campo della fisica sperimentale, ed in particolare della dinamica: l'unità potrebbe dunque essere chiamata:

«**Gal**».

La relazione di equivalenza col sistema *C G S* diventa:

$$1 \text{ Gal} = 9{,}81 \times 10^3 \text{ grammi.}$$

Nel sistema pratico si avrebbero, ad esempio, i seguenti enunciati: per imprimere alla massa di un Gal l'accelerazione di un m/sec² è necessaria la forza di un kg; ancora: un Gal, sotto l'azione della gravità, manifesta un peso di 9,81 kg; ecc., ecc.

Dall'ultimo enunciato risulta:

$$\text{Massa (in Gal)} = \frac{\text{Peso (in kg)}}{9{,}81}$$

(confrontarla con quella del Rebora, sopra citata).

Osservazione sull'unitá pratica di forza.

Potrebbe essere preferita l'attribuzione del nome Gal alla quantità 9,81 grammi, e di conseguenza preferito il kiloGal per l'unità sopra definita, e ciò allo scopo di avere una maggiore omogeneità nelle relazioni fra masse e forze: con questa nuova ipotesi risulterebbe infatti:

1 grammo (forza) = 1 Gal × 1 m/sec²
1 kg (») = 1 kGal × 1 m/sec²

Da parte mia non caldeggerei tale scelta; l'unità pratica di forza è infatti il kg, che, non ostante il suo nome composto, deve essere ritenuto unità fondamentale, togliendo cioè alla parola kilo il significato di prefisso moltiplicatore: arriverei persino ad amputarla ulteriormente in *Kil* e fare di questa il nome dell'unità, derivandone di conseguenza multipli e sottomultipli: ad esempio:

1 kiloKil = tonnellata - forza
1 milliKil = grammo - forza

e le unità delle grandezze derivate:

1 Kilmetro = 1 kilogrammetro.

Con ciò la parola grammo resterebbe riservata all'unità *C G S* di massa e non sarebbe assolutamente più possibile il nascere di dubbi e confusioni che tanti lamentano.

Ecco la tabella delle unità di massa e forza nei due sistemi qualora si adottassero le proposte illustrate:

Grandezza	Unità C G S	Unità pratica	Rapporto $\frac{\text{u. p.}}{\text{u. C G S}}$
Massa	grammo	Gal	9.81×10^3
Forza..............	dina	Kil	9.81×10^5

Qualora quest'ultima parte delle mie considerazioni dovesse trovare pochi consensi, rimarrebbero le unità grammo e kilogrammo rispettivamente per l'unità *C G S* di massa e pratica di forza: questa uguaglianza di nome non dovrebbe tuttavia, io credo, generare confusione, soprattutto perchè si tratta di due grandezze di diversa natura, fra le quali la distinzione sarà in generale resa possibile, caso per caso, dalla natura fisica del problema.

E' importante ricordare che all'uguaglianza di nome corrisponde un'uguaglianza numerica, nel senso che, per ciascun corpo, lo stesso numero esprime la massa (in kg nel sistema *C G S*) e il peso (in kg nel sistema pratico).

Conclusioni.

1) l'unità razionale di massa nel sistema pratico è data dalla massa di 9,81 «Campioni»: essa lascia alle formole della dinamica la loro espressione più semplice, senza introdurvi coefficienti numerici;

2) per essa è proposto il nome di *Gal*;

3) il grammo e il kilogrammo restano rispettivamente come unità *C G S* di massa e pratica di forza;

4) subordinatamente sarebbe possibile riservare la parola grammo a designazione della sola unità *C G S* di massa, adottando il *Kil* per l'unità pratica di forza.

Appendice: il fattore g nelle formole della dinamica.

Fra le cause che contribuiscono a generare quella confusione a cui ho più sopra accennato va annoverato anche il fatto che si trovano spesso su trattati e manuali delle formole, già predisposte per l'uso pratico, nelle quali si fa uso promiscuo delle unità *C G S* e pratiche, oppure si vedono pesi al posto delle masse, o infine non vi si trova in evidenza il fattore *g*, mentre teoricamente dovrebbe esserci.

Si tratta in sostanza di formole tipiche della dinamica, nelle quali cioè si valutano le cause e gli effetti relativi a movimenti di masse: in esse appare quindi da una parte la massa, dall'altra una forza, un lavoro, una potenza.

Poichè una massa può sempre essere espressa in funzione del suo peso, le stesse formole possono assumere espressione diversa, a seconda che in esse venga posto in evidenza l'uno o l'altro dei fattori equivalenti m o $\frac{P}{g}$.

Eccone alcuni esempi:

1) Sforzo acceleratore di un corpo in moto di traslazione . . . . . . $= m a = \frac{P}{g} a$

2) Forza centrifuga di una massa in rotazione . . . . $= m \frac{v^2}{r} = \frac{P}{g} \frac{v^2}{r}$

3) Forza viva di un corpo in moto di traslazione . . . . $= \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \frac{P}{g} v^2$

4) Energia immagazzinata in un volano (ricordare che $I = m \rho^2$, essendo ρ il raggio giratorio, e D il diametro corrispondente $= 2 \rho$). $= \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} \frac{P D^2}{4 g} \omega^2$

5) Potenza di accelerazione o di rallentamento di un corpo in moto di traslazione . . . . $= m v \frac{d v}{d t} = \frac{P}{g} v \frac{d v}{d t}$

6) Potenza di accelerazione o rallentamento di una massa rotante . . . $= I \omega \frac{d \omega}{d t} = \frac{P D^2}{4 g} \omega \frac{d \omega}{d t}$

In tutte queste relazioni noi vediamo che: nella 1ª forma (in funzione delle masse) è assente il fattore *g*: nella 2ª forma (in funzione dei pesi) è presente il fattore *g*.

Esse sono state scritte senza pensare ad alcun particolare sistema di unità di misura, e *sono senz'altro applicabili* con un sistema di unità qualunque, purchè le relative unità siano state scelte in modo da soddisfare alla (2) e *purchè tutte le grandezze* che in esse appaiono *siano espresse in unità del medesimo sistema.*

Vediamo ora come in pratica esse vengono usate.

Nella quasi assoluta generalità dei casi l'elemento di cui siamo in possesso è il peso del corpo in istudio, il cui valore viene espresso in kg; come conseguenza ci si trova automaticamente a dover lavorare con le espressioni della 2ª forma $\left(\frac{P}{g}\right)$ ed in unità pratiche (il kg come unità di forza essendo una unità del sistema pratico): le grandezze a cui si giunge risulteranno ovviamente espresse in unità pratiche, cioè in kg, kgm, kgm/sec.

Diversa è la situazione se si vuol giungere a grandezze espresse in unità *C G S* o derivate (è questo il caso, comune specialmente fra gli elettricisti, di energie e potenze, che si desidera avere rispettivamente in joule e watt).

In questo caso, e posto che si mantenga come dato di partenza il

peso in kg, due sono i ragionamenti che si possono fare, identico in ogni caso il risultato: la scomparsa del fattore g.

Primo ragionamento: i risultati, in kgm e kgm/sec, ottenuti come detto più sopra, possono essere trasformati in joule o watt moltiplicandoli per il fattore di conversione g (= 9,81); nel caso del 3° esempio si avrebbe:

$$W = \frac{1}{2} \frac{P}{g} v^2 \times g = \frac{1}{2} P v^2 \quad \begin{cases} W \text{ in joule} \\ P \text{ in kg} \end{cases} \qquad (5)$$

Analogamente per tutti gli altri casi: si arriva cioè ad una terza forma, nella quale appare il peso e non il fattore g: essa è identica alla prima, salvo la sostituzione del peso alla massa.

Secondo ragionamento: poichè si vuol giungere ad unità $C\,G\,S$ serviamoci completamente di unità di questo sistema: qui ci aiuta la considerazione che lo stesso numero che dà il peso del corpo nel sistema pratico ne rappresenta anche la massa nel sistema $C\,G\,S$: noi possiamo dunque supporre di possedere quest'ultimo come dato di partenza e quindi lavorare con le espressioni della prima forma (m) e nel sistema $C\,G\,S$: a parte la diversità del simbolo, la forma dell'espressione è uguale a quella appena vista (assenza di g) ed il risultato numerico identico. [E' da osservare che se si lavora veramente con unità $C\,G\,S$, cioè gr e cm, si arriva ad erg ed erg/sec, che devono essere ulteriormente moltiplicati per 10^7 per dare joule e watt. Se invece si usano, pur sempre restando concettualmente nel sistema $C\,G\,S$, degli opportuni multipli, e precisamente il kg (= 1000 unità $C\,G\,S$ di massa) e il m (= 100 unità $C\,G\,S$ di lunghezza), si arriva direttamente, senza uso di altri coefficienti numerici, a joule e watt, come sopra asserito]. Il ragionamento in generale non si arresta qui: ma, in base alla considerazione di uguaglianza numerica fra massa $C\,G\,S$ e peso pratico, si arriva a sostituire, nelle espressioni della prima forma, m con P, ritrovando così per altra via, meno razionale, le espressioni della terza forma.

Osservazione sulle espressioni della 3ª forma: esse appaiono non omogenee: ciò è dovuto all'uso contemporaneo di unità di due diversi sistemi, ed al fatto che la conseguente scomparsa del fattore g, lecita numericamente, non lo è dal punto di vista fisico, in quanto nella (5) il g al denominatore è un'accelerazione, l'altro un numero. L'espressione dovrebbe razionalmente essere scritta così:

$$W = \frac{1}{2} \frac{P}{g} v^2 \times 9{,}81.$$

Naturalmente i manuali, dovendo fornire delle espressioni suscettibili di rapida applicazione, non la danno sotto questa forma: procedimento pienamente giustificato, ma che può essere appunto fonte di dubbi.

Conclusioni: dato che nella pratica corrente ci si riferisce ai pesi dei corpi, espressi in kg, le formole della dinamica si possono trovare scritte in una di queste tre forme:

1) sono in evidenza le masse, e non appare il g: in tal caso le formole sono omogenee, e, ponendo per la massa il numero che esprime il peso dato, si arriva ai risultati in unità $C\,G\,S$ o derivate (v. sopra per le considerazioni relative al fattore 10^7);

2) sono in evidenza i pesi, ed appare il g: le formole sono ancora omogenee e danno risultati corretti con unità tutte dello stesso sistema: con i pesi in kg si ottengono forze in kg, energie in kgm, potenze in kgm/sec;

3) sono in evidenza i pesi, e non appare il g: in questo ultimo caso le formole non sono omogenee: danno però risultati corretti se si esprimono i pesi in kg (u. p.) e le energie e le potenze rispettivamente in joule e watt (unità derivate dalle $C\,G\,S$).

La prima e la terza forma, concettualmente diverse, vengono usate allo stesso modo, e portano agli stessi risultati, cosicchè in definitiva si possono condensare le conclusioni ora viste nella seguente:

Tutte le formole che esprimono energie o potenze in funzione di pesi o masse danno risultati in joule o watt se in esse non appare il fattore g, in kgm o kgm/sec se in esse il g appare; sempre che i pesi o le masse vengono espressi in kg.

LUMINOSITA' e FATTORE DI RIFLESSIONE

G. PERI

L'A. esamina il rapporto tra la luminosità (lumen o candele per unità di area) e il fattore di riflessione (numero puro), come pure la relazione tra la luminosità e il fattore di riflessione propriamente detti e la luminosità e il fattore di riflessione in direzioni particolari.

Nella pratica corrente le misure dei fattori di riflessione (potere riflettente o potere diffondente delle superfici illuminate) si riducono a misure di luminosità, da eseguirsi col fotometro. Analogamente può dirsi, se trattasi di mezzi translucidi, dei fattori di trasmissione.

S'intende come *luminosità totale*, o semplicemente *luminosità* il rapporto tra il flusso totale emesso e l'area della superficie emittente:

$$e = \frac{\Phi_{rt}}{S}$$

come intendesi per *fattore di riflessione totale*, o semplicemente *fattore di riflessione*, il rapporto fra il flusso totale emesso e il flusso incidente:

$$\rho = \frac{\Phi_{rt}}{\Phi_i} \qquad (1)$$

Quando diciamo che l'argento ha fattore di riflessione 0,90, la carta assorbente bianca 0,80, ecc., intendiamo appunto riferirci al fattore di riflessione o di diffusione totale dato dalla (1). Si intende anche che questo fattore di riflessione è *il medio* per le varie lunghezze d'onda della luce incidente, essendo noto che a causa della *selettività* del mezzo, il fattore di riflessione (di trasmissione, o di assorbimento) è funzione della qualità (colore) della luce.

Essendo per definizione la *illuminazione* $E = \frac{\Phi_i}{S}$, si ottiene:

$$\rho = \frac{e}{E} \qquad (2)$$

La luminosità di una superficie però acquista praticamente significato se riferita ad una data direzione, quella secondo cui si esegue la misura o la luminosità si rende palese all'occhio; si definisce come *luminosità in una data direzione* il rapporto tra il flusso agente in quella direzione e l'area emittente proiettata perpendicolarmente alla direzione:

$$e_\alpha = \frac{\Phi_r'}{S \cos\alpha} \qquad (3)$$

essendo Φ_r' (fig. 1) il flusso agente nella direzione α ed α l'angolo che la direzione di visione fa colla normale alla superficie (da intendersi quest'ultima come un elemento superficiale, o piccolissima area piana).

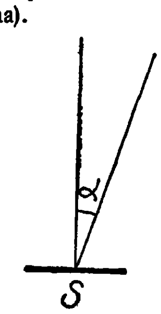


Fig. 1.

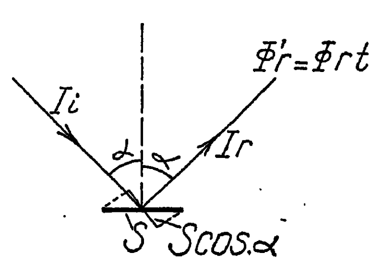


Fig. 2.

Se la direzione di visione è normale alla superficie emittente ($\alpha = 0$):

$$e_\alpha = \frac{\Phi_r}{S} \qquad (4)$$

essendo Φ_r il flusso agente perpendicolarmente alla superficie.

*

Correlatamente, ogni superficie, oltre che da un potere riflettente totale è caratterizzata da *poteri riflettenti a determinati angoli*, dati per ogni direzione α da:

$$\rho_\alpha = \frac{\Phi_r'}{\Phi_i} = \frac{e_\alpha \cdot S \cdot \cos\alpha}{E \cdot S} = \frac{e_\alpha}{E} \cos\alpha. \qquad (5)$$

Questi poteri riflettenti si dicono anche *relativi*, perchè si esprimono semplicemente come percentuali del potere riflettente all'angolo di riflessività massima.

Se la superficie è uno *specchio* (fig. 2), e_α è 0 per tutte le direzioni che non coincidono con quella della *riflessione regolare*; il flusso emesso in questa direzione è il flusso totale emesso, il potere riflettente relativo a questa direzione è il potere riflettente totale:

$$\rho\alpha = \frac{\Phi_{rt}}{\Phi_i} = \rho.$$

Se il fattore di riflessione dello specchio è costante qualunque sia α, cioè qualunque sia l'inclinazione del flusso incidente, la luminosità (a parità di lumen incidenti) deve crescere col crescere di α, secondo il fattore $\frac{1}{\cos\alpha}$; questo è ovvio perchè secondo $\cos\alpha$ diminuisce la superficie vista (o proiettata perpendicolarmente alla direzione di visione); e spiega come ad es. le superfici del mare o dei ghiacci diano particolarmente noia per abbagliamento quando son viste in direzione obliqua.

Se la e_α di un elemento superficiale diffondente è costante in tutte le direzioni, dev'essere per la (3):

$$\Phi_r' = \Phi_r \cos\alpha$$

cioè il flusso agente ai vari angoli deve diminuire (partendo da $\alpha = 0$) nello stesso rapporto in cui diminuisce la superficie vista (fig. 3). Questo è il fenomeno della diffusione perfetta, che nella pratica si verifica solo approssimatamente.

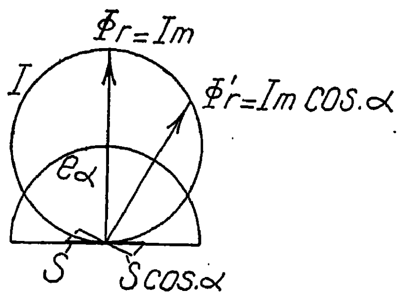


Fig. 3.

E' Lambert, come è noto, che per il primo ha trovato l'applicabilità di questa legge, s'intende con le approssimazioni inevitabili in pratica, alle superfici cosidette diffondenti (scabre, ruvide) come sarebbero un foglio di carta bianca assorbente, una lastra di vetro lattiginoso denso (qui la *ruvidità* è sottosuperficiale, la diffusione provenendo dalle numerosissime particelle opaline sparse nella massa chiara del vetro), una strada in mac-adam coperta di polvere bianca asciutta, ecc.

E' pure noto che la legge di Lambert, o del coseno, è inversa in certo modo a quella del coseno in illuminazione. Infatti, a pari illuminazione di superfici diversamente inclinate, il flusso incidente, col crescere dell'obliquità della superficie, cresce secondo il rapporto $\frac{1}{\cos\alpha}$, essendo α l'angolo che le superfici fanno colla superficie perpendicolare alla direzione del flusso.

*

Ogni superficie, che illumina perchè illuminata, presenta di solito tante *curve di luminosità* (curve ordinariamente in coordinate polari, con polo nel centro della superficie, e ordinate proporzionali alle luminosità ai vari angoli) quante possono essere le direzioni della luce incidente.

Per definizione di intensità luminosa ($I = \frac{d\Phi}{d\omega}$, limite cui tende il flusso quando l'angolo solido tende a zero) il flusso agente *in una data direzione* è l'intensità luminosa in quella direzione. Alle (3) e (5) si possono sostituire le altre:

$$\sigma = \frac{I_r}{S \cdot \cos\alpha} \qquad (6)$$

$$\rho\alpha = \frac{I_r}{I_i}$$

essendo I_r la intensità riflessa nella direzione α, ed I_i il raggio di intensità nota che produce il flusso incidente.

Con riferimento a una *data direzione*, lo *splendore* σ e la luminosità e_α sono la stessa cosa; se quest'ultima si misura in $\frac{\text{cand.}}{\text{m}^2}$ (o lux apparenti), lo splendore risulta pure misurato in $\frac{\text{cand.}}{\text{m}^2}$; se, come è uso, si misura invece il σ in $\frac{\text{cand.}}{\text{cm}^2}$ la luminosità sarà misurata in $\frac{\text{cand.}}{\text{cm}^2}$ (o Lambert). Il fattore di passaggio dall'una all'altra unità è 10^4, cioè il rapporto che intercede fra la stessa area misurata in cm^2 e in m^2.

Con riferimento al *flusso totale emesso*, lo splendore (luminosità in una data direzione) e la luminosità e p. d. sono semplicemente grandezze omogenee, delle stesse dimensioni fisiche, il cui rapporto (numero puro), cioè il rapporto fra una intensità luminosa e un flusso, dipende dalla curva di emissione della superficie. Se la curva di emissione è un circolo tangente all'elemento superficiale (diffusione perfetta), si ha $\Phi_{rt} = e \cdot S = \pi I_m$ (essendo I_m la intensità massima, diametro del circolo); la luminosità ai singoli angoli è costante, $\sigma = \frac{I_m}{S}$, cosicchè $e = \pi \cdot \sigma$, cioè il rapporto $\frac{e}{\sigma}$, costante per tutte le direzioni, è 3,14.

*

Se una parete è illuminata con intensità di 100 lux, e il ρ_α nella direzione perpendicolare alla parete è 0,6, la luminosità della parete nella direzione perpendicolare sarà 60 lux, ossia lo splendore sarà 60×10^{-4} candele/cm². Una simile superficie non può obbedire alla legge del coseno (curva *a*, fig. 4) per la semplice ragione che da 100 lux non se ne possono ricavare $3{,}14 \times 60 = 188$. Infatti, supposta 100 candele (il che rispetto ai 100 lux vuol dire assumere come superficie base 1 m², o considerare di 1 metro la distanza tra lampada e parete) la intensità incidente perpendicolarmente alla superficie e quindi 60 cand. la intensità riflessa nella direzione stessa, sarebbe, in caso di diffusione perfetta, $3{,}14 \times 60 = 188$ lumen il flusso totale riflesso. La parete obbedirà invece ad una legge prossima alla speculare; difatti essa è verniciata e levigata (*riflessione diffusa*); se il flusso totale, ricavato dall'integrazione della curva polare *b* è 75 lumen, la luminosità totale della parete sarà 75 lux, e il fattore di riflessione totale 75 %.

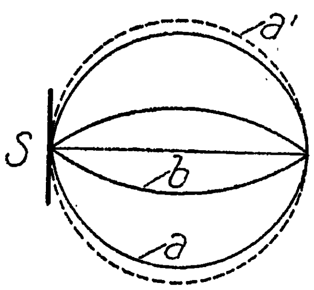


Fig. 4.

Solo per uno specchio il ρ_α (essendo α l'angolo della riflessione regolare) è elevato, perchè coincide col ρ totale. Per le altre superfici il ρ_α massimo si abbassa rapidamente, in ragione della dispersione laterale, o allargamento del fascio riflesso.

Un globo sferico in vetro opalino molto denso emetta (luminosità per trasmissione) $I = 100$ cand. in tutte le direzioni. Il suo diametro è 25,2 cm; l'area *vista* (area del circolo massimo) è 500 cm², l'area sferica è $4 \times 500 = 2000$ cm². Lo splendore, o luminosità in qualsiasi direzione è

$$\sigma = \frac{100}{500} = 0{,}20 \ \text{cand./cm}^2$$

La luminosità p. d. è

$$e = \frac{4\pi I}{\pi D^2} = \frac{1256}{2000} = 0{,}628 \ \text{lambert} = \pi \cdot \sigma$$

Questo caso di sorgente secondaria ad emissione uniforme (circolo con centro la sorgente) riporta a quello di emissione secondo la legge del coseno (circolo tangente all'elemento superficiale), perchè, agli effetti del flusso totale, un'emissione di quest'ultimo tipo con intensità massima I_m equivale alla prima con intensità costante I, quando sia $I_m = 4I$.

*

In pratica le misure di luminosità (si presta bene allo scopo un fotometro a cannocchiale, ad es. del tipo Weber, che privato della lastrina lattiginosa si punta sulla superficie da esaminare, della quale misura direttamente la luminosità) sono più comode di quelle di intensità luminosa, perchè non implicano vincoli di distanza tra fotometro e superficie osservata, almeno entro limiti di superficie vista per cui la luminosità del campo fotometrico possa ritenersi costante.

Misurata quindi col fotometro la luminosità della superficie ai vari angoli, i valori così ottenuti moltiplicati per l'area base S e per $\cos\alpha$ danno, secondo la (6), le intensità luminose corrispondenti. Dalla curva di luminosità può ricavarsi così la *curva di distribuzione di luce* della sorgente secondaria.

Le curve delle intensità luminose a e b della fig. 4 sono ricavate nel modo ora detto, dalle curve delle luminosità a e b della fig. 5, le quali sono caratteristiche, ad es., di due schermi da cinematografo rispettivamente a superficie intonacata in gesso e a superficie metallizzata. Nel primo caso la luminosità è quasi costante a tutti gli angoli (diffusione perfetta) eccezion fatta per le grandi obliquità, per cui precipita rapidamente a zero. Nel secondo caso la diffusione risente molto della legge speculare.

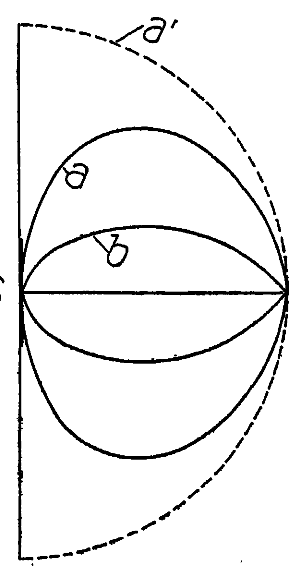


Fig. 5.

*

La misura del fattore di riflessione si fa ordinariamente per confronto con una superficie di fattore di riflessione noto; il procedimento, che consiste nel misurare successivamente col fotometro le luminosità delle due superfici sottoposte alla *stessa illuminazione* (fig. 6), presuppone che le due superfici abbiano curve di luminosità *simili*; basta allora che le due letture siano fatte allo stesso angolo, cioè senza variare l'inclinazione del cannocchiale, come torna comodo in pratica, perchè dal rapporto tra le due letture si abbia il ρ cercato. Per maggiore attendibilità dei risultati è bene non oltrepassare col cannocchiale obliquità di 30°.

E' chiaro che per curve simili, il rapporto fra i due e_α per uno stesso angolo è eguale al rapporto fra i raggi, cioè al rapporto tra i flussi totali corrispondenti, o ancora al rapporto tra i due e, ossia tra i due ρ. Se ρ' e ρ sono i fattori di riflessione della superficie campione e della superficie in prova ed e'_α, e_α le rispettive letture fatte al fotometro, si ha

$$\rho = \rho' \frac{e}{e'}$$

Se la superficie campione è una piastra di carbonato di magnesio, raschiato di fresco, per cui praticamente (approssimazione del 2 a 3%) può ritenersi $\rho = 1$, si ha $e = E$, e si ricade nella (2).

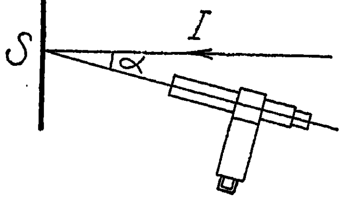


Fig. 6.

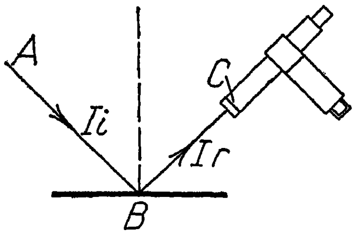


Fig. 7.

Qualora si abbiano dubbi sulla similitudine delle curve polari delle due superfici o si manchi addirittura di una superficie di riscontro, di ρ noto, si può eseguire una misura assoluta. La illuminazione su S si ricava facendo uso di una lampada di intensità I nota: $E = \dfrac{I}{R^2}$ (fig. 6), $\Phi_i = E.\,S.$ Si ricava la curva degli splendori (fig. 5), poi delle I riflesse $I = \sigma\ S \cos\alpha$, essendo S lo stesso che ha servito a determinare il Φ_i. Dalla curva polare delle I si ricava il Φ_{rt}. Si ha $\rho = \dfrac{\Phi_{rt}}{\Phi_i}$.

Se la superficie obbedisce alla legge del coseno (magnesia, carta bianca scabra, ecc.) basta determinare solo la I_m; si ha $\Phi_{rt} = \pi\ I_m$. A pari E il ρ_α per la (5) è proporzionale a $\sigma \cdot \cos\alpha$, cioè alla I_r. La curva delle intensità riflesse rappresenta, come è naturale, la curva dei ρ_α; la scala dei ρ_α è nota, qualora si ricavi il raporto I_r/I_i per un angolo qualunque.

Il ρ di uno specchio si ricava da una semplice misura di intensità luminosa servendosi di una I_i nota (fig. 7), avvertendo di porre come distanza fra fotometro e sorgente (nella formola che dà I_r in base alla lettura fotometrica) l'intero percorso ABC del raggio. Il rapporto I_r/I_i dà il ρ desiderato.

La presente nota è solo intesa come punto di partenza per uno studio sperimentale, che seguirà fra qualche tempo, sul potere riflettente dei vari tipi di pavimentazione stradale.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sulla misura della viscosità degli olii.

Data l'importanza dell'argomento reputo utile ritornare su di esso per aggiungere qualche osservazione interessante, e rispondere a taluna delle affermazioni della lettera del Prof. O. Scarpa, contenuta nel n. 3 di quest''anno de «L'Elettrotecnica».

Non starò a dire che nelle mie diverse pubblicazioni fin dal 1890 ho sempre insistito sulla necessità di fare la misura della viscosità degli olii con apparecchi idonei a dare dei risultati espressi in unità meccaniche e quindi comparabili fra loro, e non con apparecchi empirici, quali il leptometro di Engler. E ciò dimostrai non solo per gli olii per lubrificazione, ma anche per quelli per trasformatori e per interruttori, come si può leggere nella mia Nota del 1919, inserita ne «L'Elettrotecnica», (vol. VI, pag. 510).

Osserverò poi che le difficoltà di manipolazione, attribuite al mio viscosimetro, sono facilmente superabili e furono superate, nell'uso che si fece di esso, in parecchie ricerche sulla viscosità dei liquidi, eseguite da me e da altri in Italia, ed anche in qualche laboratorio scientifico estero, nonchè, da anni, in saggi tecnici di laboratori industriali.

D'altronde mi sembra non essere razionale, anche nei saggi tecnici, sostituire all'uso di un apparecchio di misura di precisione quello di un apparecchio empirico, che non può dare dei risultati esatti, nè comparabili fra loro, solo per qualche difficoltà discutibile di manipolazione del primo.

Infine gli studi teorico-sperimentali e le pubblicazioni relative, fatte sulla viscosità degli olii di S. I. Lamanski, O. E. Meyer, N. Petroff, L. Wurzel, P. Verole, S. Pagliani, F. Masi, O. Scarpa, W. S. Flight, Sommerfeld, Hersey, R. E. Wilson, D. P. Barnard ed altri, sono tali da far ritenere che, se è sempre desiderabile si continuino gli studi su questa proprietà, così importante per gli olii di qualunque applicazione tecnica, non si possa però affermare che la questione relativa alla sua misura debba nuovamente essere esaminata, quando già esistono dei metodi ed apparecchi di precisione adatti per detta misura.

Prof. STEFANO PAGLIANI.

Con la pubblicazione di questa lettera riteniamo che l'argomento possa, almeno per ora, considerarsi esaurito. Non occorre infatti ricordare come il valore effettivo di un olio, tanto per lubrificazione, quanto per apparecchi elettrici, sia una funzione assai complessa di parecchi elementi dei quali la viscosità non è sempre il più importante e come, per conseguenza possano bastare in molti casi semplici valori relativi di detti elementi. (N. d. R.).

:: SUNTI E SOMMARI ::

Per rispondere al desiderio espressoci da parecchi Soci, pubblichiamo l'elenco delle abbreviazioni usate per indicare i principali periodici che vengono più frequentemente recensiti nei Sunti e Sommari o nella Cronaca del nostro giornale.

A. E. G. Mitt.: A. E. G. Mitteilungen (Berlino) - **Annali LL. PP.:** Annali dei Lavori Pubblici (Roma) - **Archiv. f. Elektr.:** Archiv für Elektrotechnick (Berlino) - **Bull. S. F. R.:** Bulletin de la Société Française Radio-Electrique - **Bull. Soc. Fr. E.:** Bulletin de la Société Française des Electriciens (Paris) - **Bull. Soc. Belge Elec.:** Bulletin de la Société Belge des Electriciens (Bruxelles) - **Bur. St. Journ. Res.:** Bureau of Standard - Journal of Research (Washington) - **El. Bahnen:** Elektrische Bahnen (Berlino) - **Elec. Eng.:** Electrical Engineering (New York) (sostituisce **J. A. I. E. E.** a partire dal 1° gennaio 1931) - **Elektr. Wirt.:** Elektrizitätwirtschaft (Berlino) - **Energia El.:** L'Energia Elettrica (Milano) - **E. T. Z.:** Elektrotechnische Zeitschrift (Berlino) - **E. u. M.:** Elektrotechnik und Maschinenbau (Vienna) - **E. W.:** Electrical World (New York) - **Exp. Wir.:** Experimental Wireless (Londra) - **Gen. Elec. Rev.:** General Electric Review (Schenectady) - **Genie C.:** Génie Civil (Parigi) - **Ill. R.:** Illuminazione Razionale (Milano) - **J. A. I. E. E.:** Journal American Institute of Electrical Engineers (New York) - **J. G. Light.:** Journal of Good Lighting (Londra) - **J. I. E. E. Londra:** Journal of the Institution of Electrical Engineers (Londra) - **L. u. L.:** Licht und Lampe (Berlino) - **Licht:** Das Licht (Berlino) - **Lichttech.:** Die Lichttechnik (Vienna) - **Ligh.:** Lighting (New York) - **Lux:** Lux, La Révue de l'Eclairage (Boulogne) - **Mag. Light.:** The Magazine of Light (Cleveland - Ohio) - **Onde Elec.:** Onde Electrique (Parigi) - **Proc. I. R. E.:** Proceedings of the Institute of Radio Engineers (New York) - **Rassegna P. T. T.:** Rassegna delle Poste dei Telef. e dei Telegrafi (Roma) - **Revue B. B.:** Révue Brown Boveri (Baden) - **Révue Siemens:** Révue Siemens (Berlino) - **R. G. E.:** Révue Général de l'Electricité (Parigi) - **Riv. Tec. F. I.:** Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane (Roma) - **Schw. Elek. V. Bull.:** Schwëizerische Elektrotechnischer Verein Bulletin (Zurigo) - **Siemens Z.:** Siemens Zeitschrift (Berlino) - **The El. J.:** The Electric

Journal (New York) - **The Elec.**: The Electrician (Londra) - **Tr. Ill. Eng. S.**: Transaction of the Illuminating Engineering Society (New York) - **Wireless World**: Wireless World (Londra) - **World P.**: World Power (Londra).

ACCUMULATORI ED ACCUMULAZIONE DELL'ENERGIA.

W. GERMERSHAUSEN — **Carica di batterie di accumulatori con raddrizzatori a catodi incandescenti.** (E. T. Z., n. 36 del 4 settembre 1930, pag. 1257).

L'A. accenna alle caratteristiche costruttive dei tubi raddrizzatori a catodi incandescenti, che in questi ultimi tempi si sono praticamente potuti costruire per scopi industriali. Viene illustrata la nuova disposizione degli anodi studiata per questi tubi; essa consiste nel creare tra gli anodi, per mezzo di schermi metallici, uno spazio continuo e non soggetto a campi, le cui superfici di delimitazione sono a potenziale uniforme. Agli schermi metallici viene poi applicato, attraverso inserzione di una resistenza, un potenziale elettrico, ad esempio quello del catodo; viene così prevenuto il pericolo della formazione di archi fra anodo e catodo.

Questi raddrizzatori con tubi riempiti di gas nobili presentano buone proprietà di funzionamento per la carica di piccole e medie batterie di accumulatori, in particolare per impianti automatici per la carica continuata. Recentemente si è venuti anche alla carica continua delle batterie per telefoni, segnalazioni, ecc. pel quale servizio questi raddrizzatori sono pure molto adatti. *T. S.*

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

E. E. GEORGE - B. H. BENNETT — **Relais di terra direzionali.** (J. A. I. E. E., luglio 1930, pag. 558).

Gli AA. mettono in evidenza i vantaggi presentati dalla protezione con relais di terra. Essi sono praticamente indipendenti dai fenomeni transitori derivanti dall'esercizio: apertura di interruttori, sincronizzazioni, avviamento, ecc. La protezione è anche più sensibile di quella differenziale con relais di fase, essendo basata sul fatto che, in condizioni normali, la corrente che circola nel relais è nulla. I relais di terra possono essere rapidissimi: ve ne sono tipi che operano entro due periodi. La forte attenuazione della corrente di terra nel caso di guasti produce automaticamente un'azione selettiva. I relais di terra sono applicabili sia con reti a terra direttamente sia attraverso impedenze e anche con rete a terra in più punti, e sono indipendenti dalla località dove la potenza viene generata; essi possono, attualmente, essere calcolati con sufficiente precisione per ottenere una soddisfacente messa a punto e possono venire controllati periodicamente durante il servizio. I relais di terra inoltre prevengono il pericolo che linee cadute sul suolo rimangono in tensione con pericolo di disgrazie e di incendi. Diversi altri vantaggi generali dei relais di terra sono esposti dagli AA. i quali poi in particolare mettono in evidenza i vantaggi dei relais di terra direzionali: non richieono necessariamente connessioni di tensione, possono essere resi indipendenti praticamente dal fattore di potenza durante il guasto, non sono influenzati dalla direzione del flusso della potenza normale e di quella reattiva, non si richiede più di collegare relais di fase e relais di terra, ecc.

Esposti così i pregi dei relais di terra, gli AA. passano a discutere e confutare le più comuni obiezioni che vengono rivolte all'uso di tali relais dimostrandole infondate. Descrivono poi in particolare alcuni casi caratteristici di installazione di relais di terra direzionali. *R. S. N.*

APPLICAZIONI INDUSTRIALI E VARIE.

W. PHILIPPI — **Requisiti e progressi nella costruzione di argani elettrici per miniera.** (E. T. Z., n. 36 del 4 settembre 1930, pag. 1253 e n. 37 dell'11 settembre 1930, pag. 1293).

In questi ultimi anni gli argani per miniera hanno subìto notevoli perfezionamenti, sia per ciò che riguarda i dispositivi di sicurezza, sia per quanto riflette l'aumento della potenza di estrazione.

Circa i rispositivi di sicurezza essi si distinguono in freni e in interruttori di fine corsa. Per grandi argani con motore a corrente continua con comando Leonard l'azionamento dei freni si fa oggi generalmente per mezzo di aria compressa. Il freno di sicurezza è solitamente azionato da un peso connesso colla stessa leva del freno. In un tipo descritto dall'A., se il dispositivo deve funzionare come freno da corsa normale, viene immessa aria compressa nel cilindro di comando per mezzo di apposito regolatore: se invece si deve avere il funzionamento come freno di sicurezza, viene tolta la corrente a un solenoide di chiusura e allora questo libera un peso che apre una valvola, la quale fa uscire l'aria contenuta nel cilindro del freno di sicurezza, determinandone l'azionamento per gravità, mentre nello stesso tempo viene immessa anche aria compressa nel freno normale.

Più complicata è la costruzione dei freni per argani con motori trifasi; per impedire che alla discesa in piena corsa il motore possa superare i giri di sincronismo, si dispone un regolatore centrifugo che, quando è raggiunto il numero di giri di sincronismo, mette in corto circuito gli anelli del rotore così che il motore funziona come generatore asincrono.

Per impedire poi che la decelerazione avvenga in modo diverso dal previsto si sono studiati dispositivi che consentono di controllare la decelerazione effettiva rispetto a quella prestabilita e che riducono tosto la prima al valore della seconda, se si verifica qualche scarto.

Circa l'aumento della potenza estrattiva, si può aumentare la velocità a scapito della portata oppure diminuire la velocità e aumentare la portata. Il primo sistema non è adatto per miniere profonde e per grandi impianti, benchè abbia il vantaggio di un minor costo di installazione. Il secondo sistema è migliore e l'A. dà in alcune tabelle dati riguardanti la capacità estrattiva che si può raggiungere con funi normali. Un mezzo per aumentare la capacità estrattiva è quella di adottare, invece di un sistema di ascensori per carrelli, un sistema di elevatori per il solo materiale, svuotando i carrelli in apposito spazio in fondo alla miniera.

L'A. descrive poi alcuni importanti impianti eseguiti in questi ultimi tempi. *T. S.*

W. ENGEL — **L'equipaggiamento elettrico d'un ponte escavatore-trasportatore per la miniera a giorno di carbone « Friedlaender Grabe »** (A. E. G. Mitteilungen, giugno 1930, pag. 428).

Il ponte della « Friedländer Grabe » è molto notevole per le dimensioni (portata di 150 m., distanza massima percorsa dal materiale estratto, dalla draga allo scarico alla fine del nostro trasportatore 405 m., capacità 45.000 m^3 di roccia in 21 h.) e per la potenza installata che è di 3560 kW divisa in 81 motori. Il ponte è alimentato da una sola linea di contatto a corrente trifase a 5000 volt, 50 periodi.

I grossi motori di comando del nastro trasportatore sono alimentati direttamente a 5000 volt; quelli di potenza inferiore a 75 kW e tra essi quelli per il trasporto del ponte, sono invece alimentati a 380 volt. Siccome il ponte circola su rotaie non perfettamente livellate, la velocità d'avanzamento deve essere regolata indipendentemente dalle accidentalità del terreno. Il ponte deve inoltre essere protetto contro eventuali spostamenti dovuti a colpi di vento; deve inoltre essere impedita la fuga dei motori sotto la spinta del vento, e le accelerazioni e le frenate devono essere dolci e progressive per non danneggiare le parti meccaniche. A tutti questi requisiti si è risposto con l'uso, per la traslazione, di motori asincroni trifasi a poli commutabili e a frenatura a contro-corrente; vi sono 20 motori da 30 ÷ 45 kW a 500/750 giri/minuto installati per la traslazione: 12 da una parte, 8 dall'altra. I comandi dei motori della draga e del nastro trasportatore sono collegati tra loro in modo da impedire l'ammasso del materiale in un punto qualunque del ponte. *A. Bs.*

CONDUTTURE.

J. KUVSINEN — **Calcolo delle frecce delle linee portate da catene di isolatori e sollecitate da carichi supplementari.** (E. u. M., n. 23, 8 giugno 1930).

La determinazione delle frecce delle campate per una linea di trasporto d'energia, fatta nelle condizioni normali di carico dei fili, non presenta difficoltà e può essere condotta coi metodi semplici analitici o grafici della statica. Per le linee portate da isolatori sospesi in particolare, è utile studiarne il comportamento anche in condizioni particolari di carico accidentali — ghiaccio o neve — ed al verificarsi della rottura del filo di qualche campata. Poichè queste condizioni di carico hanno per effetto di provocare lo spostamento dei punti di sostegno delle campate (spostamento della catena di isolatori), l'A. conduce il calcolo considerando i sostegni come elastici e tenendo conto dello spostamento di essi al verificarsi delle condizioni di carico accennate. Alcune curve ricavate dall'A. consentono di semplificare i procedimenti di calcolo che sono illustrati da esempi pratici. *V. D. Ma.*

A. E. DAVISON — **I movimenti dei conduttori.** (J. A. I. E. E., luglio 1930, pag. 538).

Sono noti i fenomeni di oscillazioni anormali che presentano talvolta i conduttori di una o più campate delle grandi linee di trasmissione; questi spostamenti di carattere eccezionale si amplificano talvolta fino a produrre dei corti circuiti fra conduttori adiacenti o terre contro il palo. Il fenomeno assume aspetti molto diversi caso per caso ma è quasi sempre in rapporto colla presenza di vento e di temperature basse. L'A. ricorda e descrive parecchi casi tipici di simili manifestazioni di movimenti vibratori d'ordine eccezionale, osservati sulle grandi linee americane.

Molte teorie e molti studi furono rivolti a spiegare questo fenomeno singolare e l'A. ricorda come le prime idee chiare in proposito siano state emesse dal compianto ingegnere Semenza. Nessuna delle teorie finora proposte riesce però a dare soddisfacente spiegazione di tutti i casi che si presentano e delle diverse modalità assunte dal fenomeno.

L'A. richiama a questo proposito l'attenzione sul noto fenomeno Magnus e dimostra come esso possa intervenire a produrre delle forti oscillazioni nel conduttore, in dipendenza delle caratteristiche meccaniche di esso e delle campate, quando spiri un vento trasversale alla linea e la superficie del conduttore presenti delle irregolarità lungo le diverse generatrici, come può avvenire, per esempio, per formazione di un manicotto di ghiaccio non uniformemente distribuito intorno al conduttore. Questa teoria dell'A. è stata sottoposta a verifica sperimen-

tale giovandosi di un tubo a vento e le prove hanno dimostrato l'attendibilità di essa, almeno in certe condizioni particolari. *R. S. N.*

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

J. M. Lyons — **Riduzione delle perdite per correnti parassite nel rame.** (J. A. I. E. E., luglio 1930, pag. 546).

Come è noto i metodi usati dai costruttori per ridurre le perdite che si verificano nei conduttori multipli entro i canali di armatura, e quindi ridurre anche il corrispondente aumento di temperatura, per effetto delle correnti parassite nel rame, si basano o sulla trasposizione dei conduttori elementari entro la spira oppure sulla inversione di tutti i conduttori all'estremità del canale.

L'A. studia un caso speciale di applicazione del secondo sistema a un avvolgimento trifase ordinario nel quale però due fasi sono col legate fra loro a costituire un avvolgimento monofase, mentre l'altra fase è lasciata inerte. Richiamata la teoria fondamentale per la determinazione delle perdite per correnti parassite nel rame, ne studia l'applicazione al caso particolare considerato sviluppando le formule relative pel calcolo delle perdite e della riduzione di esse raggiungibile mediante l'inversione dei conduttori. Lunghe tabelle numeriche riassumono i risultati quantitativi di questa ricerca. *R. S. N.*

K. Thien — **Elasticità e rigidezza delle parti fisse e rotanti delle macchine fuse in ghisa oppure costruite in acciaio con saldatura.** (E. u. M., n. 18, 4 maggio 1930).

L'A. applica i metodi noti della resistenza dei materiali al calcolo meccanico delle parti di macchina. Alcuni esempi dimostrano come si può condurre il calcolo della resistenza delle guide, basamenti, statore, albero. Dagli esempi riportati, si deduce che è sempre possibile costruire una macchina con parti in acciaio saldate conciliando una notevole economia di materiale con le migliori condizioni di resistenza, rispetto alle costruzioni in ghisa. Il peso della costruzione in acciaio è eguale, in media, ad una metà fino a tre quarti del peso della costruzione in ghisa. Nonostante il maggior lavoro che comporta la costruzione in acciaio, il prezzo di essa non è sensibilmente diverso da quello della costruzione in ghisa.

V. D. Ma.

ELETTROTECNICA GENERALE.

E. Marx — **La scarica nell'aria in campi elettrici non omogenei e con diverse forme di tensione.** (E. T. Z., n. 33 del 14 agosto 1930, p. 1161).

L'A. espone il processo della scarica nei gas in campi elettrici non omogenei sulla base della teoria di Townsend. Quando predomina la carica positiva si ha all'elettrodo positivo un indebolimento del campo e la formazione di lunghi canali che guidano la scarica. Il diverso comportamento dell'anodo e del catodo consente di spiegare la diversità delle figure di scarica positiva e negativa e così pure delle tensioni iniziali e di scarica di dispositivi asimmetrici al variare della polarità. L'A. tratta poi delle applicazioni di questi studi e della preparazione di schermi che, se bene applicati riescono di grande utilità nella protezione di impianti ad alta tensione. *T. S.*

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

F. R. Longley — **Il calcolo delle curve di oscillazione degli alternatori col metodo per differenze finite.** (J. A. I. E. E., agosto 1930, pag. 653).

Lo studio delle oscillazioni che può assumere un rotore di macchina sincrona o in generale dei fenomeni transitori che si verificano in un circuito elettrico in seguito a guasti o altri rapidi cambiamenti di regime, è notoriamente assai complesso quando si voglia svolgerlo con metodo matematico esatto. Più agevole e sufficiente per la pratica è procedere per differenze finite e l'A. in questo studio, di carattere strettamente analitico e di cui viene pubblicato nel Journal soltanto un breve sunto, illustra appunto tale metodo di calcolo.

Nell'articolo originale, dopo avere descritto fisicamente i fenomeni che intervengono, sono chiarite le norme generali di calcolo eseguito col metodo delle componenti simmetriche. Vengono prima stabilite le formule generali fra le quantità elettriche in gioco nel caso di macchine sincrone, sia a rotore liscio che a poli salienti, agenti in una rete di impedenze. Successivamente viene trattato ed esposto un caso particolare numerico che illustra i procedimenti di calcolo proposti. L'approssimazione ottenibile con questo metodo è poi discussa per diversi casi possibili. *R. S. N.*

A. Still — **La reattanza delle connessioni di estremità nelle macchine sincrone.** (J. A. I. E. E., luglio 1930, pag. 535).

Messa in evidenza l'importanza, specialmente nei riguardi dello studio eventuale di nuovi tipi di macchine, di possedere formule chiaramente intelligibili anche dal lato fisico, oltrechè matematico, per la valutazione della reazione di armatura delle macchine sincrone, l'A. studia in modo particolare la questione della reattanza relativa a quella parte degli avvolgimenti che sporge dai canali del ferro d'armatura, cioè delle connessioni di estremità delle bobine. Le correnti che circolano in tali connessioni creano un campo magnetico che sarà quasi stazionario, nello spazio, quando l'armatura ruota, mentre ruoterà colla stessa velocità dei poli di campo quando l'armatura è ferma; questo campo è tagliato dai conduttori di connessione d'estremità come il flusso creato dai poli è tagliato dalla porzione attiva dei conduttori entro i canali.

Sulla base di tali considerazioni e con alcune ipotesi semplificative, l'A. svolge il calcolo analitico per la determinazione del flusso d'estremità per macchine con avvolgimento a un solo o a doppio strato; dalle formule così trovate deduce l'espressione della tensione indotta nei conduttori d'estremità e finalmente la formula pel calcolo della reattanza delle connessioni d'estremità. La formula così trovata contiene, come grandezza di lunghezza, soltanto la sporgenza delle connessioni misurata nel senso dell'asse, mentre le altre formule note tengano conto di tutta la lunghezza della connessione, oppure del passo dell'avvolgimento o della radice quadrata di esso; tali formule possono introdurre cause di errore quando si tratti di avvolgimenti speciali che presentino piccolissime sporgenze fuori dai canali.

R. S. N.

IDRAULICA.

C. Drioli — **Sulle trasformazioni grafiche dei diagrammi limnimetrici.** (En. Elettrica, luglio 1930, pag. 607).

L'A. denomina «*funziografo*» un sistema meccanico da lui studiato che operando sui diagrammi, permette di ricavare la funzione $y = f''(t)$ dalla iniziale $x = f(t)$, attraverso un'altra $y = f'(x)$.

Come casi particolari permette la modificazione secondo un rapporto costante di un'ordinata di un diagramma lasciandone immutata l'altra e larga applicazione può trovare appunto nella trasformazione dei diagrammi limnimetrici in diagrammi di portata.

I. P.

IMPIANTI.

K. Lubowsky — **L'economia dell'energia nei paesi caldi.** (A. E. G. Mitteilungen, 1930, n. 6, pag. 421).

L'A. esamina le influenze della situazione geografica, e del clima (temperatura e umidità dell'aria) sul progetto di una centrale nei paesi tropicali. Tali influenze sono molteplici e riguardano tanto il funzionamento dell'intero impianto, quanto quello delle macchine. Per il primo gruppo si nota l'influenza benefica dell'uguale durata del giorno e della notte sul diagramma di carico, ciò che l'A. illustra con diversi diagrammi comparativi. Riguardo agli impianti occorre notare l'influenza delle variazioni di temperatura sulle frecce dei conduttori e sul valore della tensione di scarica, illustrate anche queste da tabelle e diagrammi. Vengono poi le influenze sul funzionamento del macchinario tanto termico che elettrico (primaria quella dell'acqua di raffreddamento) codificate, per le macchine elettriche dalle norme dei diversi paesi. In generale nei paesi tropicali mancano ancora delle grandi reti di distribuzione, e delle linee di trasporto nazionali. Sono i piccoli impianti locali che dominano, e l'A. ne descrive comparativamente qualche tipo, mentre le grandi centrali delle città importanti (l'A. ricorda i gruppi turboalternatori da 50.000 kVA della centrale di Buenos Ayres) non differiscono generalmente dalle corrispondenti delle zone moderate. *A. Bs.*

F. Schraeder — **I costi di produzione dell'energia elettrica in grandi centrali termiche a carbone, in base a risultati di esercizio.** (E. T. Z., n. 31 del 31 luglio e n. 32 del 4 agosto 1930, pag. 1091 e 1131).

L'autore ricorda alcuni progressi nella tecnica degli impianti di grandi centrali a vapore ultimamente conseguiti e, in mancanza di dati di esercizio dele centrali tedesche, si basa sui risultati di parecchi anni di funzionamento di centrali termiche olandesi facendone un'ampia e dettagliata analisi. Commentando i dati esposti l'Autore conclude che i costi per kWh prodotto sono molto bassi; per altro ritiene che tali cifre si possano applicare anche agli impianti tedeschi, di cui esamina le caratteristiche di carico e di funzionamento. Sempre con riferimento alle condizioni degli impianti tedeschi, l'A. esprime dei dubbi sulla convenienza di eseguire impianti termici a lignite vicino alle miniere, ritenendo preferibile costruire impianti termici a carbone nei singoli punti di utilizzazione. *T. S.*

E. Probst e F. Tölke — **La tecnica e l'economia delle dighe di calcestruzzo e di cemento armato.** (En. Elettrica, luglio 1930, pag. 594)

Il prezzo delle dighe, specialmente per quelle di notevole altezza, incide in modo preponderante sugli impianti idroelettrici, per cui è giustificata la ricerca di costruzioni che pur garantendo la massima sicurezza permettano notevoli economie. Attraverso una accurata rassegna dei tipi che attualmente si contendono il campo, gli autori concludono che generalmente le dighe ad arco, in condizioni particolarmente adatte, e quelle ad archi multipli, nella maggior parte dei casi, sono in pari tempo le più economiche e le più sicure. Di queste ultime gli autori propongono un tipo ad archi con pareti verticali e speroni inclinati a monte e a valle, che alla semplicità di costruzione unirebbe sicurezza di calcolo e notevole risparmio di materiale. A quest'ultimo riguardo le dighe con archi multipli inclinati, valendosi anche del peso dell'acqua, si mostrano più conve-

nienti, ma i limitati spessori a cui danno luogo, possono generare apprensione. Gli speroni proposti sul lato a monte e che avrebbero soltanto funzione di contrappeso, nella parte inferiore, sarebbero scostati dal resto della muratura, riducendo così gli effetti delle dilatazioni e avrebbero nella parte di mezzo della loro base una cavità, per aumentare la pressione specifica sul terreno, coll'intento di ridurre l'effetto delle sottopressioni; alla sommità gli speroni a monte sono collegati con quelli a valle.

Si conclude con la necessità di raccogliere e ordinare risultati sperimentali e statistiche su dighe e modelli, specialmente riguardo alla distribuzione delle temperature e delle sollecitazioni nell'interno, riguardo alle sottopressioni, fessurazioni e spostamenti, la misura dei quali può servire anche alla determinazione delle sollecitazioni nei vari punti. Quest'iniziativa che culminerebbe coll'istituzione di un archivio tecnico internazionale, potrebbe essere adottata dalla Commissione internazionale per le dighe. *I. P.*

MATERIALI.

M. Michailov — Sulla impregnatura dei materiali isolanti. (E. T. Z. n. 33 del 14 agosto 1930, pag. 1158).

L'A. mostra come nessuno dei metodi esistenti di impregnatura possa rendere gli isolanti fibrosi completamente anigroscopici. La cagione sta nel fatto che in ambiente umido l'acqua contenuta nell'atmosfera non si condensa nei pori del materiale isolante fibroso di origine vegetale, ma viene assorbita dal materiale base dell'isolante stesso. L'impregnazione dei pori con materiale impermeabile può perciò solo influire sulla rapidità con cui l'acqua viene assorbita dalla cellulosa. Per evitare l'effetto dell'assorbimento di umidità da parte degli isolanti fibrosi non resta che rivestirli con strati di lacche impermeabili: questo metodo è però efficace solo quando l'isolante fibroso viene interamente rivestito con lacca, perchè, se vi è soltanto una piccola porzione scoperta, per quella si può infiltrare l'umidità e può venire compromesso tutto l'isolamento. *T. S.*

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

O. E. Charlton, W. D. Ketchum — Determinazione della velocità e del rallentamento delle macchine durante le misure delle perdite. (J. A. I. E. E., giugno 1930, pag. 428).

Come è noto per le misure delle perdite meccaniche nelle macchine elettriche si ricorre al metodo di determinare la curva di rallentamento della macchina cioè la relazione che si verifica fra il numero di giri e il tempo quando la macchina è lasciata libera di rallentare la sua velocità iniziale. Tale determinazione si fa per punti prendendo, a intervalli di tempo misurati con un cronometro, la misura del numero di giri con un tachimetro. Il metodo non è praticamente molto preciso specialmente quando si tratti di macchine che rallentano rapidamente. In occasione di prove eseguite in centrali americane si è costruito uno speciale cronografo che consiste essenzialmente in un diapason elettromagnetico, e in una punta i quali lasciano una traccia su un nastro di carta cerata che si svolge con velocità uniforme. Il diapason è mantenuto a 100 vibrazioni per secondo, mentre la punta è mossa e portata a toccare il nastro, da un contatto fisso sull'albero della macchina. Si ha così una registrazione contemporanea della velocità e dei tempi.

Riesce quindi facile dedurne con grande esattezza, per punti, l'andamento della curva di rallentamento. Per il calcolo poi dell'inclinazione della curva nei diversi punti gli AA. anzichè ricorrere al tracciamento grafico delle tangenti, espongono un metodo di derivazione numerica, reso rapido da appositi artifici e che permette di raggiungere una approssimazione assai più grande. Il metodo applicato in numerosi casi si è dimostrato pratico ed utile. *R. S. N.*

D. Lupi — Teoria e pratica del metodo A. R. A. (En. Elettrica, luglio 1930, pag. 620).

Il metodo A.R.A. dell'A. viene riassunto dando anche una costruzione grafica da eseguire per la rapida determinazione delle potenze attive, reattive e apparenti, stellari. Alcuni esempi pratici, effettuati anche in confronto col sistema Aron, mostrano le caratteristiche e i vantaggi propri del metodo in discorso. *I. P.*

G. F. Shotter — Un nuovo metodo di prova dei trasformatori di misura e le sue applicazioni. (J. I. E. E., Londra, luglio 1930, pag. 873).

La taratura di un riduttore di corrente può essere fatta con un altro riduttore di eguale rapporto e del quale si conoscono gli errori di rapporto, con un nuovo metodo per riduzione a zero proposto dall'A. L'indicatore di zero è un wattmetro doppio montato con le bobine ampermetriche in serie con i secondari dei due trasformatori di corrente e con le bobine voltmetriche in derivazione ai morsetti del generatore di corrente alternata che alimenta i primari dei medesimi. L'uguaglianza delle caratteristiche elettriche dei due riduttori è rivelata dall'indicazione di zero del wattmetro, nel caso che questo risultato non si osservi, si deve ridurre a zero l'indicazione dello strumento a mezzo di una resistenza variabile e tarata messa in serie col circuito di una delle bobine voltmetriche. Si fanno con questo apparecchio due prove successive: una con uno sfasamento nullo fra la tensione ausiliaria e la corrente principale e l'altra con uno sfasamento di 60°; i due valori di resistenza che si deducono, servono a calcolare l'errore di rapporto e quello di fase. Si può dimostrare facilmente che con uno sfasamento di 60° l'errore di fase di 20 minuti si traduce in un aumento del rapporto dell'1 %; basta perciò sottrarre dall'errore di rapporto percentuale con 60° di sfasamento quello misurato con 0° e moltiplicare la differenza per 20 per avere subito l'errore di fase espresso in minuti.

L'apparecchio completo consta di due serie di tre resistenze a manopola del tipo a decadi collegate fra di loro in serie con una delle bobine voltmetriche. Si dispongono le tre manopole della prima serie di resistenze in modo da segnare l'errore di rapporto del trasformatore campione, si riduce a zero la deviazione del wattmetro agendo sulle altre resistenze e si legge poi su queste l'errore di rapporto del trasformatore in prova. La sensibilità del wattmetro permette di leggere il rapporto di trasformazione con l'approssimazione del 0,01 %.

La stessa disposizione dei circuiti può servire per rilevare gli errori dei riduttori di tensione; in tal caso si deve alimentare le bobine ampermetriche con una corrente ausiliaria e quelle voltmetriche separatamente con le tensioni date al secondario dei due trasformatori. La resistenza di regolazione si mette in serie con uno dei due secondari. Durante le misure i riduttori sia di corrente che di tensione possono essere tenuti sotto carico in modo da rilevare il rapporto nelle loro reali condizioni di funzionamento. Il trasformatore campione conviene che sia a portate multiple, preferibilmente del tipo a foro centrale. Altre applicazioni del metodo suggerite dall'A. sono: la misura del rapporto di un trasformatore di energia industriale, la misura delle perdite nel medesimo, la determinazione del rendimento nelle macchine a corrente continua. Lo studio è completato da una breve trattazione teorica del metodo descritto. *I. L.*

M. Knoll — Registrazione di fenomeni transeunti rapidissimi mediante l'oscillografo a raggi catodici e all'aria libera. (J. A. I. E. E., giugno 1930, pag. 463).

E' noto come una delle maggiori difficoltà pratiche nella manovra degli oscillografi a raggi catodici derivi dalla delicatezza delle operazioni necessarie per caricare e scaricare le lastre sensibili dalla camera a vuoto, assicurando la conservazione del voluto grado di vuoto. Si sono studiati recentemente parecchi dispositivi per facilitare le manovre e in molti casi si sono adottate pellicole lunghe centinaia di metri per ridurre il numero di operazioni manuali necessarie.

L'A. rende conto delle esperienze fatte nel laboratorio della Technische Hochschule di Berlino, per ottenere delle buone registrazioni fotografiche su lastre o pellicole tenute all'aria aperta, fuori dalla camera a vuoto. A tale scopo si è disposta sulla parte della camera a vuoto una finestra permeabile per gli elettroni: essa può essere costituita da un foglio di alluminio da 7 μ, sostenuto da una leggera griglia che produce un'ombra lievissima. Con tensioni dell'ordine di 65-75 kV oltre il 5 % degli elettroni attraversa la finestra con velocità pressochè invariata ciò che permette di ottenere registrazioni fotografiche colla stessa rapidità come entro il tubo a vuoto.

Fra gli esempi di oscillogrammi riportate ve ne sono sono di quelli rimarchevoli per la grande rapidità di registrazione che arriva in un caso fino a 5000 chilometri al secondo; ciò permette di riconoscere e analizzare fenomeni che avvengano in un miliardesimo di secondo. *R. S. N.*

A. Gaier — Misuratori di velocità elettrici per veicoli. (El. Bahnen, N. 4, aprile 1930).

Il tachimetro che l'A. descrive riporta la misura della velocità a quella della tensione o della frequenza di una corrente alternata generata da un apparecchio la cui parte rotante è comandata da una delle ruote del veicolo. La parte fissa è costituita da un tamburo su cui è montato un avvolgimento, mentre la parte rotante comprende un determinato numero di magneti permanenti in acciaio. Come istrumento misuratore può essere adottato un voltmetro graduato in giri/min. o km/h oppure un frequenziometro. Quest'ultimo è molto preciso ma non si presta per un ampio intervallo di velocità: per questo viene spesso adottato un tachimetro combinato funzionante contemporaneamente da voltmetro e da frequenziometro. La scala del frequenziometro consente la misura esatta della bassa velocità, quella del voltmetro, delle velocità più elevate.

L'A. cita anche l'applicazione di tachimetri registratori e ne illustra i vantaggi, ricordando le condizioni che devono essere osservate per ottenere un buon funzionamento degli istrumenti. *V. D. Ma.*

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

W. Schemmerling — Il rendimento economico dei ventilatori nei focolari. (A. E. G. Mitteilungen, n. 7, 1930, pag. 478).

L'A. esamina i diversi elementi che influiscono sulla scelta dei motori di comando dei ventilatori per il tiraggio forzato o indotto, per i riscaldatori d'aria, e per i ventilatori-iniettori, che nelle centrali moderne sono di un'importanza molto considerevole e che vanno regolati entro limiti abbastanza ampi di velocità. Rendimento e ingombro sono gli elementi di scelta.

L'A. riconosce che il motore a corrente continua con eccitazione

in derivazione sarebbe il più conveniente per il comando, ma contro ad esso c'è la questione della conversione dell'energia che il più delle volte va fatta appositamente, e che importa un aumento di costo e di complicazione dell'impianto. Il motore asincrono trifase, di potenza media e grande, non è certo economico nel funzionamento con regolazione di velocità per mezzo di resistenze, e gli va preferito il motore trifase a collettore che rende anche più semplice il comando elettrico a distanza. L'A. confronta i due tipi per uno schema di servizio a velocità variabile alla quale corrisponde nel caso dei ventilatori, una potenza richiesta variabile col quadrato, e mette così in evidenza la superiorità del tipo a collettore.
A. Bs.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

W. Wilson - L. Espenschied — **Servizio radiotelefonico con navi in alto mare.** (J. A. I. E. E., luglio 1930, pag. 542).

Gli AA. si occupano in particolar modo dell'impianto eseguito a bordo del transatlantico americano «Leviathan» per il collegamento, in servizio pubblico, per via radio colla rete telefonica degli Stati Uniti. L'impianto, eseguito dalla Casa Bell, è stato in servizio con soddisfazione nell'anno 1930. Come è noto parecchie altre installazioni pel collegamento colla rete europea o americana sono state eseguite anche a bordo di piroscafi europei.

Uno dei problemi più seri è quello di stabilire la frequenza più opportuna. Si fa uso di onde corte e si è riconosciuto che per poter mantenere il collegamento per tutta l'ampiezza dell'Oceano Atlantico è necessario poter disporre di quattro diverse frequenze da impiegare secondo le distanze. Le condizioni di ricezione a bordo sono piuttosto cattive specialmente per i rilevanti disturbi derivanti dal funzionamento del macchinario elettrico di bordo. E' quindi opportuno fare uso di stazioni trasmettenti costiere di potenza piuttosto rilevante e disporre di dispositivi di orientamento delle onde in un fascio diretto secondo la rotta dei piroscafi. Nel caso particolare considerato, la stazione costiera di New York ha la potenza di 15 kW.

La stazione trasmittente a bordo può invece essere di limitata potenza date le buone condizioni di ricezione che si possono realizzare nella stazione costiera.

L'A. descrive con qualche dettaglio la stazione trasmittente, da 500 W, a bordo del «Leviathan» e la relativa stazione ricevente. L'esercizio finora compiuto ha dimostrato la possibilità di mantenere un servizio continuativo per le 24 ore fino a distanze di poco più di 1500 chilometri dalla costa, mentre per distanze maggiori le ore di funzionamento utile si vanno sempre più riducendo. Quanto alle stazioni costiere di collegamento esse non differiscono gran che da quelle destinate alle comunicazioni radiotelefoniche transoceaniche.

L'A. fa rilevare l'importanza di arrivare ad un accordo internazionale sulle frequenze da destinare a questo speciale servizio.
R. S. N.

TRASFORMATORI.

I. Wahling — **La corrente a vuoto dei trasformatori.** (E. u. M., n. 18, 4 maggio 1930).

L'A. esamina l'importanza che assumono la grandezza e le caratteristiche della corrente a vuoto dei trasformatori alimentanti le reti di distribuzione a bassa tensione. La grandezza di tale corrente influisce sull'entità dell'energia reattiva richiesta ai generatori, e la presenza di armoniche nell'onda di corrente causa una deformazione dell'onda di tensione della rete.

Sono esaminati i dati di corrente a vuoto di numerosi trasformatori a bassa tensione, di fabbricazione diversa, e sulla scorta di essi, vengono discusse le possibilità di stabilire prescrizioni razionali sulle correnti a vuoto, in caso di ordinazione di trasformatori.
V. D. Ma.

C. E. Schwenger — **Trasformatori di distribuzione interrati.** (J. A. I. E. E., luglio 1930, pag. 519).

Nei quartieri cittadini dove non è possibile fare uso di trasformatori da palo per alimentare le reti di distribuzione, si è in generale costretti a installare i trasformatori in appositi locali sotterranei in scavo e che vengono a costare assai. Da qualche anno si sono esperimentati con successo a Toronto dei trasformatori direttamente interrati senza alcuna speciale protezione circostante. Prove eseguite mantenendo in servizio dei trasformatori, di limitata potenza, completamente sepolti in cassoni di sabbia hanno dimostrato che la temperatura assunta dall'olio varia in funzione di quella dell'aria esterna, ciò che dimostra che il trasformatore cede il proprio calore con relativa facilità al terreno circostante anche se è secco.

Si sono perciò messi in servizio regolare alcuni di tali trasformatori provvedendoli dei necessari dispositivi di controllo; la loro potenza è di poche decine di kW, ma essi sono in servizio da parecchi anni senza inconvenienti. Speciali accorgimenti costruttivi sono stati studiati per l'entrata dei cavi e per rendere assolutamente stagno il cassone contro le infiltrazioni di umidità. Per il ricambio del trasformatore in caso di guasto, si mette allo scoperto il coperchio della cassa che può venire poi facilmente levato; si distaccano i cavi, e si estrae tutto il trasformatore lasciando in posto la cassa entro la quale viene immesso un altro trasformatore. Attualmente vi sono in servizio a Toronto una trentina di trasformatori interrati i quali funzionano quasi a piena potenza senza raggiungere temperature superiori a quelle prescritte dalle Norme. Le economie di impianto sono rilevanti.
R. S. N.

K. Craemer — **Trasformatore con raffreddamento in olio per tensione di un milione di volt verso terra, in un solo salto.** (A. E. G. Mitteilungen, n. 7, 1930, pag. 491).

L'A. descrive e illustra un tipo di trasformatore di prova per tensioni fino a 1 milione di volt verso terra, ottenute in un solo salto, a differenza dei sistemi finora seguiti di inserzione in serie di parecchi trasformatori per ottenere la tensione massima verso terra. Il trasformatore ha una potenza di 1000 kVA e una tensione di corto circuito del 7 %, cosicchè per un pieno carico capacitivo (come avviene normalmente nella prova dei cavi) di 1 A si ha un aumento del 7 % nella tensione rispetto alla marcia a vuoto. Le dimensioni principali del trasformatore sono: altezza 3140 mm, diametro dell'involucro 2440 mm, altezza totale, compreso l'isolatore verticale 8245 mm, peso totale, con olio 31 tonn.

Il trasformatore è costruito in due tipi diversi: l'uno con isolatore verticale in ceramica montato sul coperchio, l'altro con isolatore orizzontale in carta compressa, che può servire anche come passante murale del locale ad alta tensione. Il trasformatore è caratterizzato dal campo elettrico crescente o decrescente progressivamente, creato lungo l'avvolgimento; si ottiene così una grande resistenza meccanica contro gli effetti delle onde a fronte ripida, e una protezione integrale dell'avvolgimento a bassa tensione, che è praticamente non influenzato dalle onde a fronte ripida sull'alta tensione. La generatrice può così essere connessa al trasformatore senza alcun dispositivo di protezione. Per mezzo d'una bobina di reattanza accoppiata in parallelo all'avvolgimento a bassa tensione e in risonanza, si può ottenere oltre alla diminuzione di corrente della macchina, una curva di tensione quasi sinusoidale.
A. Bs.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

T. W Ross e H. G. Bell — **Gli ultimi perfezionamenti nella protezione delle linee trifasi.** (J. I. E. E., Londra, luglio 1930, pag. 801).

La messa a terra del neutro negli impianti elettrici è raccomandabile anche perchè essa non dà luogo a disturbi sui circuiti telefonici per effetto delle correnti di terra, come è stato dimostrato dalla pratica recente. Una bobina di reattanza messa in serie col neutro migliora le condizioni dell'impianto in quanto un corto circuito su una fase può avere un carattere temporaneo e conviene ridurne l'entità; un relais a tempo può sempre mettere in corto circuito la reattanza e determinare lo scatto dell'interruttore qualora il guasto sulla linea si prolunghi. I relais a tempo più usati sono quelli ad induzione, il ritardo che essi danno è tanto minore quanto più la corrente di corto circuito è elevata; di solito il ritardo è limitato a 2 secondi. Sono stati introdotti dei relais che sono una combinazione di quello a tempo ed a massima corrente con quello wattmetrico; quest'ultimo è di tipo molto sensibile e tale da apprezzare un'inversione nel flusso dell'energia del 4 % del valore normale quando la tensione si è ridotta ad 1/100. Il relais wattmetrico è inserito in modo da chiudere il secondario del relais di massima (che essendo monofase ha bisogno di un flusso ausiliario che crei la coppia attiva) quando si produce un guasto in un generatore e la corrente di linea cambia quindi di direzione. Per rivelare i corto circuiti verso terra si usano dei relais di massima sulla presa di terra o wattmetrici se il neutro è isolato. I relais ad impedenza sono specialmente adatti per la protezione dei feeder; essi funzionano soltanto quando il rapporto fra la tensione applicata e la corrente nel feeder scende al disotto del valore dell'impedenza di questo; sono del tipo ad induzione con due bobine separate, una voltmetrica e l'altra ampermetrica, che esercitano sul disco due coppie antagoniste; quando prevale la coppia prodotta dalla seconda il disco si muove e chiude il circuito di apertura dell'interruttore. La resistenza dell'arco può però impedire il funzionamento del relais in quanto si somma a quella del feeder. Il relais wattmetrico può anche essere sostituito da uno di minima tensione e combinato con un relais di massima secondo lo schema già descritto.

La protezione differenziale è stata applicata anche ai feeder usando però speciali trasformatori di corrente a nucleo cilindrico ed interrotto da diversi intraferri che ne impediscono la saturazione magnetica; i secondari di due di tali trasformatori installati agli estremi dei feeder sono messi in opposizione a mezzo di due fili piloti e in condizioni normali non danno corrente. Se però lungo la linea si produce un guasto, nei fili piloti circola una corrente che può essere utilizzata per fare scattare un relais; se quest'ultimo è del tipo ad induzione si può chiudere la bobina ausiliaria in serie col circuito dei fili piloti e alimentare la bobina principale con la corrente di linea attraverso ad un riduttore: il disco potrà allora muoversi soltanto quando la corrente di linea assume valori diversi ai due estremi. E' stato introdotto anche un tipo di relais a lamina vibrante con frequenza eguale a quella dell'impianto, esso non può essere influenzato dalle sovracorrenti di origine esterna all'impianto. Una semplificazione nella protezione dei feeder si può ottenere con l'uso dei raddrizzatori ad ossido di rame inseriti sul secondario dei riduttori già descritti; agli estremi del feeder si hanno due correnti continue che in condizioni normali sono eguali e si bilanciano; per il controllo dell'uguaglianza delle

due correnti basta allora un solo filo pilota perchè l'altro è sostituito dalla terra. Nel caso speciale che diversi feeder siano in parallelo fra due sistemi di sbarre poste agli estremi, la protezione differenziale si può applicare fra i capi dei feeder che si trovano da una stessa parte. Se ad es. si produce un guasto in uno dei feeder la distribuzione della corrente varia anche negli altri ed i relais entrano in funzione separando soltanto quello guasto; il vantaggio principale di questo sistema stà nel risparmio dei fili piloti. *I. L.*

PH. SPORN — **Osservazioni durante il 1928 sulle fulminazioni sulle linee a 132 kV. della Am. Gas and Electric Co.** (J. A. I. E. E., giugno 1930, pag. 432).

La American Gas and Electric Co. ha preso la lodevole abitudine di comunicare ogni anno i risultati delle osservazioni eseguite sulle proprie linee a 132.000 V intorno agli effetti delle scariche atmosferiche. Vengono ora pubblicati i dati relativi al 1928. Si è confermata la efficacia del filo di terra; l'unica linea con due fili di terra ha presentato sensibilissimi vantaggi rispetto alle altre. Il filo di terra si è anche dimostrato efficace nel produrre una maggiore simmetria nelle sovratensioni indotte rispettivamente nei conduttori più elevati e in quelli più bassi. Gli schermi sulle catene di isolatori sono poco efficaci contro le scariche però sono molto utili nel proteggere dai guasti conseguenti gli isolatori. Nessun fenomeno è venuto a confermare l'ipotesi che le scariche siano più frequenti sulle catene portate da pali che presentino una maggiore resistenza verso terra. Nelle linee a due terne è relativamente raro che entrambi siano messe fuori servizio. *R. S. N.*

JAKOB-OTTER — **Contributo sull'introduzione del servizio a doppia frequenza per linee di trasporto d'energia a 110 kV.** (El. Bahnen, n. 6 e 9, giugno e settembre 1930).

Nella prima parte dell'articolo si dimostra che l'utilizzazione delle reti per il trasporto di energia a frequenza industriale ed alla frequenza di trazione (in Germania, 16 2/3per/sec) dovrebbe essere accompagnato da uguale utilizzazione per i trasformatori delle sottostazioni e delle centrali; si accentuerebbe in tal modo l'economia di spazio e la riduzione del costo degli impianti. Sono riportati, inoltre, i risultati degli esperimenti eseguiti nella sala prove della « Porzellanfabrik Hermsdorf - Schomburg », per studiare il comportamento delle catene di isolatori sotto l'influsso contemporaneo delle due frequenze: le prove hanno dimostrato che nel funzionamento a doppia frequenza l'isolamento di linee trifasi normali a 110 kV può essere sollecitato con tutta sicurezza da una tensione supplementare monofase fino a 70 kV.

Secondo quanto è riportato nella seconda parte della memoria, le ricerche fatte dalla direzione del compartimento di Stoccarda delle Ferrovie tedesche dello Stato, per lo studio dei vantaggi del servizio a doppia frequenza, hanno condotto a risultati discordi per le varie linee: si sono notati, per alcune, accentuati svantaggi (Ost-West-Linie), per altre, invece, risultati favorevoli (Nord-Süd-Linie).

Gli AA. riassumono infine i punti di vista che devono presiedere all'introduzione del servizio a doppia frequenza. *V. D. Ma.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

F. GUBLER — **I locomotori per treni diretti della Ferrovia del Nord in Spagna.** (Revue Brown Boveri, n. 8, agosto 1930).

I locomotori disimpegnano il servizio dei treni diretti sulla linea di valico Irun-Alasua appartenente alla rete del Caminos de hierro del Norte de España, elettrificata con corrente continua a 1500 V. Essi sono adatti per lo scartamento di 1674 mm, hanno una lunghezza totale di 24 m, un'altezza massima di 6100 mm e pesano 145 tonn. La potenza oraria complessiva ai cerchioni è di 2400 kW a 56 km/h, quella continuativa di 2000 kW a 595 km/h. Lo sforzo di trazione orario, ai cerchioni, è di 15.600 kg; la velocità massima di 110 km/h.

La parte meccanica dei locomotori si compone essenzialmente della cassa che appoggia, coll'intermediario di due ralle distanti 9750 mm, su due carrelli motori fra loro accoppiati. Ciascun carrello comporta tre assi motori e due assi portanti. Ciascun asse motore è comandato da un motore fissato al telaio che, mediante due pignoni elastici, trasmette il moto a due ruote dentate collegate alle ruote motrici col sistema articolato Brown Boveri. E' notevole il fatto che detto comando è lubrificato per semplice sbattimento d'olio.

La cassa dei locomotori si compone delle due cabine di manovrà, di uno scompartimento per il macchinario e l'apparecchiatura, situato fra le due cabine, e di due cofani alle testate.

L'equipaggiamento elettrico comprende sei motori di trazione eccitati in serie, ciascuno della potenza oraria 410 kW e continuativa di 350 kW a 1350/2 V. Per la trazione i motori possono formare i seguenti collegamenti: sei motori in serie; due gruppi in parallelo, composti ciascuno di tre motori in serie; tre gruppi in parallelo, di due motori in serie: per ciascun collegamento è possibile, inoltre, indebolire il campo su due posizioni (75 e 61,5%). L'equipaggiamento motore è adatto per frenamento a ricupero nelle discese. Per rendere stabile il funzionamento dei motori durante la marcia in ricupero, è adottato un gruppo convertitore di frenamento composto di un motore a 1500 V, un motore di stabilizzazione in serie con una resistenza ed una dinamo eccitatrice, a tensione variabile da 30 a 110 V, che assicura l'eccitazione separata ai motori di trazione. Le posizioni di marcia e di frenamento sono ottenute con la manovra di un controller principale comune. La corrente, captata alla linea di contatto mediante due pantografi a due archetti, comandati coll'aria compressa, è condotta ai motori di trazione attraverso ad un interruttore ultra rapido a comando elettropneumatico e munito di relais per lo scatto a massima corrente, massima tensione e tensione nulla. Completano l'equipaggiamento dei locomotori i gruppi per i servizi ausiliari: gruppo convertitore di tensione 1500/65 V c. c., moto-pompa per il freno a vuoto, gruppi di ventilazione per i motori di trazione e gli strumenti di misura e di controllo (tachimetro, indicatori di vuoto, manometri, amperometri e voltmetri, interruttori ausiliari, valvole, ecc.). *V. D. Ma.*

O. K. MARTI - W. GIGER — **Circuiti ausiliari pei servizi sulle tramvie a corrente continua ad alta tensione.** (J. A. I. E. E., luglio 1930, p. 562).

Riassumendo rapidamente la storia dello sviluppo delle tranvie a corrente continua ad alta tensione gli AA. ricordano e lodano ripetutamente le iniziative italiane che sono state sempre, in questo campo, all'avanguardia. Per quanto riguarda i servizi ausiliari (comandi, compressore, illuminazione, riscaldamento, ecc.) mentre nei primi tempi vi si provvedeva con appositi gruppi generatori a bassa tensione, si è attualmente sviluppata la tendenza a derivare anche per essi l'energia direttamente dalla linea di contatto ad alta tensione.

Per i compressori sono ormai molti diffusi i gruppi comandati con motorini a 1500 V e ve ne sono anche in servizio a 3000 V; ciò permette già di ridurre di molto (fino da 1,5 a 2,5 kW) la potenza del gruppo generatore destinato a servire a bassa tensione gli altri servizi; ma anche questi si vanno adattando per la tensione di linea. Per il riscaldamento si sono da tempo adottati con successo elementi scaldanti inseriti direttamente sui 4000 V, e numerosi sono poi stati gli esempi di impianti di riscaldamento eserciti a 3000 V. Non si è ancora arrivati invece a servire ad alta tensione i comandi e la illuminazione; negli impianti recenti si installa a tale scopo un gruppo motore-generatore a 300 V; le installazioni più moderne comprendono, oltre il gruppo anche una batteria.

Gli AA. descrivono molti particolari costruttivi relativi alle installazioni ausiliarie sulle tranvie, specialmente per convogli composti di parecchie vetture. Chiudono poi illustrando la recente elettrificazione delle linee della Ferrovia Nord di Milano. *R. S. N.*

W. KLEINOW — **Le locomotive elettriche della ferrovia bavarese della « Zugspitz ».** (A. E. G. Mitteilungen, n. 7, 1930, pag. 485).

L'A. descrive e illustra abbondantemente i due tipi di locomotive elettriche usate sulla « Bayerische Zugspitzbahn » che, su una lunghezza di 18,5 km supera un dislivello di 1950 m arrivando alla quota di 2950 metri s. m. Essa è divisa in due parti; sulla prima, che è ad adesione, delle locomotive a due assi, a corrente continua a 1500 volt (ottenuta raddrizzando la corrente trifase per mezzo di raddrizzatori statici con ampolla di vetro, installati in una sola sottostazione) del peso di 27 tonn. con motori della potenza oraria di 112 kW rimorchiano dei treni con sei vetture viaggiatori, del peso totale di 72 tonn., alla velocità di 40 km/ora. La seconda parte è costituita da una ferrovia a cremagliera, con pendenza massima del 250 per mille. Su di essa i treni sono formati da due vagoni pesanti 24 tonn., che sono spinti alla velocità di 9 km/ora da locomotive a cremagliera del peso di 28,7 tonn. Queste locomotive sono a tre assi, ciascuno comandato da un motore singolo per mezzo di un riduttore a ingranaggi del rapporto di 127:1. La potenza oraria complessiva è di 510 kW. I motori sono inseriti in serie tanto in salita che in discesa. In discesa essi funzionano come generatori inviando la corrente su resistenze con raffreddamento artificiale. In servizio normale funziona soltanto tale freno elettrico. Le locomotive hanno però anche due freni a mano agenti sui pignoni dentati di comando, un freno a vuoto, un limitatore automatico di velocità e infine un freno a ceppi agente su uno degli assi portanti. *A. Bs.*

C. J. AXTELL — **Apparecchi ausiliari per tramvie a corrente continua ad alta tensione.** (J. A. I. E. E., luglio 1930, pag. 523).

I dispositivi ausiliari sulle vetture tranviarie sono numerosi e assorbono potenze che vanno da pochi watt a parecchi kW; vi sono fra essi, il compressore d'aria, i dispositivi di riscaldamento, l'illuminazione interna ed esterna, apparecchi di segnalazione, ecc. Il compressore, che è quello che assorbe la maggiore potenza, può in generale essere comandato direttamente alla tensione di linea finchè questa non superi i 1500 V. A tensioni maggiori occorre installare un gruppo motore-dinamo che assume allora una doppia funzione, cioè quella di fornire potenza, a tensione metà di quella di linea, pel compressore e di azionare anche un piccolo generatore ausiliario per fornire corrente a bassa tensione per gli altri servizi; la regolazione, necessaria specialmente per l'illuminazione, della tensione così generata viene effettuata mediante batterie inserite secondo schemi riportati dall'A.

Viene poi descritto in modo particolare l'equipaggiamento elettrico per gli ausiliari adottato su vetture tranviarie a Hoboken (New York - U. S.), a corrente continua 3000 V. *R. S. N.*

:: :: :: CRONACA :: :: ::

Il Conte Ing. L. Cozza lascia la Presidenza del Consiglio Superiore dei LL. PP.

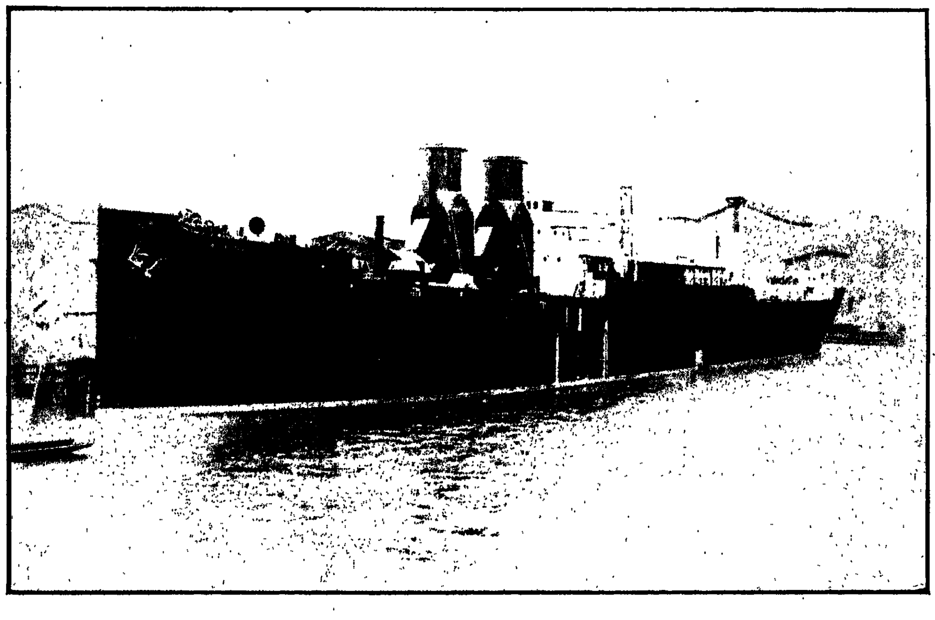
Aderendo ad un desiderio più volte manifestato, in questi ultimi tempi, dal Conte Ing. Luigi Cozza, il Ministro dei LL. PP., S. E. Crollalanza, ha recentemente consentito ad accettarne le dimissioni dall'altissimo ufficio di Presidente del Consiglio Superiore dei LL. PP.

La nobile figura del nostro insigne Consocio è talmente nota e stimata nel mondo elettrotecnico, oltrechè negli ambienti tecnici statali, che sarebbe veramente opera superflua ricordarne qui la profonda competenza in tante questioni d'ingegneria; la dirittura adamantina, le doti innate di contegno e di tatto; ricordare i numerosi uffici, sempre più alti e delicati, ricoperti così degnamente e con tanto prestigio, portando nelle questioni più controverse una nota di serenità, di equilibrio e di acuta ed intelligente imparzialità che finiva tanto spesso col riscuotere il consenso generale; ricordare, infine, le grandissime benemerenze da Lui acquistate verso l'Amministrazione statale di cui era giustamente vanto, e verso il Paese. Il Conte Cozza ha fortunatamente consentito a conservare ancora talune delle sue elevate funzioni, fra cui quella di Presidente del Comitato per l'Ingegneria del Consiglio Nazionale delle Ricerche; sicchè, Egli renderà ancora, certamente, grandi servizi al nostro Paese. A Lui, dunque, anche in questa occasione, l'omaggio rispettoso e cordiale degli elettrotecnici italiani, che da oltre un dodicennio si onorano di averlo, nelle loro file e che gli sono riconoscenti del lustro che all'ingegneria italiana è derivato (e deriverà ancora!) dalla complessa e mirabile sua attività; ed al suo valoroso successore, l'Ing. Gr. Uff. P. Calletti, che così larga impronta di sè ha già saputo dare all'Azienda Autonoma della Strada ch'egli presiede fin dall'origine, le nostre vivissime felicitazioni ed il nostro caldo saluto augurale.

* *

IMPIANTI.

Una *centrale termoelettrica galleggiante* è entrata in esercizio il 13 novembre 1930 negli Stati Uniti. Si tratta del piroscafo «Jacona», trasformato da nave da carico in centrale termica con una potenza installata di 20.000 kW per conto della New England Public Service Co.



di Augusta (Maine S. U.). La nuova centrale che realizza i concetti recentemente illustrati sul nostro giornale (vedi *L'Elettrotecnica*, 25 novembre 1930, pag. 762) ha iniziato il suo servizio nel porto di Bucksport (Maine). La Compagnia costruttrice ritiene che questo tipo di centrali possa permettere una sensibile riduzione nell'investimento di capitali in confronto alle ordinarie centrali termoelettriche fisse a vapore, mentre d'altra parte potendo le centrali galleggianti essere spostate a volontà secondo i bisogni si ritiene che il numero di ore di utilizzazione possa riuscire più che doppio rispetto a una centrale fissa.

Il canale navigabile di Welland dal 1824 in poi è stato rifatto 3 volte e sempre con nuovi ampliamenti; esso unisce il lago Erie al lago Ontario che si trova ad un livello di circa 100 m più in basso. Il dislivello è superato con una serie di 8 conche chiuse da paratoie metalliche che in un punto hanno un'altezza di ritenuta di 14,2 m; la larghezza di una paratoia è di 24 m e la lunghezza di una conca di 250 m; lungo il canale possono navigare nei due sensi dei bastimenti che hanno un'immersione di 9 m. Il canale si svolge su una lunghezza di 40 km e può essere percorso in 8 ore; il canale è attraversato da 9 linee ferroviarie e da 12 strade mediante 21 ponti mobili, dei quali 9 (i più brevi) si sollevano facendo perno ad uno degli estremi e i rimanenti si alzano mantenendosi in posizione orizzontale sollevati da due torri di ferro innalzate alle estremità. Il canale è integralmente elettrificato (*The El J.*, luglio 1930, pag. 402); la potenza totale installata è di circa 10.000 kW e viene distribuita lungo il canale a 26.000 volt (frequenza 66 2/3 periodi/sec); la tensione si riduce a 550 volt a mezzo di sottostazioni di trasformazione ed è applicata ai motori trifasi che comandano il sollevamento dei ponti. Nel caso che la corrente mancasse i ponti sarebbero manovrati con motori a benzina così da garantire la continuità al servizio. Le varie manovre che si devono compiere per sollevare un ponte sono eseguite automaticamente sempre nello stesso ordine con comandi a distanza. Più facile si presenta la manovra per l'apertura e la chiusura delle paratoie nelle conche. Il canale di Welland è illuminato su tutta la lunghezza come una strada di città; le lampade da 4.000 lumen (20 ampere in serie) sono sistemate ad una distanza di 120 m l'una dall'altra e realizzano un'illuminazione paragonabile a quella del plenilunio. *I. L.*

Per evitare che le *macchine ausiliarie di un impianto termico* di bassa o media potenza ne abbassino notevolmente il rendimento globale, in molteplici casi si sono costruiti dei gruppi comandati da una sola turbina: dei treni di ingranaggi con ruote di diametri diversi permettono di ottenere per ciascuna macchina ausiliaria la velocità più conveniente, mentre la turbina funziona a velocità elevata. Uno di questi gruppi è rappresentato nella *Révue Brown Boveri* dell'agosto 1930: una turbina da 30 kW a 8000 giri/min comanda simultaneamente una dinamo da 14 kW, 2600 giri, e tre pompe rispettivamente a 1400, 1800, 5400 giri/min. *V. D. Ma.*

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

La *Scuola Speciale di Perfezionamento per Ingegneri Elettricisti*, del Politecnico di Milano, proseguendo la iniziativa che ha avuto tanto successo nello scorso anno, ha deciso di promuovere anche quest'anno alcuni brevi corsi di lezioni serali secondo il seguente programma:

Nel mese di marzo 1931 il Prof. E. Bottani terrà 6 od 8 lezioni su la «Teoria generale dei circuiti in regime permanente». - Nel mese di aprile l'Ing. L. Emanueli terrà un corso monografico di 6 od 8 lezioni sulla «Tecnica delle altissime tensioni». Nel mese di maggio, pure in 6 od 8 lezioni il Prof. A. Barbagelata tratterà dei «Metodi fondamentali per le misure di laboratorio».

A tutti, o ai singoli, corsi serali potranno essere ammessi gli ingegneri che ne facciano domanda scritta entro il 10 marzo 1931. Per informazioni rivolgersi alla Segreteria della Scuola (Milano, via Ponzio, 25 - Città degli Studi).

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

Nel numero di marzo 1930 le «A.E.G. Mitteilungen» esaminano la questione degli *avviamenti per i motori delle macchine rotative da stampa*, particolarmente grave per le esigenze del servizio che richiede grande robustezza di contatti e possibilmenti soffi magnetici per resistere alle numerose inserzioni e disinserzioni che avvengono specialmente all'avviamento della rotativa, regolazione facile alle diverse velocità, protezione del motore contro false manovre quando il treno è bloccato o la resistenza addizionale di avviamento non è inserita, e infine possibilità d'impiego di comandi a bottoni. Elencati ed esaminati i requisiti necessari, l'articolo descrive alcune realizzazioni di tali avviatori. *A. Bs.*

Sul comando elettrico dei compressori di media potenza riferiscono nel numero di marzo 1930, le «A.E.G. Mitteilungen» esaminando un tipo speciale di regolatore automatico che, nel tipo per motori asincroni con rotore ad anelli, comprende l'interruttore a diaframma (che provoca automaticamente la messa in marcia o l'arresto, in funzione della pressione dell'aria compressa nel serbatoio), l'avviatore automatico (che governa la resistenza d'avviamento) e la valvola di comando (che scarica il compressore per mezzo di un dispositivo meccanico di innesto). Per i motori con rotore a gabbia di scoiattolo, e a doppie scanalature, il regolatore automatico prevede l'inserzione diretta per le piccole potenze, e quella per mezzo di un compressore stella-triangolo comandato da un interruttore a tempo regolabile entro largo intervallo, per potenze fino a 10 kW. *A. Bs.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

Alcuni elementi caratteristici della *rete nazionale a 132 kV attualmente in costruzione in Inghilterra* sono descritti in *The El. J.*, agosto 1930, pag. 455) come esempi tipici della tecnica europea degli impianti elettrici. La costruzione delle sottostazioni all'aperto è diventata possibile con l'adozione dei quadri in ferro ermeticamente chiusi e con le sbarre completamente immerse nell'olio o in miscele isolanti dense. I profilati di ferro che costituivano la struttura portante degli interruttori in olio sono stati in gan parte sostituiti da strutture in cemento armato pure scomponibili e collegabili mediante bulloni al-

l'atto della messa in opera. Questo nuovo tipo di quadro è usato finora per tensioni fino a 6.600 volt e per correnti anche di 3.500 ampere; sono in istudio dei tipi anche per tensioni di oltre 30.000 volt. Se gli interruttori trifasi sono sistemati in ambienti chiusi si possono scegliere due disposizioni diverse o il montaggio in orizzontale cioè con gli interruttori di ogni fase affiancati oppure in verticale cioè sovrapposti; il comando è però sempre unico.

Incontrano molto favore anche le cabine di trasformazione costruite completamente in ferro; esse danno la possibilità di accedere ai trasformatori da tutte le parti a mezzo di porte aperte in tutte le pareti; l'ingombro di queste cabine è molto ridotto poichè i corridoi interni restano eliminati. Un'altra novità è la riproduzione semplificata degli schemi elettrici di collegamento delle varie parti di un impianto fatto sul davanti dei quadri ed illuminato in corrispondenza delle sezioni che sono sotto tensione; analoghe segnalazioni luminose si adoperano per indicare la circolazione dell'acqua nei serpentini di raffreddamento dei trasformatori. La protezione degli impianti è di solito realizzata col metodo dei fili piloti; essa si presenta particolarmente conveniente quando la zona servita non è molto estesa. *I. L.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

La valutazione dell'*economia di esercizio* realizzabile colla trazione elettrica deve tenere calcolo di molti fattori tecnici e di esercizio influenzati dalla trasformazione del sistema di trazione. In *El. Bahnen* del giugno 1930, W. Wechmann dimostra che tale valutazione presenta spesso delle difficoltà che possono portare a risultati poco conclusivi. L'A. indica i criteri su cui sono basate alcune statistiche di confronto fra trazione elettrica ed a vapore, compilate dalle Ferrovie Svedesi dello Stato, dalle Ferrovie Federali Svizzere e dalle Ferrovie Tedesche dello Stato. *V. D. Ma.*

Nelle ultime *linee elettrificate dalle Ferrovie Federali Austriache*, non sono state, in generale, impiegate connessioni longitudinali e trasversali per collegare fra loro le rotaie. Il loro impiego è stato limitato negli incroci e nelle stazioni. Per controllare se l'esercizio era compatibile coll'abbandono delle connessioni, agli effetti del pericolo per il personale o per gli animali, sono state eseguite delle misure lungo la linea del Brennero. Si è riscontrato che, nelle peggiori condizioni, la tensione fra le rotaie ed una buona terra non sorpassava mai i 20 V (*E. u. M.*, n. 38 del 21 settembre 1930).

V. D. Ma.

Per le *tramvie di Trieste sono state recentemente costruite due cabine di conversione* da corrente alternata, 42 periodi, 26.000 V, in corrente continua a 600 V, equipaggiate rispettivamente con 1 e con 2 raddrizzatori a vapori di mercurio. Le cabine, in muratura, sono provviste di un sotterraneo pei trasformatori, le bobine di eccitazione, i servizi per la refrigerazione, ecc.; di un piano rialzato pei raddrizzatori, e di un locale per l'arrivo delle linee, gli interruttori, ecc.

I raddrizzatori sono a 6 anodi, per potenza da 600 kW. L'adescamento e l'eccitazione sono effettuati a corrente alternata a 210/120 V; l'eccitazione rimane sempre attiva anche quando il carico va a zero, cosicchè il raddrizzatore è sempre pronto a rispondere alle chiamate dalla rete. Il vuoto è mantenuto da 2 pompe: una a iniezione di vapori di mercurio, e l'altra a rotazione in miscela d'olio del tipo a segmenti oscillanti. L'impianto refrigerante è indipendente per ciascun raddrizzatore, ed è del tipo a circuito chiuso venendo l'acqua di circolazione raffreddata con refrigeranti ad aria soffiata.

La corrente alternata a 26.000 V viene abbassata a 490 V, con trasformatori trifasi da 600 kW provvisti di prese ausiliarie per mantenere costante la tensione secondaria al variare della primaria; la manovra è effettuabile, a trasformatore staccato, dall'esterno del cassone. Le cabine sono provviste di interruttori automatici in olio sull'alta tensione; di interruttori di massima e a ritorno di corrente, sul lato a corrente continua; di relais di massima ritardato per protezione contro sovracarichi di soverchia durata; oltrechè di tutti i necessari dispositivi di sicurezza, di segnalazione, di misura.

Le sottostazioni sono in servizio da oltre un anno con risultati pienamente soddisfacenti. Il rendimento generale dell'impianto risultò del 97,4 % a 1/4 del carico e del 96,5 % a pieno carico. Le prove di sovracarico diedero i seguenti risultati: 20 % per due periodi di 2 ore, distanziati fra loro di 1 ora; 50 % per 12' per due volte consecutive a brevissima distanza; 100 % per 10" due volte consecutive.

R. S. N.

Un *locomotore monofase continuo* è in esercizio da qualche tempo sulle linee delle Ferrovie Federali Austriache. Il suo funzionamento è basato sopra un principio affatto nuovo. La corrente monofase a 15 kV, 16 2/3 per/sec viene trasformata a bassa tensione e, come tale, convertita in trifase mediante un convertitore sincrono. La corrente trifase alimenta due converter, accoppiati meccanicamente al convertitore di fase, la cui corrente continua generata alimenta i tre motori di trazione che possono funzionare eccitati in serie o compound. La regolazione della tensione d'alimentazione dei motori è ottenuta spostando le spazzole del converter. L'eccitazione compound consente un facile rinforzo o indebolimento del campo e la marcia in ricupero. Il locomotore ha una potenza oraria di 1300 kW a 36.5 km/h e continuativa di 1170 kW a 37.5 km/h. Il suo peso totale in ordine di marcia è di 118 t. ed il peso aderente di 86 t. (*E. u. M.*, n. 38, 21 settembre 1930). *V. D. Ma.*

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

H. e W. Vieweger. — *Aufgaben und Lösungen aus der Gleich- und Wechselstromtechnik* (10ª edizione). — Berlino, J. Springer, 1931. Un volume di cm 13,5 × 21, di 341 pagine, con 289 figure. — Prezzo, marchi 11,50.

La nota raccolta di esercizi di elettrotecnica del Vieweger è arrivata ormai alla sua decima edizione in meno di venti anni; ciò dimostra la larga accoglienza incontrata dal libro, che l'A. ha saputo tenere volta per volta aggiornato coi progressi della scienza e della tecnica.

Anche in questa nuova edizione si notano alcune modifiche. Anzitutto è stata data maggiore ampiezza alla parte introduttiva di ciascuno paragrafo in modo che tutte le formule che vengono poi applicate riescono esposte precedentemente in forma succinta ma sufficiente; il libro riesce così completo in se stesso e non esige che si faccia ricorso ad altri testi.

Sono stati aumentati gli esercizi relativi agli avvolgimenti delle macchine, specialmente per adattare quelli di macchine esistenti a tensioni diverse, o simili questioni che possano presentarsi nelle riparazioni o nei rifacimenti di macchine. Completamente rimaneggiati sono stati i capitoli sul magnetismo ed i fenomeni di induzione; parecchi altri paragrafi sono stati ampliati ciò che ha avuto come conseguenze anche l'aumento della mole del libro.

*

A. Castellani. — *Funzionamento e costruzione di una stazione ricevente-trasmittente di televisione*. — Milano - Hoepli, 1931. — Un volume di cm 13 × 19, di 247 pagine, con 111 figure e 6 tavole fuori testo. — Prezzo L. 18.

L'argomento della televisione, che accenna ormai ad uscire decisamente dal campo sperimentale, comincia ad appassionare il pubblico. In questo volume l'Ing. Castellani ha voluto mettere alla portata di tutti coloro che abbiano una appena mediocre preparazione generale, i segreti della televisione; il suo libro sarà perciò ben accetto da tutti gli amatori di televisione che, se non sono moltissimi oggi, saranno certamente sempre più numerosi domani.

Il libro è diviso in tre parti. La prima, di carattere introduttivo, parla delle cellule fotoelettriche, dei relais luminosi e del concetto di immagine in generale. La seconda parte entra invece nel vivo del problema del funzionamento di un impianto di televisione, trattenendosi specialmente sui dispositivi di esplorazione e su quelli di sincronismo. L'ultima parte si occupa invece dei dettagli costruttivi dei singoli organi ed apparecchi.

L'A. aggiunge anche la descrizione, corredata dai disegni quotati, di un completo apparecchio ricevente di televisione che può dare buoni risultati «se costruito da persona assolutamente pratica di costruzioni radiofoniche». Noi non consiglieremmo a nessun amatore di affrontare un tale compito ambizioso, ma riteniamo però che il libro sia molto efficace per l'esatta comprensione del funzionamento degli impianti di televisione e per una conoscenza generica degli organi che li compongono. *A. Br.*

*

C. Fischer. — *L'organizzazione scientifica del lavoro nelle fabbriche con produzione singola* - Estratto da «L'Industria Meccanica», 1930. — Un volume di cm 22 × 28, di 99 pagine con 61 figure. Senza indicazione di prezzo.

La letteratura sulla organizzazione scientifica del lavoro è assai vasta, ma nella maggior parte dei casi si tratta di considerazioni teoriche, più o meno astratte, che lasciano nel lettore l'incertezza circa la loro possibile adesione alla realtà delle cose. Tanto che è diffusa, specialmente da noi, l'opinione che si tratti di concetti ben difficilmente applicabili alle officine italiane o quanto meno da riservarsi alle maggiori officine con produzione su grande serie.

A smentire queste idee inesatte, che possono essere gravemente dannose al progresso della industria nazionale, giunge in buon punto questa pubblicazione del Fischer (in collaborazione coll'Ing. C. Filiplich) la quale illustra e descrive dettagliatamente la organizzazione realizzata, con grande successo, nelle Officine Elettromeccaniche del Cantiere Navale Triestino. La pubblicazione riesce del massimo interesse non soltanto perchè si riferisce ad un esempio reale, esistente e funzionante da anni, ma anche perchè riguarda uno stabilimento che non lavora in grande serie, ma produce macchinario di circa 300 tipi diversi, ciascuno in pochi esemplari e di pesi variabili da 10 a 40 mila chilogrammi.

Si tratta dunque di un esempio che può essere seguito dalla grande maggioranza delle nostre industrie e che deve essere meditato e studiato attentamente da tutti gli industriali che siano pensosi dell'avvenire del proprio stabilimento.

La pubblicazione del Fischer ha in più il pregio di essere chiara ed esplicita, senza reticenze; viene così messa a disposizione degli interessati una esperienza privata veramente preziosa. Esempio raro di elevato sentire di cui va data lode all'egregio A. e alla Direzione dei Cantieri che ha autorizzato la pubblicazione.

A. FRAENCKEL. — *Theorie der Wechselströme* - III[a] ediz. — (Berlino, J. Springer 1930. - Un volume di cm×25, di 260 pag. con 292 figure. - Prezzo 20 marchi).

Questa terza edizione della Teoria delle correnti alternate del Fraenckel si presenta in più punti rimaneggiata o rifatta per portarla al livello degli ultimi progressi degli studi in questo campo. Così si può dire della trattazione dei circuiti di trasmissione e relativi diagrammi circolari, esposta con criteri generali applicabili poi alle diverse soluzioni particolari proposte per le linee e per le macchine. Particolare ampiezza è data ai metodi di studio dei circuiti polifasi disimmetrici col metodo delle componenti simmetriche. Parecchi altri paragrafi, come quelli sull'effetto pellicolare, sulle catene di isolatori, sui fenomeni transeunti, ecc., sono stati ampliati e ritoccati.

Nuova è l'introduzione dei diagrammi delle funzioni trigonometriche complesse per il calcolo delle linee di trasmissione.

Nell'insieme tuttavia l'opera ha conservato il carattere di esposizione generale della teoria delle correnti alternate, trattata con metodo strettamente scientifico e matematico. Il libro serve così di ottima introduzione allo studio delle applicazioni tecniche di tali correnti.

❋

J. JEANS. — *The Mysterious Universe*. - (Cambridge-University Press, 1930. - Un volume di cm 12,5×18,5 di 154 pagine con 2 tavole fuori testo. - Prezzo rilegato, scellini 3/6).

I vertiginosi progressi della fisica stellare e intraatomica che hanno aperto un vastissimo campo di conoscenza e orientato in modo completamente nuovo le nostre cognizioni sulla costituzione dell'universo, appassionano da qualche tempo il gran pubblico. Ne sono conferma i numerosi libri di divulgazione che sono apparsi sull argomento in questi anni! Fra essi quelli del Jeans tengono un posto distinto per la serietà scientifica assai felicemente accompagnata da una facilità di esposizione che li rende particolarmente attraenti e piacevoli.

In questo volumetto l'A. traccia con mano maestra le linee generali delle attuali vedute sull'universo stellare e sulla costituzione della materia, per passare poi ai problemi della relatività e delle teorie dell'etere e delle radiazioni. Il volume si chiude con un capitolo di intonazione filosofica in cui l'A. si arrischia nell'infido campo della lotta fra materialismo e idealismo: qui ciascuno potrà più o meno consentire coll A., ma nessuno potrà a meno di ammirarne la briosa eleganza dell'esposizione.

❋

G. ACOCELLA. — *Che cosa è e come si usa il telefono*. — Roma, presso l'A. — Un volumetto di cm 13,5×8,5, di 144 pagine, con 163 figure. — Prezzo L. 4.

Il volumetto è inteso a far conoscere al gran pubblico il funzionamento del telefono e la costruzione degli organi che lo costituiscono. La esposizione è condotta con carattere di estrema semplicità così da rendere facile la lettura anche chi non abbia alcuna speciale preparazione.

L A. descrive anche la posa delle linee e chiarisce il funzionamento dei principali sistemi di telefonia automatica. Alcuni capitoli sono dedicati agli impianti multipli, ai servizi accessori, e alla telefonia a grande distanza.

AEI Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Segreteria Generale

Le mutate condizioni personali in cui l'attuale nostro Segretario Generale, Ing. G. Comboni, è venuto in questi ultimi tempi a trovarsi, lo hanno indotto — sollecito degli interessi dell'A. E. I. — a presentare le proprie dimissioni dalle funzioni per tanti anni degnamente ricoperte.

E' certo col più vivo rincrescimento che tutta l'Associazione vedrà allontanarsi dalla partecipazione attiva agli affari della Sede Centrale Colui che riassume in sè tanta esperienza della vita sociale, una conoscenza così completa delle varie forme d'attività del nostro Sodalizio e che, collaborando successivamente con quattro Presidenze Generali, ha reso servizi tanto segnalati all'A. E. I.; per i quali servizi è nostro gradito dovere anticipare fin d'ora al benemerito Ingegnere G. Comboni quei ringraziamenti caldi ed effettuosi che ben più autorevolmente potrà esprimergli il Consiglio Generale, che dal 1922 ne segue l'opera alacre e volenterosa.

All'Ing. Comboni ha accettato di succedere provvisoriamente a partire dal 1° marzo, ed in attesa delle deliberazioni che potrà prendere il Consiglio Generale, un altro benemerito della nostra Associazione, alla quale appartiene da quasi trent'anni, il Prof. A. Barbagelata; sarebbe veramente fuori luogo dire di Lui nelle colonne di questa Rivista della quale da 17 anni è Redattore Capo e che tanto deve alla sua competenza ed alla sua preziosa attività.

LA PRESIDENZA GENERALE.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO.

Riunione del 30 gennaio 1931.

La sera del 30 gennaio, nel salone sociale di Via S. Paolo 10, il Socio Ing. Comm. **Luigi Emanueli** tenne l'annunciata comunicazione sul tema: « **Considerazioni sull'influenza dell'elemento tempo sulla tensione di perforazione dei dielettrici** ».

Innanzi di dare la parola al Conferenziere, il *Presidente, Ing. Manfredi*, con cordiali e vibranti parole, ricordò l'alto onore di cui l'Ing. Emanueli era stato insignito nell'ottobre 1930 colla assegnazione del Premio Esterle, che la Commissione, eletta dal Consiglio della Federazione Politecnica, aveva a Lui aggiudicato. Le parole del Presidente trovarono eco nel numeroso uditorio, che tributò all'Ing. Emanueli un unanime vivissimo applauso.

Prese quindi la parola l'Ing. *Emanueli* che iniziò la sua comunicazione definendo il significato della curva di vita degli isolanti: questa stabilisce la relazione tra il valore della tensione elettrica applicata e il tempo della sollecitazione; l'andamento di tale curva è funzione di molte variabili: per l isolamento tipico nei cavi ad alta tensione, la carta impregnata, l'elemento preponderante è costituito dalla perfezione o meno dell'impregnamento.

L'Ing. Emanueli illustrò l'andamento di tali curve per un cavo normale con miscela densa, in confronto con quella di un cavo ad olio fluido con carta perfettamente impregnata, facendo notare come nel primo caso il valore della tensione di bruciatura discenda fortemente e continuamente per sollecitazione di alcune centinaia di ore, in confronto a sollecitazioni di qualche ora; nel secondo tipo invece la curva di vita dopo pochissime ore, fino a qualche migliaio di ore, è praticamente orizzontale.

Il conferenziere accennò alle cause di tale diverso comportamento e successivamente illustrò i procedimenti di prova adottati nei Laboratori della S. I. Pirelli, per studiare l'effetto dei singoli fattori sulla rigidità di campioni di isolanti, corrispondenti a quelli usati nei cavi.

Portò il risultato di prove su carta non perfettamente impregnata in funzione della pressione, mostrando che per valori bassi di questa (fino a 6 cm assoluti di colonna di mercurio) l'andamento delle curve di vita è più fortemente discendente col crescere del tempo della sollecitazione.

Tali prove hanno un notevole interesse perchè nei cavi normali si verificano, in particolari condizioni, depressioni all'ordine di grandezza di quelle indicate.

Invece prove su campioni perfettamente impregnati diedero risultati identici a quelli rilevati sui cavi, cioè curve di vita orizzontali.

In un diagramma presentato è illustrata la differenza di andamento della curva di vita per gli isolanti sopra indicati nel primo periodo, cioè da 1 a 60 minuti primi: l'Ing. Emanueli riferì pure risultati di prove ad impulso con fronte d'onda di 0,3 microsecondi.

Il gradiente di bruciatura a tale sollecitazione, per condensatori piani di carta impregnata, nei limiti di spessori sperimentali, ha un valore costante di circa 100 kV/mm.

Invece il gradiente di bruciatura per sollecitazioni di lunga durata dipende dallo spessore: l'Ing. Emanueli presentò una curva ricavata da prove sulla carta perfettamente impregnata con tracciato il gradiente di bruciatura asintotico, per tempo infinito, in funzione dello spessore.

L'andamento è fortemente discendente, tanto che il gradiente di bruciatura in kV per mm si riduce per esempio alla metà per spessori da 0,2 a 2 mm: questo per un tipo di buona carta da cavi: per carte con differenti coefficienti di impermeabilità l andamento è diverso.

L'Ing. Emanueli concluse osservando che i dati presentati, non completi, costituiscono solo l'inizio di uno studio intrapreso sul comportamento degli isolanti, studio che procede e di cui si augura di poter portare in futuro risultati definitivi.

La fine della dotta ed interessante comunicazione venne salutata dagli applausi dei presenti, dai ringraziamenti e dalle congratulazioni più vive del *Presidente*.

Seguì una interessante discussione, alla quale presero parte i colleghi *Vannotti, Colombo, Manfredi, Pugno Vanoni*. Richiesto sul valore del rapporto tra la sollecitazione ad impulso ed a lunga durata, l'Ing. *Emanueli* osservò che non è possibile stabilirne un valore; in linea generale infatti, se il valore del gradiente di bruciatura per la sollecitazione ad impulso, con una data forma d'onda, e per un certo isolante, è costante, non lo è il gradiente per sollecitazione a lunga durata, dipendendo questo, come indicato, dallo spessore.

Circa la teoria della scarica il conferenziere osservò che attualmente la questione non è definita, tuttavia sembra potersi escludere per isolanti da cavi la teoria termica, mentre assumono importanza concezioni di formazione di cariche spaziali, pure negli isolanti solidi, analoghe a quelle che si verificano nello spazio vuoto.

La riunione ebbe termine fra i rinnovati applausi di tutti i presenti all'Oratore.

❋

Riunione del 3 febbraio 1931.

La sera del 3 febbraio, nel salone sociale di V. S. Paolo 10, dinanzi ad un foltissimo uditorio, fra cui notavansi gentili Signore e illustri Personalità, l'Ing. Comm. **Carlo Clerici** tenne l annunciata comunicazione sul tema: « **Il sole artificiale** ».

Innanzi di dare la parola al Conferenziere, il *Presidente Ing. Manfredi*, rivolto un saluto all'eletto uditorio, ricordò l'attiva, infaticabile

opera dell'Ing. Clerici nella propaganda, da lui fatta da tempo e poi a mezzo della ANSI, per la illuminazione razionale e per tutte le applicazioni che ad essa si connettono. L'importanza del problema e la necessità della collaborazione di tutti i tecnici per la sua migliore soluzione rendono prezioso questo lavoro di propaganda vasto e continuo ed all'Ing. Clerici che ne fu e ne è tuttora il costante animatore, deve essere tributato il plauso più vivo.

L'Ing. *Clerici* inizia quindi la sua comunicazione. Dopo aver ricordato gli sforzi dei tecnici per persuadere ogni classe di cittadini dei vantaggi che arreca una razionale illuminazione artificiale (produzione aumentata, infortuni diminuiti, migliore igiene e salvaguardia della vista), espone come finora non si sia ancora pensato che l'illuminazione artificiale possa anche dare gli stessi benefici della luce naturale del sole, noti a tutti, e che trovano la loro massima esplicazione nella elioterapia. Solo da pochi anni si sono studiate tutte le radiazioni del cosidetto ultra-violetto e si è scoperto che quelle aventi una lunghezza d'onda tra 3100 A° e 2800 A° sono benefiche per l'organismo, e sono fra altro capaci di trasformare alcune sostanze contenute nei grassi in vitamine D, senza le quali l'organismo animale deperisce. Ora tali radiazioni si trovano in notevole quantità nei raggi del sole che arrivano attraverso l'atmosfera fino alla superficie della terra, mentre mancano quasi sempre nella luce artificiale.

Recentemente però vennero inventate lampade che possono emettere, insieme alla luce che serve per la visione, anche radiazioni ultraviolette che, prudentemente dosate e filtrate, hanno potere di mantenere l'organismo in buona salute come in buona salute si mantengono in generale quelli che vivono gran parte della loro vita all'aperto e quindi sotto i raggi del sole.

L'Oratore ha quindi profetizzato che sta per incominciare una nuova Era, quella del «sole artificiale», cioè della illuminazione degli ambienti di lavoro e di residenza colle nuove lampade e col doppio scopo di far funzionare la visione e conservare la salute di chi è costretto a vivere in ambienti chiusi anzichè all'aria libera.

Non è possibile riassumere in breve tutti i dati tecnici e scientifici efficacemente e brillantemente esposti dall'Oratore ed illustrati da numerose proiezioni e dalla presentazione di campioni delle nuove lampade che vennero fatte funzionare.

Tutti i presenti, che erano rimasti avvinti per circa un'ora dalla chiara parola dell'Ing. Clerici e che avevano ascoltato il suo dire, colla maggiore attenzione e con segni di compiacimento e di interesse, applaudirono vivamente alla fine di esso, il brillante Oratore, e l'applauso venne confermato dalle parole di ringraziamento e di congratulazione del Presidente.

* *

SEZIONE DI TORINO.

Il Presidente Ing. Guido Peri apre la seduta alle ore 21 e dà la parola al Socio Ing. Cav. **Rostain** che tratta il tema: «**I misuratori elettrici del tempo**».

L'oratore, aiutandosi con numerose proiezioni, riassume brevemente la storia dei misuratori del tempo, ricordando gli orologi a sole, ad acqua, a sabbia e infine quelli a pendolo ed a bilanciere.

Nei moderni orologi a pendolo od a bilanciere la potenza necessaria per il funzionamento è data da motori a peso od a molla, che richiedono ad intervalli regolari la carica a mano. L'applicazione della elettricità agli orologi ha per iscopo di sopprimere questa necessità della carica a mano.

Si hanno due tipi di orologi elettrici: quello in cui la forza elettromagnetica imprime direttamente le impulsioni al pendolo e quelli in cui un motorino elettrico opera periodicamente la ricarica del motore a peso od a molla che fa funzionare l'orologio.

Appartengono al primo tipo gli orologi «A T O» abbastanza diffusi; in essi la lente del pendolo è un magnete permanente: ad ogni oscillazione esso riceve un impulso da un elettromagnete opportunamente disposto: è il pendolo stesso che nel suo movimento, quando è prossimo ad una delle estremità della corsa, chiude per un istante il circuito di eccitazione della elettrocalamita. Una piccola pila a secco è sufficente per assicurare il funzionamento dell'orologio per parecchi anni. Appartengono pure al primo tipo gli orologi elettrotermici costruiti secondo il brevetto Jamin e alcuni pendoli di somma precisione usati nelle fabbriche di orologi e negli osservatori, costruiti secondo i brevetti Hipp.

Gli orologi elettrici del secondo tipo possono essere alimentati da batterie di accumulatori, come ad esempio gli orologi per automobili, oppure possono esser derivati sulle comuni reti di distribuzione a bassa tensione. Parecchi sono i tipi di motori elettrici impiegati: l'oratore presenta diversi campioni di motori elettromagnetici, elettro-termopneumatici ed a campo rotante. Il motore entra in funzione ad intervalli più o meno lunghi: il tempo che il peso impiega a compiere tutta la sua corsa di discesa o la molla a distendersi completamente costituisce la riserva di carica, che assicura il funzionamento dell'orologio anche durante le interruzioni di corrente.

L'elettricità è stata anche utilmente impiegata per far funzionare in perfetto sincronismo un certo numero di orologi. In questi impianti vi è un orologio madre, che è sempre un pendolo di precisione, ed un numero più o meno grande di orologi derivati; questi non sono orologi veri e propri, riducendosi ad un elettromagnete, che per mezzo di arpionismo comanda la lancetta dei minuti, e a un ingranaggio demoltiplicatore per la lancetta delle ore.

La vita moderna si svolge con ritmo così rapido e preciso che la continua conoscenza dell'ora esatta è diventata una necessità per tutti: sopratutto è necessario che in tutti i locali di una banca, di una grande amministrazione, di una fabbrica, di una intera città si abbia l'ora unica, anche se non assolutamente precisa. Il tecnico che deve progettare un impianto di distribuzione dell'ora può scegliere tra queste due soluzioni: adottare tanti orologi indipendenti di buona precisione e curarne la periodica rimessa all'ora sia a mano sia con mezzi automatici; oppure adottare il sistema sopradescritto degli orologi comandati da un orologio madre di precisione.

Entrambe le soluzioni hanno i loro fautori: l'oratore non nasconde le sue preferenze per la prima, in considerazione dell'alto costo di impianto e di esercizio delle linee richieste dalla seconda soluzione.

Nella riunione del 22 dicembre 1930 l'Ing. Mezzana ha illustrato un nuovo tipo di impianto di orologi comandati che utilizza le linee telefoniche esistenti, senza richiedere la posa di reti apposite: solo la esperienza potrà dire se questo sistema possiede realmente tutti i pregi tecnici ed economici che ora promette.

Vivamente applaudito dai numerosi Soci che hanno seguito attentamente l'interessante relazione, l'oratore termina ringraziando il Presidente e l'uditorio, dei quali si mette a disposizione per una eventual discussione sull'argomento.

Il Presidente, dopo avere complimentato l'oratore, aggiunge brevi parole sugli impianti di distribuzione dell'ora.

I sistemi adottabili sono due: col sistema degli orologi comandati costano care le linee, ma gli orologi sono semplici elettromagneti; col sistema degli orologi indipendenti non vi è spesa per le linee ma costano cari gli orologi, dalla cui accuratezza dipende l'esattezza dell'ora. La scelta dell'uno o dell'altro sistema deve essere guidata quasi esclusivamente da considerazioni di ordine economico, poichè tecnicamente tanto l'uno che l'altro possono raggiungere ugualmente bene lo scopo che si prefiggono. Anche il nuovo sistema presentato dall'Ing. Mezzana e che utilizza le reti telefoniche, senza disturbare le connessioni, se pure a primo aspetto più economico degli altri sistemi, può diventare proibitivo quando le Società Telefoniche esigano canoni di abbonamento eccessivamente elevati.

Personalia

L'ingegnere **Cesare Pedrini**, socio vitalizio e Presidente della Sezione Adriatica della A.E.I. è stato recentemente insignito della Commenda nell'Ordine della Corona di Italia, in riconoscimento delle speciali benemerenze acquisite nel campo dell'industria elettrica. All'egregio Consocio, le più vive congratulazioni.

-- -- ATTIVITÀ DELLE SEZIONI -- --

SEZIONE DI GENOVA (Salita S.ta Caterina, 4).

5 Marzo - ore 21,15 (nella Sede del Dopolavoro Gruppo C.I.E.L.I). — Migliau Ing. Dott. Elia: «Impianti italiani di propulsione elettrica navale».

SEZIONE DI ROMA (Via delle Coppelle, 35).

6 Marzo. — Pasini Ing. Giovanni: «Criteri e metodi per lo studio delle reti telefoniche urbane» (detta conferenza sostituisce quella dell'Ing. Ruberti, annunciata per lo stesso giorno nei numeri precedenti del giornale).

13 Marzo. — Cornaro Ing. Giacinto: «La moderna tecnica dei forni elettrici».

20 Marzo. — Neri Ing. Filippo: «Mezzi moderni per la registrazione di fenomeni transitori».

27 Marzo. — Piazza Ing. Edoardo: «Recenti progressi nel campo della trazione elettrica».

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimensile che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

Prof. Angelo Barbagelata, *Direttore responsabile*.

(I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 15 Marzo 1931 - ANNO IX N. 8

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Misura del rendimento per via calorimetrica.

E' assai frequente, nella tecnica delle misure, il caso di uno stesso principio utilizzato per misurare reciprocamente due grandezze diverse. Basta pensare che se, per es., la misura di una tensione può essere ricondotta, per la legge di Ohm, a quella di una corrente, questa può reciprocamente essere ottenuta attraverso ad una misura di tensione. In tutti gli amperometri la misura di una corrente è ottenuta misurando — direttamente o indirettamente — una coppia; reciprocamente in particolari apparecchi si può servirsi di una misura di intensità per misurare una coppia od una forza. Un esempio particolarmente interessante e certo meno noto, di questo particolare principio di reciprocità, è illustrato nell'odierno scritto del collega BARBAGELATA. E' noto come, con le macchine elettriche a ventilazione forzata, si possa determinare la potenza in essa perduta, per via calorimetrica, misurando la portata e l'aumento di temperatura dell'aria di ventilazione. Reciprocamente si può misurare la portata di una corrente gassosa in un condotto, misurando la potenza elettrica (dissipata in una resistenza immersa nella corrente) necessaria per riscaldare la colonna gassosa di un determinato numero di gradi. Da tempo sono stati realizzati apparecchi industriali per la misura delle portate aeriformi, basati su questo principio. Combinando i due procedimenti reciproci, si possono, come mostra il Barbagelata, determinare le perdite, e quindi il rendimento di una macchina ventilata, e contemporaneamente, la portata dell'aria di ventilazione, con semplicissime misure elettriche di resistenza.

Secondo questo procedimento, che elimina le lunghe e delicate misure coll'anemometro, la determinazione del rendimento effettivo delle macchine elettriche per via calorimetrica, potrà definitivamente entrare a far parte delle ordinarie prove di collaudo.

Il calcolo dei pali a traliccio.

La letteratura tecnica italiana ed estera non è certamente scarsa di studi e di memorie sui metodi di calcolo dei pali per le linee elettriche. Anche il nostro giornale ha pubblicato in passato sull'argomento parecchi articoli che i lettori de *L'Elettrotecnica* ricorderanno certamente per il loro interesse e per la loro importanza.

Numerosi metodi di calcolo sono stati proposti, alcuni di carattere rigoroso, altri approssimati e semplificati per l'uso corrente della pratica. Come sempre avviene quando diversi metodi sono possibili per raggiungere un medesimo fine, ogni tecnico sceglie quello che meglio risponde alle sue esigenze particolari o che meglio si accorda alle tendenze della sua mente di calcolatore: onde divenendo ciascuno particolarmente esperto nel metodo prescelto, maggiormente ne apprezza i pregi e le possibilità ed è quindi portato a preferirlo ad ogni altro.

Non deve quindi far meraviglia se ancora non esiste un metodo « standard » che sia universalmente accettato e se, di quando in quando, le discussioni sull'argomento risorgono e nuovi metodi vengono proposti.

In questo numero del giornale il SILVESTRINI riprende appunto la questione e la riesamina col criterio di arrivare ad una soluzione pratica che permetta una calcolazione rapida e sufficientemente approssimata del palo di minimo peso. L'A. è condotto al tracciamento di un abaco grafico e alla costruzione di un semplice apparecchio da usarsi insieme all'abaco stesso: la calcolazione può così essere effettuata in modo quasi meccanico.

Come avviene per tutti gli abachi, l'utilità che essi offrono è relativa ed in diretto rapporto colla conoscenza che di essi si acquista e colla pratica del loro uso. Anche questo del Silvestrini, a simiglianza degli altri, potrà quindi specialmente interessare quei tecnici che abbiano molto frequentemente bisogno di effettuare calcolazioni di questo genere.

Sulla elettrodeposizione del cromo.

E' noto quanto limitate siano ancora le nostre cognizioni sull'intima natura dei fenomeni di elettrolisi in generale; ancora più lo sono nel caso particolare dei composti di cromo il cui studio particolareggiato è cominciato relativamente da pochi anni. O. MACCHIA, che già di recente si è occupato, su questo giornale, della cromatura elettrolitica, espone nel presente fascicolo i risultati di interessanti ricerche sperimentali intese a chiarire particolarmente il comportamento di quella pellicola solida o colloidale di composti di cromo che si forma intorno al catodo.

Queste ricerche, per quanto ristrette ad un argomento particolare e circoscritto, assumono un certo interesse di indole generale nei riguardi dei fenomeni dell'elettrolisi di composti metallici.

Relatività delle grandezze termiche.

Le nuove teorie fisiche audacemente apparse in questi ultimi anni hanno richiamato in modo particolare l'attenzione degli studiosi sul concetto della relatività dei fenomeni naturali. Questo concetto non era certamente nuovo, ma la sua portata non era stata per lunghissimo tempo sufficientemente lumeggiata e sopratutto non era stata messa in evidenza l'estensione che tale concetto assume nei diversi campi dei fenomeni fisici.

Anche durante le discussioni, ampie e vivaci, suscitate dalle recenti teorie, che la relatività dei fenomeni fisici hanno posto a base di tutto l'edificio teorico e speculativo, si può dire che si sia considerato il concetto di relatività quasi esclusivamente per quanto si riferisce ai fenomeni di ordine meccanico o a quelli che si possono in qualche modo ad esso ricondurre.

E' opportuno far rilevare come in realtà la portata di tale concetto è molto più vasta e generale di quanto si sia soliti di considerare, e come esso investa non soltanto i fenomeni meccanici ma, ad esempio, anche quelli di ordine termico.

Pubblichiamo perciò volentieri, nel presente fascicolo, alcune interessanti osservazioni del RABBENO sopra la relatività delle grandezze termiche e, in special modo, della temperatura assoluta.

SULLA MISURA DELLE PERDITE PER VIA CALORIMETRICA □ □ □ □

A. BARBAGELATA

Comunicazione alla Sezione di Milano — 16 febbraio 1931.

Ricordate le caratteristiche del metodo calorimetrico per la misura delle perdite nelle macchine elettriche, si descrive un procedimento applicabile alle macchine ventilate in circuito aperto, col quale tanto le perdite quanto la portata dell'aria di ventilazione sono desunte semplicemente dalla misura di tre resistenze ohmiche.

1. — L'idea di misurare per via calorimetrica le perdite totali e quindi il rendimento delle macchine elettriche è sorta probabilmente con i primi tipi di macchine a raffreddamento artificiale. Certamente le prime applicazioni pratiche del metodo si ebbero quando entrarono in uso i primi trasformatori in olio con raffreddamento a circolazione d'acqua. Salvo tener conto della modesta quantità di calore irradiato direttamente dal cassone, il procedimento era ed è infatti di semplicità elementare, trattandosi di misurare le temperature dell'acqua all'entrata ed all'uscita del serpentino e la *portata* dell'acqua refrigerante: portata che essendo, con le modeste potenze di allora, dell'ordine di una frazione di litro per secondo, si poteva facilmente misurare con un secchio ed un contasecondi. Senonchè, nel caso dei trasformatori, la determinazione diretta delle perdite è talmente facile e sicura che non vale la pena di ricorrere al metodo calorimetrico il quale, per quanto semplice, presenta sempre il grave inconveniente di dover attendere che il trasformatore abbia *sicuramente* raggiunto le condizioni di regime termico, col pericolo di notevoli errori nel giudicare tali condizioni data la grande costante di tempo termica del trasformatore, ossia dato il grande valore del rapporto fra il calore immagazzinato a regime, nella massa del trasformatore, ed il calore da esso disperso in un minuto secondo. Cosicchè dopo un certo numero di esperienze intese a valutare l'entità delle eventuali perdite addizionali, il metodo calorimetrico fu praticamente abbandonato per i trasformatori.

2. — Interesse ben maggiore il metodo può presentare con le macchine ruotanti, nelle quali le perdite addizionali sono relativamente assai più importanti e meno facilmente deducibili per altra via. Allo stato odierno delle costruzioni elettromeccaniche l'applicazione del metodo calorimetrico si presenta assai diversamente a seconda che si tratti di macchine ventilate in *ciclo chiuso*, o in *ciclo aperto*.

Nel primo caso, quando cioè si utilizza per il raffreddamento sempre la stessa massa di aria (o di altro gas inerte) raffreddandola in un punto del suo percorso mediante un sistema refrigerante a circolazione d'acqua, il problema è evidentemente ricondotto — come per i trasformatori — alla misura della portata dell'acqua di raffreddamento e dell'aumento di temperatura ch'essa subisce nell'organo refrigerante. Infatti il calore asportato dal fluido ventilante è praticamente ceduto tutto all'acqua del refrigerante (a regime raggiunto) essendo minime la quantità di calore che possono disperdersi attraverso la parete dei condotti di ventilazione. Piuttosto è il caso di ricordare che, nel caso delle macchine ruotanti, oltre che della sempre modesta quantità di calore irradiato o disperso per convezione della macchina direttamente nell'ambiente, e di quella, ancora più modesta che può sfuggire per conduzione lungo l'asse o attraverso il basamento, si deve tenere conto del calore dovuto agli attriti nei sopporti e che si disperde attraverso i sopporti stessi. Nel caso di grandi macchine a sopporti raffreddati con circolazione d'acqua, la misura si può ancora eseguire per via calorimetrica e non presenta ovviamente nessuna difficoltà. Tutto sommato, nel caso di grandi alternatori moderni raffreddati in ciclo chiuso, la misura delle perdite totali e quindi del rendimento effettivo per via calorimetrica, si presenta facile e sicura a parte il già accennato inconveniente di dover mantenere la macchina a carico praticamente costante fino a che non si sia sicuramente raggiunto il regime termico. Inconveniente d'altronde meno grave che nel caso dei grandi trasformatori, per il minor valore della costante di tempo termica di tali macchine che, sempre fortemente ventilate, si portano a regime in 6÷8 ore e talvolta anche in meno.

La *portata* d'acqua da misurare è spesso di qualche litro al secondo e difficilmente può ancora misurarsi col metodo del secchio; ma non è in generale difficile costruire un piccolo stramazzo di misura raggiungendo approssimazioni più che sufficienti. Non si deve infatti mai dimenticare che si tratta di una misura di perdite, cosicchè un errore di anche un 10% commesso nella misura della portata è del tutto trascurabile nei riguardi della valutazione del rendimento della macchina.

Anche per la misura dell'aumento di temperatura dell'acqua occorre qualche cautela trattandosi spesso di differenze di pochi gradi. L'uso di termometri graduati in decimi di grado ed accuratamente confrontati fra di loro, è da ritenersi indispensabile; se non si ricorre ai termometri elettrici.

3. — Ben diverso è il caso quando la macchina ruotante è ventilata in *ciclo aperto*. Occorre evidentemente in tal caso misurare la portata Q (m³/s) dell'aria di ventilazione ed il suo aumento di temperatura $\theta = t_1 - t_2$ fra l'entrata e l'uscita. Già la misura col termometro ordinario delle temperature di una colonna d'aria in movimento presenta qualche difficoltà e richiede qualche cautela; ma soprattutto grave è la misura della portata. Essa si fa generalmente coll'*anemometro*, esplorando la velocità dell'aria in diversi punti della sezione. La misura, del tutto analoga a quella di una portata liquida fatta col molinello, presenta le stesse lungaggini di rilievo e di calcolo e le stesse difficoltà, coll'aggravante della minor densità e della maggior mobilità del fluido sotto misura per cui più sentite risultano le perturbazioni nel regime dei filetti, dovute alla presenza dello strumento esploratore. Comunque, misurata la velocità media dell'aria e la sezione del condotto si ottiene la portata in m³/s e finalmente l'energia asportata ogni minuto secondo dall'aria, espressa da $c\,\theta\,Q$ calorie $= \frac{c\,\theta\,Q}{0{,}24}$ kW, essendo c il calore specifico di un metro cubo d'aria a pressione costante, e θ l'aumento di temperatura rilevato. Il valore di c varia naturalmente colla densità relativa dell'aria (temperatura e pressione) essendo (fig. 1) espresso da $c = \frac{1{,}106}{273 + t_m} P_b$, dove P_b è la pressione barometrica espressa in cm di mercurio e t_m la temperatura dell'aria (media fra entrata e uscita) in centigradi. Alla potenza termica asportata dall'aria, così calcolata, si deve poi aggiungere la potenza (sempre piccola) che l'aria stessa asporta sotto forma di energia cinetica, espressa in kW da $\frac{\delta\,Q^3}{2000\,S^2}$ (¹), essendo $\delta = \frac{4{,}65}{273 + t_u} P_b$ la densità dell'aria, Q ancora la portata in m³/s ed S la sezione retta del condotto dell'aria calda in m² e t_u la temperatura dell'aria calda.

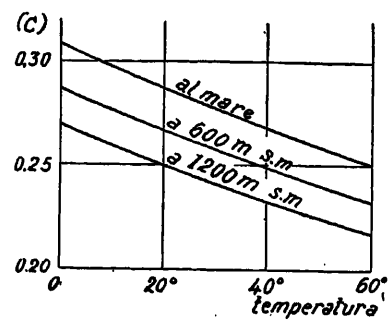


Fig. 1.

4. — Dato il non dubbio interesse della misura calorimetrica e la delicatezza e la difficoltà delle misure di velocità fatte coll'anemometro, potrà riuscire di qualche interesse il procedimento seguente già provato con successo e che riduce tutte le misure a semplici misure elettriche. Si tratta di uno di quei metodi «per sostituzione» nei quali una opportuna operazione di taratura elimina ogni costante e dà il risultato per semplice proporzionalità. L'idea mi fu suggerita dal Contatore Thomas per la misura dei gas, nel quale la portata di una colonna gassosa è desunta dalla potenza elettrica (spesa in un elemento riscaldatore) necessaria per riscaldarla di un determinato numero di gradi (²).

La disposizione adottata risulta dalla fig. 2. Nei condotti dell'aria di ventilazione della macchina in prova sono disposti tre resistenze termometriche $r_1\ r_2\ r_3$ che non occorre siano identiche: una sull'entrata dell'aria fredda, le altre due sull'uscita dell'aria calda. Fra r_2 e r_3 è disposto un reostato R nel quale si può dissipare una certa potenza costante P_a data da una sorgente ausiliaria e misurata col wattmetro W. A regime, dette t_1, t_2 e t_3 le tre temperature indicate dalle tre resistenze termometriche, l'aumento di temperatura $t_2 - t_1$ sarà evidentemente dovuto al calore sviluppantesi nella macchina, corrispondente alla perdita P_x, come la differenza $t_3 - t_2$ sarà dovuta alla potenza P_a dissipata nel reostato R. Poichè l'aria che passa è la stessa sarà ovviamente:

$$\frac{P_x}{P_a} = \frac{t_2 - t_1}{t_3 - t_2} \qquad (1)$$

(¹) L'energia cinetica è espressa in kgm da $\frac{1}{2}\, m\, V^2 = \frac{1}{2}\, \frac{\delta\, Q}{g} \left(\frac{Q}{S}\right)^2$ se Q è la portata in m³/s ed S la sezione del condotto in m². La potenza sarà quindi espressa in kgm/s dello stesso numero, ed in watt da un numero g volte più grande.

(²) Vedi BARBAGELATA e DALLA VERDE: Misure nelle centrali termoelettriche, § 51 *b*. (Rendiconti della XXXVª Riunione A. E. I. - Trieste).

Il valore cercato delle perdite si ottiene, come detto, per semplice proporzionalità, senza bisogno di conoscere il valore della portata d'aria nè il suo calore specifico. Ma il valore della portata può dedursi immediatamente scrivendo che:

$$0{,}24\ P_a = c\,Q\ (t_3 - t_2)$$

(c = calore specifico dell'aria alla temperatura $\frac{t_3 + t_2}{2}$) donde la portata in m³/s:

$$Q = \frac{0{,}24\ P_a}{c\ (t_3 - t_2)}$$

Se finalmente si vuole conoscere la potenza corrispondente all'energia cinetica dell'aria, basterà misurare la sezione S (m²) del condotto dell'aria calda e calcolare:

$$P' = \frac{\delta\, Q^3}{2000\ S^2}$$

Come si vede i valori assoluti delle temperature, il calore specifico e la densità dell'aria intervengono solo nel calcolo della portata d'aria e della sua energia cinetica; per la misura delle perdite, che rappresenta lo scopo principale del procedimento, bastano la misura di una potenza elettrica e di due differenze di temperatura.

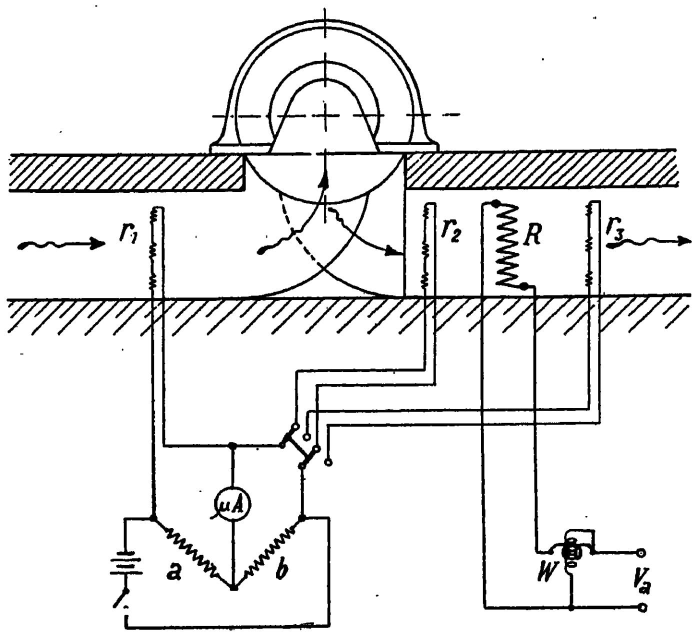


Fig. 2.

5. — Ciascuna delle tre resistenze termometriche r_1 r_2 r_3 può essere convenientemente costituita con un certo numero di bobinette di sottile filo di rame, isolato, messe in serie. Nelle applicazioni finora eseguite furono usate bobinette formate da una quindicina di metri di filo rame del diametro di 0,12 mm, avvolto su una striscia di cartoncino e rinchiuso in un tubetto pure di cartoncino. Con cinque di tali tubetti in serie si ha una resistenza dell'ordine di 125 Ω.

Le varie bobine di ciascuna resistenza sono disposte in punti diversi della sezione del condotto in modo da ottenere un valore medio della temperatura.

Evidentemente potrà convenire suddividere la resistenza totale in un maggior numero di bobinette in modo da aumentare il numero dei punti esplorati ed avvicinarsi sempre meglio al valore medio effettivo della temperatura nella sezione.

Quanto alla misura della r, essa potrebbe farsi evidentemente con un comune ponte di Wheatstone. Noti i valori delle tre r ad una data temperatura, dai nuovi valori via via misurati si potrebbero facilmente dedurre con le note formule i valori assoluti delle varie temperature. Ma poichè ciò che particolarmente interessano sono le differenze $t_2 - t_1$ e $t_3 - t_1$ il procedimento può essere reso più spiccio confrontando direttamente le r_2 ed r_3 con le r_1, come appare dallo schema della fig. 2. Messe inizialmente le tre r in una stessa sezione del condotto si comincia a confrontare, col ponte la r_2 con la r_1 dando al lato b un valore b_0 esatto (per es. 500 Ω) e regolando il lato a al valore a_2 necessario per l'equilibrio del ponte. Con lo stesso $b = b_0$ si confronta poi r_3 con r_1 determinando il nuovo valore a_3. Questo confronto iniziale può anche farsi lasciando le tre resistenze al loro posto, quando la macchina ancora fredda, sia stata appena messa in movimento cosicchè si possa ritenere che la temperatura dell'aria rimanga praticamente la stessa lungo il condotto.

Dopo questa taratura preliminare basta, nelle misure successive, dare sempre al lato a i valori a_2 od a_3 a seconda che si confronta r_2 od r_3 con r_1, ed equilibrare il ponte variando il lato b. Se b_2 e b_3 sono i nuovi valori rispettivamente necessari per l'equilibrio, risulta immediatamente:

$$\frac{t_2 - t_1}{t_3 - t_2} = \frac{b_2 - b_0}{b_3 - b_2}$$

e quindi la (1) diventa:

$$P_x = P_a\ \frac{b_2 - b_0}{b_3 - b_2}$$

Per la deduzione della Q e dell'energia cinetica basterà conoscere per es., la t_1 che potrà misurarsi per es. direttamente con un ordinario termometro; oppure col ponte stesso misurando il valore effettivo della r_1.

6. — Dalla (1) appare intuitivamente che per la migliore approssimazione della misura dovrebbe essere la potenza P_a dissipata nel reostato R, dello stesso ordine di grandezza delle perdite P_x della macchina in prova. In realtà la sensibilità del metodo di misura è tale da consentire differenze anche notevoli. D'altra parte per chi si preoccupasse della questione economica relativa all'energia che occorre dissipare nel reostato R per ogni prova, si deve osservare che non è affatto necessario che il reostato R sia mantenuto in funzione per tutte le ore necessarie a raggiungere le condizioni di regime della macchina. Esso infatti ha sempre una modesta capacità termica cosicchè bastano pochi minuti per portarlo a regime.

E' utile aggiungere, in proposito, che la costruzione di un reostato «di fortuna» capace di dissipare potenze dell'ordine di qualche centinaio di kilowatt è grandemente facilitata dalle condizioni, del tutto eccezionali, di ventilazione in cui il reostato viene a lavorare. E' quindi possibile utilizzare comune filo di ferro adottando densità anche di 10÷20 amp/mm².

Infine va ricordato che la prova può anche eseguirsi senza ricorrere al reostato R ed alla potenza ausiliaria P_a, facendo la misura in due tempi

Si comincia a far funzionare la macchina in prova a vuoto, dopo avere determinato con i consueti procedimenti la potenza P_o in essa dissipata in tali condizioni (escluse le perdite nei sopporti). Sarà, a regime termico raggiunto:

$$\theta_1 = t_2 - t_1 = k\,P_o.$$

Messa in carico la macchina, a regime nuovamente raggiunto sarà analogamente:

$$\theta_2 = t_2' - t_1' = k\,P_x$$

donde:

$$P_x = P_o\ \frac{\theta_2}{\theta_1}$$

7. — A complemento di quanto sopra potranno forse interessare i dati numerici relativi ad una applicazione eseguita con pieno successo nel settembre 1930 (³). Si trattava di un alternatore trifase da 24.000

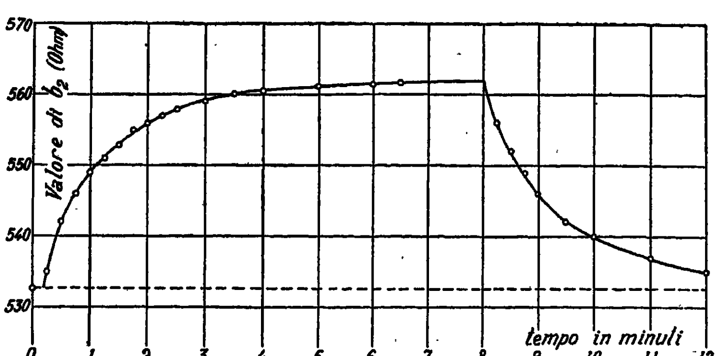


Fig. 3.

kVA a 504 giri. Il confronto iniziale delle tre resistenze termometriche aveva dato i seguenti risultati:

confronto di r_2 con r_1	$b_0 = 500$	$a_2 = 498{,}6\ \Omega$
» di r_3 con r_1	$b_0 = 500$	$a_3 = 508{,}5\ \Omega$

(³) Come accennai, l'idea del procedimento mi fu suggerita dal contatore di gas Thomas, che ebbi occasione di vedere all'esposizione di Londra del 1924. Solo nel 1927 mi si presentò l'occasione di applicarlo; ma senza poter giungere a risultati concreti, per il fatto che non fu possibile mantenere l'alternatore in prova a carico sufficientemente costante. E solo lo scorso estate mi si presentò una seconda occasione di applicare il metodo.

L'alternatore potè essere mantenuto per il numero d'ore necessario ad un carico sensibilmente costante di 19.000 kW $\cos\varphi = 0,89$ (21.400 kVA). A regime raggiunto, rivelato dal fatto che i valori di r_2 e di r_3 non aumentavano più, fu immessa nel reostato R una potenza di 435 kW e si osservò al ponte l'aumento di resistenza della r_3.

Nella fig. 3 sono riportati, in funzione del tempo, le letture fatte al ponte (valori di b_3) per il confronto della r_3 con le r_2 durante il periodo di funzionamento del reostato R. (Il lato a era mantenuto a 508,5 Ω). Si può così farsi un'idea della regolarità della curva ottenuta e quindi, indirettamente, della sensibilità del metodo. Come si vede il regime termico, per il reostato R fu praticamente raggiunto in $6 \div 7$ minuti; ma se ne prolungò tuttavia il funzionamento per otto minuti. Con ciò l'energia dissipata nel reostato fu appena di:

$$435 \frac{8}{60} = 58 \text{ kWh}.$$

A regime raggiunto il nuovo confronto delle resistenze diede i seguenti valori:

Confronto di r_2 con r_1 $a_2 = 498,6$ $b_2 = 533,5$
» di r_3 con r_1 $a_3 = 508,5$ $b_3 = 562,0$

donde, il valore delle perdite corrispondenti al calore asportato:

$$P_x = 435 \frac{33,5}{28,5} = 510 \text{ kW}$$

La temperatura dell'aria entrante era $t_1 = 23°$. Risulta quindi subito:

$$t_2 - t_1 = \frac{33,5}{500}(234,5 + 23) = 17°,2$$

$$t_3 - t_1 = \frac{62}{500}(234,5 + 23) = 31°,9$$

donde:

$$t_2 = 40°,2 \qquad t_3 = 54°,9 \qquad \frac{t_3 + t_2}{2} = 47°,5$$

Per $t = 47°,5$, a circa 300 m s/m risulta $C = 0,25$ e quindi la portata dell'aria di ventilazione:

$$Q = \frac{0,24 \times 435}{0,25\,(t_3 - t_2)} = 28,4 \text{ m}^3\text{/s}.$$

Alla temperatura t_3 d'uscita la densità dell'aria essendo di 1,035, ed essendo di 4 m² la bocca d'uscita, risulta infine la potenza asportata come forza viva dell'aria:

$$P' = \frac{1,035 \times \overline{28,4}^3}{2000 \times 4^2} \approx 0,75 \text{ kW}$$

ossia del tutto trascurabile.

La potenza perduta nei sopporti, misurata pure per via calorimetrica è risultata di circa 35 kW, mentre il calore direttamente irradiato nell'ambiente fu valutato in circa 7 kW. Si giunge così per le perdite totali effettive al valore di:

$$510 + 35 + 7 + 0,75 = 553 \text{ kW}$$

e, per conseguenza ad un rendimento effettivo di:

$$\frac{19.000}{19.533} = 97,25\,\%.$$

Questo valore è risultato praticamente coincidente col rendimento convenzionale misurato accuratamente per via indiretta secondo le ultime Norme dell'A. E. I.; assumendo cioè per le perdite rame il valore desunto dalla prova di corto circuito, valore che nel caso attuale era circa il doppio di quello calcolato in base alle pure resistenze ohmiche degli avvolgimenti. Un ulteriore controllo si ebbe misurando con lo stesso metodo calorimetrico le perdite a vuoto dell'alternatore che tenuto conto delle perdite meccaniche nei sopporti e del calore irradiato risultarono praticamente uguali a quelle desunte dalla prova come motore sincrono. Ma il migliore controllo è risultato dalla differenza fra le perdite misurate per via calorimetrica sia a carico che a vuoto. Tale differenza, che è praticamente indipendente dalla valutazione del calore irradiato (perchè questo rimane praticamente lo stesso nei due casi) ha infatti perfettamente confermato quella calcolata in base ai risultati delle prove indirette.

Credo pertanto di poter affermare che il procedimento — certamente suscettibile di ulteriori perfezionamenti di dettaglio nella sua applicazione — consente di ottenere risultati perfettamente attendibili.

❋

Desidero esprimere qui i miei più vivi ringraziamenti al collega Prof. E. Bottani che ha collaborato ai primi tentativi ed ha eseguito le esperienze dello scorso settembre; ed alle *Acciaierie e Ferriere Lombarde* che mi hanno dato l'occasione e forniti i mezzi per fare la prova.

IL PALO A TRALICCIO DI MINIMO PESO E UN SEMPLICE APPARECCHIO PER IL SUO RAPIDO CALCOLO □ □ □ □

F. SILVESTRINI

Viene descritto un metodo grafico di calcolo dei vari elementi costruttivi che costituiscono un palo a traliccio. Il metodo fa uso di un abaco di assai facile costruzione e permette di determinare sollecitamente i tipi di profilati del commercio che si devono impiegare per costruire un palo di massima convenienza quando siano note le sollecitazioni alle quali è soggetto e per qualunque valore di carico unitario ammesso.

Sono già stati da tempo studiati diversi sistemi per risolvere il problema del palo a traliccio di minimo peso, e potrà perciò pensarsi ormai esaurito l'argomento.

Ciò nonostante mi permetto di sottoporre all'attenzione di coloro che s'interessano del problema questo breve studio che non ritengo del tutto inutile, distinguendosi dai precedenti per una maggiore semplicità nell'applicazione.

Il problema del palo di minimo peso si riduce in realtà alla ricerca della larghezza della base e delle dimensioni dei ferri, essendo date l'altezza del palo e gli sforzi in sommità.

La soluzione può venir ricercata o con condizioni analitiche di minimo o con sistemi rapidi, generalmente grafici, di tentativi, mediante l'ausilio di curve già precedentemente costituite.

Nel primo caso (1) le dimensioni teoriche dei ferri, che vengono ricavate, sono generalmente diverse da quelle che si trovano in commercio e alle quali poi bisognerà attenersi, ed inoltre la necessità di dover ammettere alcune ipotesi semplificative di calcolo, per quanto vicine al vero, (come per es.: che il rapporto fra il momento minimo ed il quadrato della sezione di un cantonale sia costante) fa perdere a tutto il procedimento molto di quella esattezza teorica sulla cui presunzione sono impostati i calcoli.

I sistemi grafici (2) partono in genere dalle dimensioni dei ferri del commercio e sono quindi forse più pratici, ma per il fatto che la soluzione viene trovata per tentativi e perchè richiedono l'uso di tabelle e abachi, non sempre di estrema semplicità, sono di solito un po' laboriosi.

Anche il presente studio, che appartiene a questa categoria, fa capo in realtà ad un abaco, ma di facile, quasi intuitiva applicazione, inoltre consente la costruzione di un semplicissimo apparecchio per mezzo del quale il calcolo diventa addirittura, se si può dire, automatico.

❋

Immaginiamo di prendere un determinato ferro del commercio, che abbia una certa sezione Ω ed un raggio di girazione (quello rispetto al lato o il minimo a seconda che si tratti dei montanti o delle diagonali) uguale ad r, e costruiamo un diagramma che abbia le ascisse proporzionali alla lunghezza l del cantonale e le ordinate proporzionali a $\sigma\,\Omega$, dove σ è il valore massimo consentito per la pressoflessione (3).

Otterremo una spezzata formata di due segmenti di rette e di un tronco di curva, che determina il valore massimo dello sforzo a cui può essere sollecitato un pezzo di determinata lunghezza del nostro ferro; o viceversa, dato lo sforzo a cui esso è sollecitato, la lunghezza massima che è consentita. Nelle figure 1 e 2 io ho riportato appunto queste curve per i ferri più in uso, nella prima per r rispetto al lato e nella seconda per r minimo. Poichè volendo passare dalla sollecitazione σ_0 secondo la quale sono costruiti i diagrammi ad un'altra qualsiasi σ basta solo mutare il valore della forza effettiva nel rapporto $\frac{\sigma_0}{\sigma}$, i diagrammi servono per qualunque sollecitazione unitaria.

(1) Vedi: Ing. MARCO SEMENZA: *L'Elettrotecnica* 1917, 1920, 1921. Prof. BARBAGELATA: *L'Elettrotecnica*, 1917.

(2) Vedi: Ing. FASCETTI: *L'Elettrotecnica* 1921.

(3) Se si adottano le formole delle FF. SS. si ha, come è noto: $\sigma = \sigma_0$ per $\frac{l}{r} \leq 30$ $\sigma = \sigma_0 \left(1.207 - 0.0069 \frac{l}{r}\right)$ per $30 \leq \frac{l}{r} \leq 105$ e $\sigma = \sigma_0 \frac{5300}{l^2} r^2$ per $\frac{l}{r} > 105$.

Per la fig. 1 è stato scelto $\sigma = 12$ (che è il valore richiesto della FF.SS.) e per la fig. 2 $\sigma = 10$ e $\sigma = 12$.

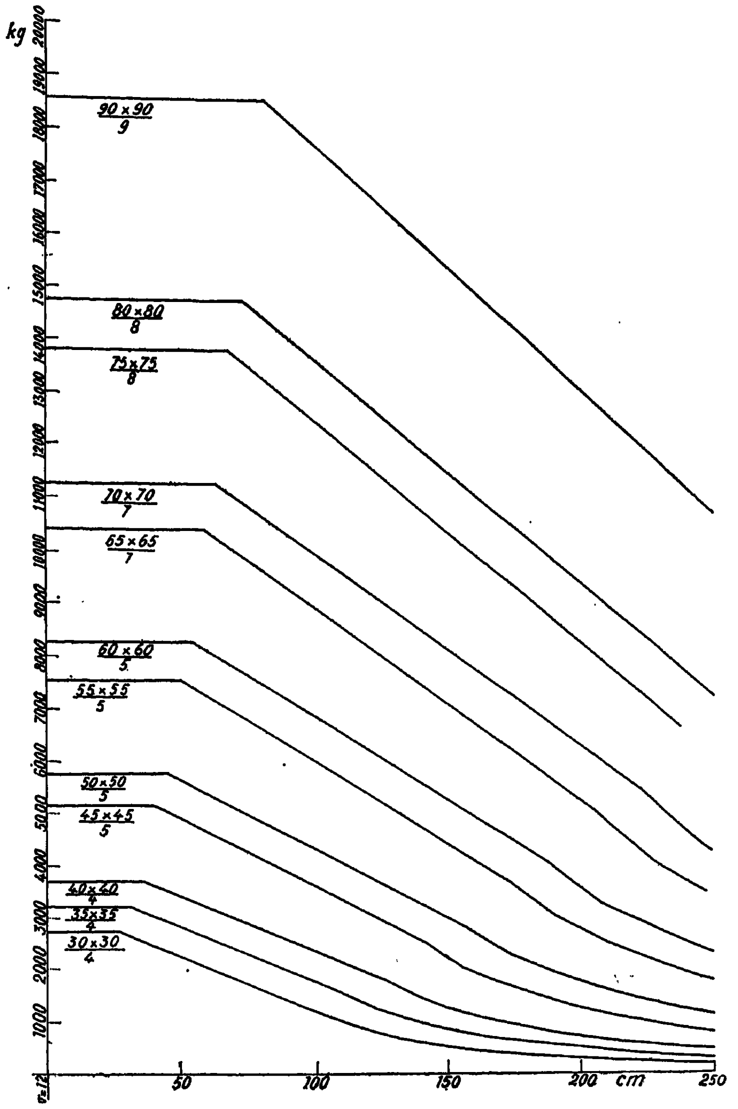


Fig. 1. — Curve valevoli per i montanti (Raggio di girazione rispetto al lato).

Si vede subito come si può procedere per ottenere le dimensioni più convenienti. Sia T la risultante delle forze agenti sul palo ed h l'altezza del suo punto di applicazione. Scelta come prima ipotesi una larghezza a per la base del palo, lo sforzo totale, alla base, del montante è, come si sa, uguale a:

$$F = \frac{T\,h}{2\,a}.$$

Portato questo valore sul diagramma della fig. 1, si determinano immediatamente le lunghezze massime consentite per il montante a seconda d'ogni tipo di ferro che si dovrà prendere in esame. Scelto per esempio uno di sezione Ω e determinata quindi la lunghezza l massima libera, verranno dal disegno, o con una grande approssimazione dalle relazioni:

$$l' = \sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 + a^2}$$

$$\cos\alpha = \frac{a}{l'}$$

facilmente determinate la lunghezza e l'angolo α delle diagonali.

Poichè lo sforzo che sollecita la diagonale è:

$$F' = \frac{T\,a_0}{2\,a\cos\alpha}$$

(a_0 = larghezza del palo al punto d'applicazione di T) i due valori F' e l' determinano un punto sull'abaco della fig. 2. Il cantonale da adottare sarà quello a cui appartiene la curva immediatamente superiore a questo punto. Se ω è la sua sezione, poichè il peso complessivo del palo si può ritenere proporzionale a:

$$p = \Omega + \frac{\omega}{\cos\alpha}$$

è facile con pochi tentativi, prima per la stessa base scelta a, variando la sezione dei montanti, e poi con altre basi a', a'', trovare i valori che diano p minimo.

A questo punto sorge spontanea una considerazione. Supponiamo di avere ormai scelto definitivamente un tipo di montante per il primo tronco del nostro palo e di aver già fissata la larghezza della base, vale a dire stabilito la forma esterna del palo. Trovato con l'abaco della fig. 1, nel modo semplice che si è indicato, la lunghezza libera del primo elemento del montante, potremo ripetere la stessa operazione per il secondo elemento, per il terzo e così via; determinando così dei tratti sempre maggiori come lunghezze libere. In tal caso, però, bisognerà controllare volta a volta le diagonali e potrà accadere che per due o tre elementi successivi la loro lunghezza consenta di adoperare lo stesso tipo di ferro, ma generalmente, dato il rapido aumento della lunghezza libera dei montanti, sarà necessario mutare molto spesso il ferro delle diagonali, sostituendolo con tipi sempre più robusti. Tale modo di procedere, però, come è facile vedersi, non è affatto razionale, in primo luogo perchè costringerebbe a partare maggior peso in alto, poi perchè il fatto di dover usare molti tipi di cantonali non è pratico per la costruzione, e poi perchè o si vuol lasciare per tutti i tronchi del palo lo stesso tipo di montante, nel qual modo i vari tronchi non risponderebbero più alla condizione di minimo peso, essendoci un tipo di montante ottimo per ogni altezza e base, o nel caso che si voglia variare i tipi di ferro per i montanti nei successivi tronchi, per attenersi sempre alle condizioni di minimo peso, si verrebbe a diminuire bruscamente l'angolo dei tralicci al passaggio da un tronco all'altro, angolo che è andato aumentando gradatamente.

Una soluzione migliore può essere trovata, invece, cercando l'andamento delle diagonali partendo dal presupposto di voler conservare per esse lo stesso tipo di cantonale. In tal caso basterà solo cambiare i tipi di montanti dove la lunghezza libera di essi, che verrà determinata dall'intralicciatura, consentirà l'adozione di un ferro di tipo più leggero.

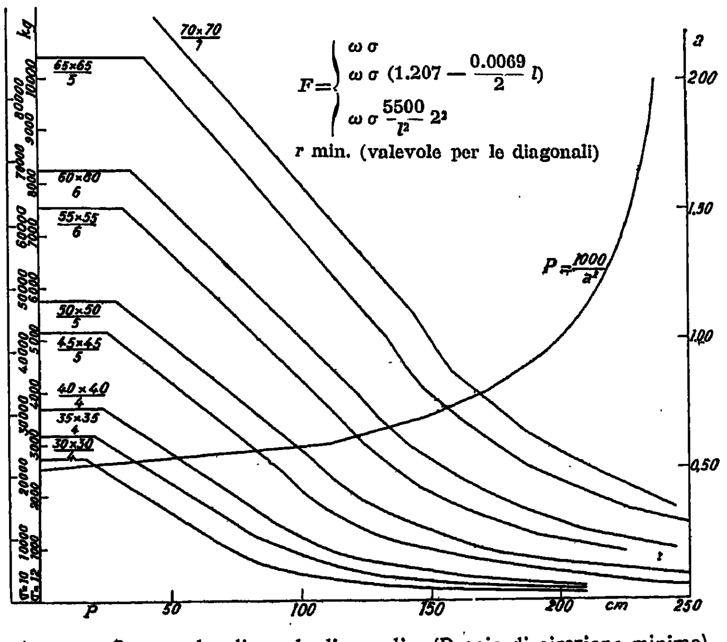


Fig. 2. — Curve valevoli per le diagonali - (Raggio di girazione minimo).

Siano F_1' ed F_2' gli sforzi che agiscono su due diagonali successive. Come si sa, detti sforzi, se si astrae dall'effetto della pressione del vento sul palo, sono inversamente proporzionali ai bracci di leva h_1 ed h_2, come appare dalla fig. 3. Se l_1, a_1, α_1 ed l_2, a_2, α_2 sono rispettivamente le lunghezze utili delle diagonali, le larghezze del palo all'attacco inferiore delle diagonali, e l'angolo che l'asse fa con l'orizzontale, per le due diagonali successive, si ha facilmente, con grande approssimazione:

$$l_1 = \frac{a_1}{\cos\alpha_1} \tag{1}$$

$$h_1 = \frac{a_1\cos\alpha_1}{\operatorname{sen}\gamma} \tag{2}$$

(dove γ è l'angolo che formano i montanti fra di loro) e le due analoghe per la seconda diagonale.

Nel caso che, come accade in pratica nelle condizioni di minimo peso ([4]), le diagonali si trovino ne campo della formula di Eulero, si ha evidentemente:

$$\frac{F_2'}{F_1'} = \frac{l_1^2}{l_2^2} \tag{3}$$

dove F_1' e F_2' sono i valori degli sforzi consentiti $= \Omega\,\sigma$, σ essendo appunto dato dalla formula di Eulero.

Ossia anche:

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{l_1^2}{l_2^2} \tag{4}$$

Questa formula insieme con la (1) e la (2) dà facilmente:

$$\cos^3\alpha_2 = \frac{a_1}{a_2}\cos^3\alpha_1 \tag{5}$$

$$l_2^3 = \left(\frac{a_2}{a_1}\right)^2 l_1^3. \tag{6}$$

Viene in tal modo fissata la legge con cui devono variare gli angoli delle diagonali e le loro lunghezze passando da una alla successiva. Questo, come si è detto, astraendo dall'effetto della pressione del vento sul palo, il che evidentemente va a favore della stabilità, se se ne è tenuto conto nel calcolo della prima diagonale. ([5])

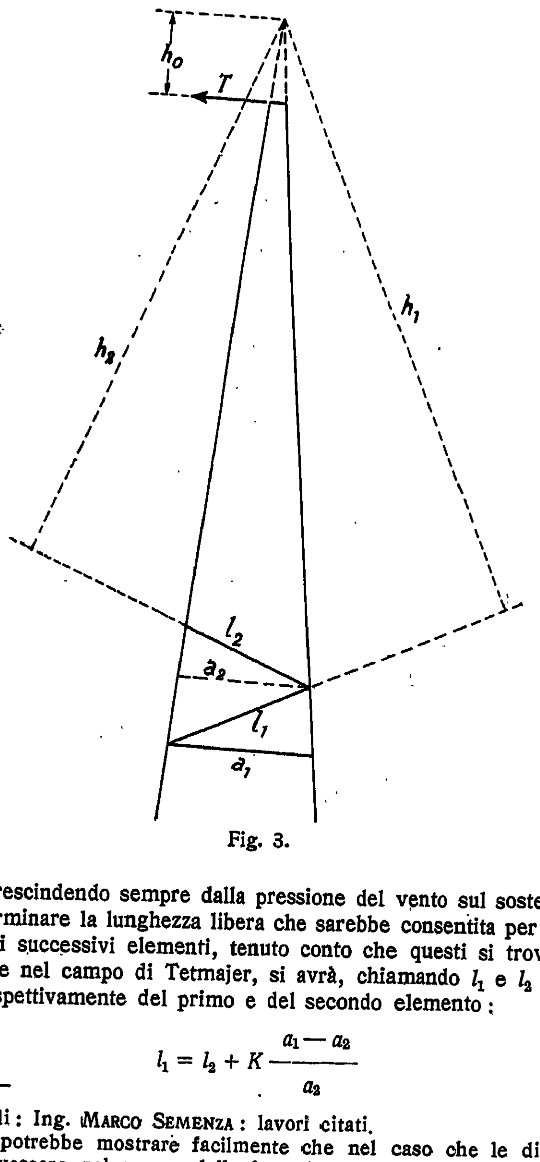


Fig. 3.

Se prescindendo sempre dalla pressione del vento sul sostegno, si vuol determinare la lunghezza libera che sarebbe consentita per i montanti per i successivi elementi, tenuto conto che questi si troveranno certamente nel campo di Tetmajer, si avrà, chiamando l_1 e l_2 le lunghezze rispettivamente del primo e del secondo elemento:

$$l_1 = l_2 + K\frac{a_1 - a_2}{a_2} \tag{7}$$

dove:

$$K = \frac{T\,a_0}{4 \times 0{,}0069\,\sigma_0\,\text{sen}\,\frac{\gamma}{2}\,a_1}$$

Il valore analogo che si troverebbe per la lunghezza l_2 partendo dal valore trovato dalla (6) per l_2 è:

$$(l_2) = \sqrt{\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^{\frac{4}{3}} l_1 - a_2^2} \tag{7'}$$

Se si osserva che il valore di K è grande, è facile rendersi conto che il valore di l_2 dato dalla (7) cresce, al diminuire di a_2 molto più rapidamente che il valore (l_2) dato dalla (7'). Con questo resta provata l'affermazione fatta che basta preoccuparsi dell'andamento delle diagonali, perchè se il montante va bene per il primo elemento, andrà certamente bene anche per i successivi. *In tal modo avremo fatto lavorare il ferro alle massime sollecitazioni consentite e potremo dire di aver raggiunto le condizioni di minimo peso.*

Per determinare le lunghezze delle varie diagonali e quindi degli elementi di montante non occorrerà ora che applicare l'equazione (6), che non presenta in realtà nessuna difficoltà, ma si può evitare anche questa piccola fatica in una maniera semplicissima che ci permette anche di tener conto, volendo, della diminuita azione dovuta alla pressione del vento sul sostegno che, di necessità, nella (6) non si era potuta considerare.

Per un elemento n qualsiasi del palo, se dalla (1) e (2) relative si elimina $\cos\alpha_2$ si ottiene:

$$l_n = \frac{1}{h_n}\,\frac{a_n^3}{\text{sen}\,\gamma} \tag{8}$$

Ma essendo:

$$F_n' = \frac{T\,h_0}{2\,h_n}$$

si avrà in definitiva che per quella data altezza da terra e quella larghezza $\frac{a_u}{F_n'}$ del palo, variando l'inclinazione del traliccio corrispondente, lo sforzo F_n' che viene ad esercitarsi per pressoflessione su di esso varia proporzionalmente al variare della lunghezza del traliccio stesso, ossia:

$$F_n' = \frac{T\,h_0\,\text{sen}\,\gamma}{2\,a_n^3}\,l_n \tag{9}$$

Tracciata allora sull'abaco della fig. 2 (o su di un foglio di carta trasparente da applicare sull'abaco stesso) la retta che abbia l'inclinazione data dalla (9), la lunghezza cercata sarà data subito dall'intersezione di detta retta con la curva attinente al ferro che è stato scelto. Per evitare poi la noia del calcolo dell'inclinazione di questa retta, che naturalmente varierà per ogni diagonale, ho tracciata sull'abaco stesso la curva:

$$P = \frac{1000}{a^3}$$

dove le a sono portate sull'asse verticale a destra e P sull'orizzontale a partire da destra a sinistra. Allora è chiaro il funzionamento. Se per esempio si deve calcolare un palo per il quale si abbia:

$$\frac{T\,h_0\,\text{sen}\,\gamma}{2} = R$$

basterà, una volta per tutte, condurre per l'estrema destra dell'asse delle ascisse dell'abaco (o del foglio trasparente sovrapposto) una retta di inclinazione:

$$\frac{R}{1000} = \text{tang}\,\phi.$$

Allora per ogni valore di a basterà portare una orizzontale dal suo punto corrispondente sull'asse delle a (come in fig. 4) fino ad incontrare la curva P, da questa condurre una verticale fino ad incontrare la retta di inclinazione $\text{tg}\,\phi$ e dal punto d'incontro con questa retta condurre l'orizzontale fino all'asse a sul quale si individua il punto x. Se dal punto x si conduce la retta all'origine degli assi F e l (cioè all'estremo sinistro dell'asse orizzontale dell'abaco) questa sarà appunto la retta che con la sua intersezione con la curva del cantonale scelto ci darà la lunghezza cercata. Tale operazione, come si

---

([4]) Vedi: Ing. MARCO SEMENZA: lavori citati.

([5]) Si potrebbe mostrare facilmente che nel caso che le diagonali non si trovassero nel campo della formula di Eulero, ma in quello di Tetmajer (o quello FF. SS. che ne è una derivazione) si avrebbero le analoghe alle (5) e (6):

$$\cos\alpha_2 = \left[\frac{a_2}{a_1}\;\frac{T\,h_0\,\text{sen}\,\gamma + 0{,}0069\,\sigma_0\,a_1^2}{T\,h_0\,\text{sen}\,\gamma + 0{,}0069\,\sigma_0\,a_2^2}\right]\cos a_1 \tag{5'}$$

$$l_2 = \left(\frac{a_2}{a_1}\right)^2 \frac{T\,h_0\,\text{sen}\,\gamma + 0{,}0069\,\sigma_0\,a_2^2}{T\,h_0\,\text{sen}\,\gamma + 0{,}0069\,\sigma_0\,a_1^2}\cdot l_1 \tag{6'}$$

vede, è della massima semplicità, e basterà ripetere per ogni nuovo valore di a, che si ottiene mano mano che ci si avvicina alla sommità del palo, questa breve operazione sul foglio di carta trasparente, applicato sull'abaco.

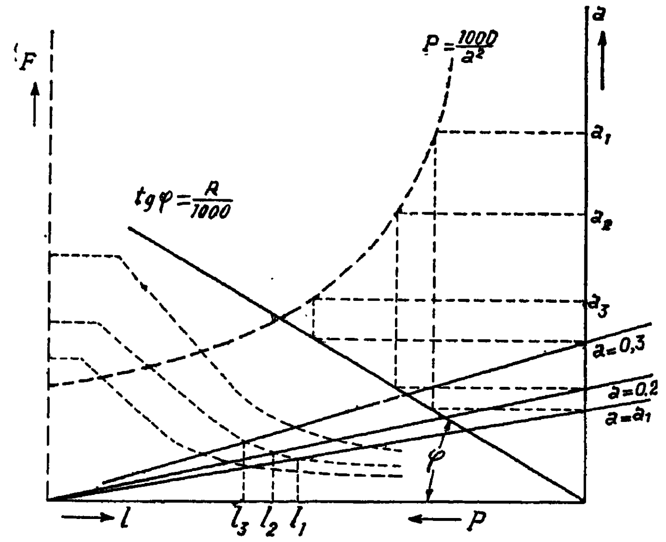


Fig. 4.

Ma potrà anche riuscire interessante sapere che si può costruire un semplicissimo apparecchio che eseguisce tutte queste operazioni automaticamente, nel più perfetto dei modi.

Eccone una breve descrizione:

Le rette a e b rappresentano l'asse di due regoli, di legno o di celluloide, perpendicolari fra di loro; un terzo regolo c è disposto in modo che i suoi estremi (di cui quello C è fisso sul regolo stesso e quello A è spostabile a volontà) possono scorrere lungo le rette b ed a

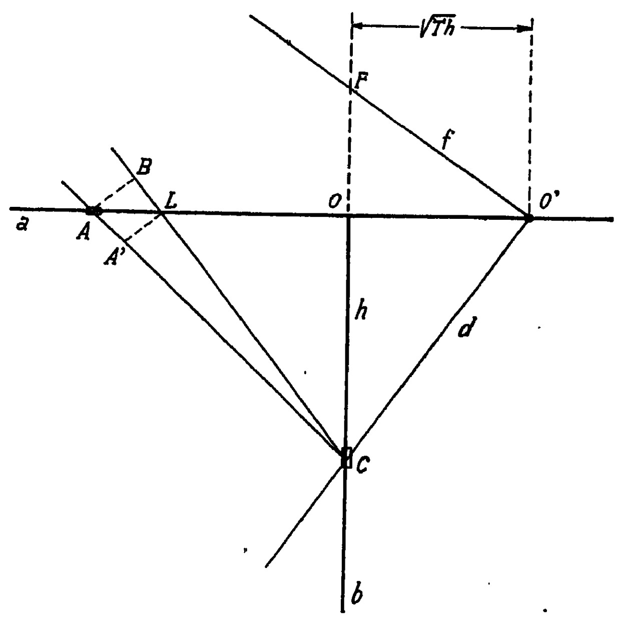


Fig. 5.

come appare dalla fig. 5 e fig. 6. Altri due regoli d ed f posti ad angolo retto fra di loro, possono ruotare, solidali intorno al punto O' posto ad una distanza da O:

$$x = \sqrt{\frac{\sigma_0}{\sigma} T h_0}$$

(dove σ è il valore che si richiede per la sollecitazione massima a compressione semplice invece di σ_0 secondo il quale sono costruiti gli abachi).

L'asse b però dev'essere disposto in modo che passi sempre per il punto C. Allora se sul regolo c applichiamo, per esempio ritagliato in carta, un triangolo $A B C$ tale che nella stessa scala delle lunghezze dell'abaco rappresenti la forma esterna del palo, è chiaro che il segmento $A L$ che viene tagliato sulla retta a per intersezione con le rette $A C$ e $B C$ rappresenta nella scala dell'abaco la lunghezza dell'asta considerata. Ma il segmento $C O$ rappresenta la lunghezza h, e per la perpendicolarità dei due regoli d e f il segmento $O F$ diviene uguale a $\frac{T h_0}{h}$ cioè uguale ad F'. Se noi ora applichiamo questo semplice apparecchio sull'abaco della fig. 2 in modo che l'asse a corrisponda all'asse della ascisse e il punto A dell'apparecchio corrisponda allo zero delle coordinate dell'abaco, noi potremo trovare subito la posizione adatta in modo che i valori di l e F, così determinati, individuino un punto sull'abaco che giaccia sulla curva del ferro preso in esame o poco al disotto.

E' facile allora proseguire successivamente. Basterà portare il punto A in A', cioè avvicinando A a C di un segmento uguale a $B L$ e procedere come prima.

Il palo viene così formato di montanti che vanno gradatamente divenendo di tipo più leggero nei successivi tronchi, e di diagonali tutte dello stesso ferro.

L'angolo delle diagonali stesse andrà crescendo leggermente man mano, con la legge data dalla (3), il che anche esteticamente non può nuocere.

Gli abachi I e II poi si prestano egregiamente a diverse altre applicazioni. Per esempio: la verifica di stabilità. Qui essendo date le dimensioni e quindi anche gli sforzi F, c'è solo da controllare che i punti che corrispondono sugli abachi a F e l siano al disotto delle spezzate relative ai ferri adoperati. Si intende che anche qui bisognerà prendere in luogo di F il valore $F' = \frac{\sigma_0}{\sigma} F$, come se agisse in realtà lo sforzo F', se σ è la sollecitazione richiesta. Od ancora, per esempio: dato un ferro di determinata lunghezza, per cui sarebbe ammissibile con σ_0 una sollecitazione massima uguale a F'' determinata dalla curva sull'abaco, e F è lo sforzo effettivo agente, si avrà:

$$\sigma_0' = \frac{\sigma_0}{F''}$$

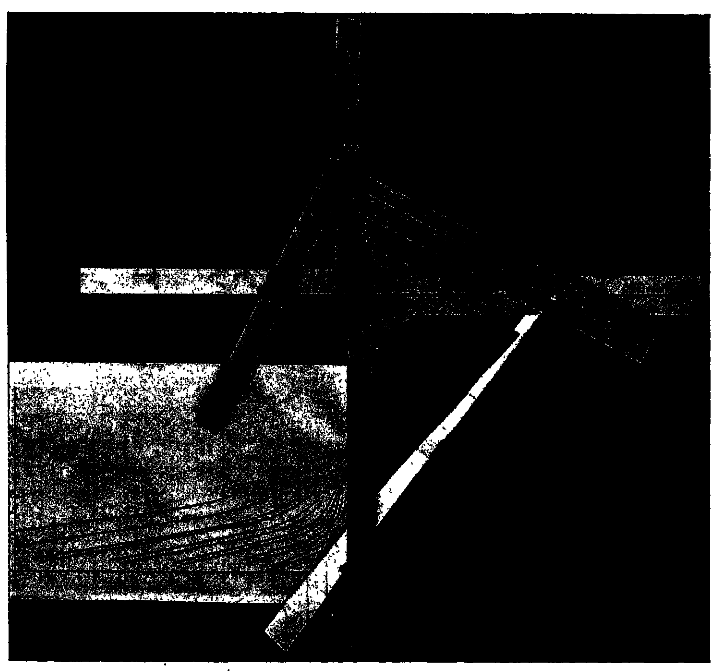


Fig. 6.

dove σ_0' è il valore della sollecitazione alla compressione semplice che entra come coefficente nelle formole di Eulero e di Tetmajer, che corrisponderebbe al caso preso in esame, mentre la sollecitazione effettiva di pressoflessione è:

$$\sigma = \frac{F}{\Omega}.$$

Anche in questi calcoli di verifica, per ciò che riguarda i tralicci, può naturalmente essere usato con profitto il semplice apparecchio descritto.

Bologna, 24 novembre 1930.

RICERCHE SULLA TEORIA DELLA ELETTRODEPOSIZIONE DEL CROMO

O. MACCHIA

Dopo un breve cenno alle teorie sulla elettrodeposizione del cromo, sono descritte le ricerche effettuate per studiare il comportamento del film catodico con il variare della densità di corrente, quantità di acido solforico, temperatura del bagno, relativamente all'aspetto del deposito di cromo che si separa al catodo.

Il primo cenno relativo alla teoria della elettrodeposizione del cromo si riscontra nella breve nota di A. Bartoli e G. Papasogli. (1) Detti autori comunicarono che il cromo era depositato per riduzione del cromato di cromo formato durante l'elettrolisi. F. Salzer (2) sostenne che il cromato di cromo formato durante l'elettrolisi è il composto che favorisce la elettrodeposizione del metallo. Più tardi R. Carveth e E. Curry (3) in seguito alle loro esperienze comunicarono che era molto probabile che nelle soluzioni di acido cromico esistessero un certo numero di Cr^{++++++} e la deposizione del cromo al catodo avvenisse direttamente da detti ioni. Il Sargent (4) dette per primo una accurata spiegazione della elettrodeposizione del cromo. Egli comunicò che la separazione del cromo dalle soluzioni di acido cromico contenenti una certa quantità di SO_4^{--} sembra sia dovuta alla formazione di un film di cromato di cromo attorno al catodo. La formazione di detto film è sempre accompagnata da un aumento del potenziale e da svolgimento di idrogeno al catodo. Detto autore aveva inoltre osservato che durante l'elettrolisi si formava una certa quantità di Cr^{+++}. Egli quindi concluse, contrariamente a quanto Carveth e Curry avevano comunicato, che i Cr^{++++++} non sono ridotti direttamente a cromo metallico. Il Liebreich (5) comunicò quasi contemporaneamente al Sargent una teoria simile; l'unica differenza consisteva nei diversi punti di transizione osservati nelle curve di densità catodica e potenziale catodico. Il Sargent osservò un solo punto di transizione, il Liebreich ne osservò tre distinti. Più tardi A. Kleffer (6) e K. Oyabu (7) ottennero nelle curve di potenziale catodico, densità catodica, punti di transizione diversi da quelli trovati dal Liebreich. Ciò però era dovuto (8) all'aver impiegato soluzioni di acido cromico non pure. Più tardi V. Kato e T. Murakami (9) hanno studiato la formazione dei punti di transizione accennati basandosi sulla concentrazione di idrogeno che si forma al catodo. Il Liebreich aveva inoltre osservato (10) che per effetto della riduzione dei Cr^{++++++} si formavano al catodo degli ossidi e idrossidi di cromo colloidali. Secondo l'autore dette sostanze formerebbero attorno al catodo un film il quale verrebbe ulteriormente ridotto a Cr^{++} che in seguito di trasformerebbero in cromo metallico (11). La presenza di detti ossidi al catodo fu in seguito dimostrata da V. Schischkin e H. Gernet (12). Recentemente E. Liebreich e V. Duffek (13) hanno osservato che impiegando densità di corrente molto forti, si può separare, con minimi rendimenti catodici, il cromo anche da soluzione di acido cromico purissimo e il metallo contiene sempre una certa quantità di ossidi. Il Müller (14) sostiene che la formazione del cromo metallico al catodo avvenga direttamente dall'acido cromico dietro un film di dicromato o di ossidi di cromo. In presenza di SO_4^{--} contenuti nel bagno, detto film viene danneggiato e la riduzione dei Cr^{++++++} comincia ad avere inizio. La teoria enunciata dal Müller è una conferma a quanto R. Carveth e Curry (15) avevano in precedenza comunicato relativamente alla separazione del cromo al catodo. E. Liebreich (16) non accettò la teoria proposta da quest'ultimo autore e ciò fu oggetto di una polemica (17). G. Fink (18) ammette che i SO_4^{--} presenti nel bagno, funzionino da catalizzatori per la soluzione di acido cromico. Una teoria pressapoco analoga era già stata in precedenza comunicata da W. Schwartz (19). Y. Kato, T. Murakami, S. Saito (20) ammettono che l'acido cromico venga dapprima ridotto a idrossido cromico e detta sostanza formerebbe un film attorno al catodo che verrebbe in seguito ridotto dall'idrogeno a cromo metallico. Secondo detti autori detto film non può essere formato da dicromato di cromo, perchè quest'ultimo composto non esiste in soluzione colloidale. V. Kato e T. Murakami (21) studiando le quantità di idrogeno e di cromo che si separano al catodo a varie densità di corrente ammettono che la elettrodeposizione del cromo dalle soluzioni di acido cromico avvenga per riduzione, effettuata dall'idrogeno, del film catodico costituito da ossidi di cromo. R. Schneidewind (22) è contrario alla teoria della formazione del film catodico solido o colloidale formato da ossidi o idrossidi o altre sostanze simili. Detto autore basandosi sulle osservazioni fatte nel campo del trasporto del calore tra fluidi ammette che esista durante l'elettrolisi un film di soluzione la cui composizione è differente da quella delle altre parti del bagno. Detto autore non esclude che durante l'elettrolisi si formino degli ossidi o idrossidi solidi o colloidali, però essi non sarebbero la vera causa della elettrodeposizione.

*

Da quanto è stato accennato è facile notare tra le verie teorie enunciate una certa discordanza, pur tuttavia, quasi tutti gli autori, sono concordi nell'ammettere la formazione al catodo di un film solido o colloidale di composti di cromo.

Lo scopo delle ricerche effettuate era di poter studiare il comportamento del film al catodo per meglio interpretare i fenomeni che avvengono durante l'elettrodeposizione di cromo. Attualmente l'esistenza del film catodico è basata sull'osservazione fatta dal Müller (23) e da G. Grube e H. Burkhart (24). E' possibile impedire completamente la riduzione catodica degli ipocloriti alcalini se si scioglie nella soluzione una certa quantità di cromato di potassio perchè quest'ultimo per effetto dell'elettrolisi viene ridotto al catodo e i Cr^{+++} che si formano danno origine a un cromato basico di cromo poco solubile. Secondo gli autori accennati detta sostanza ricoprirebbe il catodo di un film sottile e impedirebbe la riduzione degli ipocloriti. Il Müller si basa appunto su detto fenomeno per confermare la iniziale formazione del film al catodo, perchè trasportando nel campo delle soluzioni di acido cromico quanto era stato precedentemente osservato, trovò che in quest'ultimo caso il fenomeno è presso a poco analogo a quello precedente e la differenza consiste soltanto nell'esser tanto l'ossido quanto il cromato basico di cromo solubili nella soluzione di acido cromico.

*

La prima parte delle esperienze eseguite miravano a stabilire la eventuale variazione dello spessore del film catodico con il variare della temperatura e della densità di corrente; nella seconda parte vennero studiate le relazioni esistenti tra la quantità dei SO_4^{--} presenti nei bagni di cromatura e il comportamento del film impiegando varie densità di corrente.

*

1. — La prima parte delle ricerche era basata sulle osservazioni già in precedenza fatte da R. Carveth e Mott (25) e in seguito da Schischkin e Gernet (26) per cui quando il catodo è mantenuto in conveniente rotazione durante l'elettrolisi è possibile ottenere impiegando forti densità di corrente, un deposito lucente. Qualora il catodo sia mantenuto fermo, impiegando la medesima densità di corrente il deposito risulta bruciato.

Per spiegare detto fenomeno e per eseguire una serie di ricerche in merito, impiegai il dispositivo illustrato dalla figura 1. La soluzione impiegata (500 cc^3 circa) era costituita da 250 gr. per litro di acido cromico e 2,5 gr per litro di acido solforico ed era contenuta in un bicchiere da 800 cm^3. Esso era posto su di un riscaldatore elettrico *E*

(1) *Gazz. Chim. Ital.*, *13* - 47 (1883) - vedi inoltre O. MACCHIA: *Ind. Chim.* *5* - 150 (1930).
(2) *D. R. P.* n. 221472 (26 apr. 1910) - *D. R. P.* n. 225769 (20 sett. 1910).
(3) *J. Phys. Chem.* *9* - 353 (1905).
(4) *Trans. Am. Electrochem. Soc.* *37* - 479 (1920).
(5) *Zeit. f. Elektroch.* *27* - 94 (1921).
(6) *Zeit f. Elektroch.* *29* - 488 (1923).
(7) *Zeit. f. Elektroch.* *29* - 491 (1923).
(8) *Zeit f. Elektroch* *30* - 186 (1924).
(9) *Chem. News* *123* - 323 (1928).
(10) *Zeit. f. Elektroch.* *29* - 208 (1923).
(11) Op. cit. nota 10.
(12) *Zeit. f. Elektroch.* *34* - 57 (1928). Vedi inoltre E. MÜLLER e P. EKWALL idem. *35* - 84 (1929).
(13) *Ber.* *62* - 2527 (1929).
(14) *Zeit. f. Elektroch.* *32* - 399 (1926) - idem 33 - 72 (1927) - idem *35* - 84 (1928).
(15) Op. cit.
(16) *Zeit. f. Elektroch.* *33* - 69 (1927).
(17) *Zeit. f. Elektroch.* *33* - 72 (1927).
(18) *U. S. P.*, n. 1.581.188 (20 aprile 1926).
(19) *Trans. Am. Electroch. Soc.* *44* - 462 (1923) - Vedi inoltre R. SCHWEIDEWIND - *Eng. Res. Bull*, n. 8, pag. 43 - *Univ. Michigan* - aprile 1928.
(20) *J. Soc. Chem. Ind.* (Giappone) *31* - 128 (1928).
(21) *J. Soc. Chem. Ind.* (Giappone) *31* - 124 (1928).
(22) *Bull. Eng. Researc.*, n. 10 (1928) Univer. Michigan.
(23) *Zeit. f. Elektroch.* *7* - 398 (1901) e idem *32* - 399 (1926).
(24) *Chem. and. Met. Eng.* *30* - 639 (1924).
(25) *J. Phys. Chem.* *9* - 231 (1905).
(26) Op. cit., pag. 59. Vedi inoltre W. CHTCHERBAKOFF - *Zeit. f. Elektroch.* *33* - 275 (1927).

comandato mediante un opportuno reostato *R*. La temperatura del bagno era controllata mediante il termometro *T*. L'anodo era costituito da lastra di piombo al 6 % circa di antimonio, di 0,1 cm di spessore e 13 cm di altezza, disposta tutt'attorno al bicchiere. Il catodo era formato da provini di rame cilindrici di 6 cm di lunghezza e 0,5 cm di diametro. Mediante un'asta di rame di 0,2 cm di diametro saldata al centro della sezione circolare del cilindro, esso era sospeso nel bagno ed era fissato all'attacco della trasmissione del filo *F*. In tal modo il cilindro formante il catodo poteva mediante la trasmissione accennata, comandata da motore *M*, esser posto in rotazione. La velocità di rotazione era controllata nei limiti del possibile mediante un contagiri. Essa veniva regolata mediante un apposito reostato *R°*. L'intensità di corrente era controllata mediante apposito amperometro e la tensione (5 ÷ 6 volt costantemente usati nelle varie prove) era indicata da un comune voltometro. La classificazione relativa all'aspetto del deposito non poteva esser rigorosa, poichè come fanno osservare W. Blum e L. Farber [27] è difficile stabilire mediante semplice osservazione il limite di variazione di un deposito splendente, opaco, bruciato. I provini di rame prima di esser cromati venivano puliti, sgrassati, risciacquati, secondo i comuni metodi [28].

Le ricerche eseguite confermarono nuovamente la teoria della formazione del film catodico e comprovarono la variazione di spessore che esso subisce con l'aumentare della densità di corrente impiegata. Infatti usando una densità di corrente di 42 ampere/dm² quando la temperatura del bagno è di 25° C, se il catodo è mantenuto fermo il deposito risulta bruciato; mentre se al contrario esso è posto in conveniente rotazione durante l'elettrolisi, il deposito risulta splendente. Inoltre si è potuto osservare che se la velocità di rotazione non raggiunge un certo valore (cioè, nel nostro caso, non sia superiore a circa 150 giri al minuto, per detta densità e temperatura) il deposito risulta meno lucente. Così ad es. se la velocità di rotazione è di 150-200 giri al minuto il deposito risulta splendente e man mano che essa diminuisce il deposito risulta sempre più opaco (vedi tab. n. 1).

TABELLA I.

Composizione del bagno 250 gr. l. di anidride cromica; 2,5 gr. l. di acido solforico.

Temp. C.	Densità di corrente ampere/dm²	N° di giri del catodo al min. (approssimat.)	Aspetto del deposito
25	12	50	Bruciato
25	12	100	Opaco +
25	12	125	Opaco
25	12	150 ÷ 200	Splendente
40	30	50	Bruciato
40	30	100	Opaco +
40	30	125	Opaco
40	30	150 ÷ 200	Splendente
50	70	50	Bruciato
50	70	100	Opaco +
50	70	125	Opaco
50	70	150 ÷ 200	Splendente

Si può quindi ammettere che la lucentezza del deposito elettrolitico di cromo dipenda da uno speciale comportamento del fim catodico. Mantenendo costante la temperatura e la composizione del bagno la densità di corrente avrebbe una particolare influenza su quest'ultimo. Infatti operando con una densità di corrente di 5 ampere/dm² a 25° C si ottiene un deposito lucente, mentre impiegando una densità di corrente, ad es., di 12 amp/dm² il deposito risulta bruciato. E' probabile quindi che in quest'ultimo caso lo spessore del film catodico sia variato per cui la scarica dei ioni di cromo non avviene in modo tale da originare un deposito di cromo splendente. Ciò fu già implicitamente accennato in precedenza da C. Fink [29]. La conferma che il film catodico non debba avere uno spessore costante alle varie densità di corrente è data dalle ricerche eseguite e riportate nella tabella n. 1. Infatti quando il catodo è mantenuto in conveniente rotazione durante l'elettrolisi, è possibile ottenere, come già si è detto, un deposito di cromo lucente con densità di corrente superiori a quelle comunemente impiegate, perchè per effetto della forza centrifuga lo spessore del film catodico viene modificato e quindi la scarica dei ioni di cromo avviene in modo tale da originare un deposito di cromo splendente, anche con forti densità di corrente.

Mantenendo costante quest'ultima con l'aumentare della velocità di rotazione aumenta la conseguente forza centrifuga, il film catodico tende ad assottigliarsi e quindi anche con forti densità di corrente si forma al catodo un deposito lucente. Con il diminuire la velocità di rotazione diminuisce la conseguente forza centrifuga, lo spessore del film tende ad aumentare e il deposito che si forma risulta opaco. Infatti il deposito appare tanto meno brillante quanto minore è la velocità di rotazione. Le ricerche effettuate comproverebbero quindi che lo spessore del film non è costante ma, per una data temperatura e composizione del bagno aumenterebbe con l'aumentare della densità di corrente.

Per spiegare inoltre il fenomento già in precedenza osservato da W. Pfanhauser [30] e accennato da T. Taylor [31] per cui se durante l'elettrolisi il catodo è mantenuto in movimento, il deposito che si forma è opaco, si può ammettere che l'agitazione o il movimento impediscano la regolare formazione del film attorno al catodo, tale da ottenere un deposito di cromo lucente.

2. — La seconda parte delle ricerche mirava a stabilire la relazione tra la quantità dei SO_4^{--} presenti nei bagni di cromatura e lo spessore del film a varie densità di corrente. E' noto che per ottenere un deposito di cromo lucente è necessario che il rapporto $\frac{CrO_3}{H_2SO_4}$ [32] oppure $\frac{Cr^{++++++}}{SO_4^{--}}$ [33] sia rispettivamente uguale a circa 100 o a 50. E' noto inoltre che con l'aumentare della quantità dei SO_4^{--} tenendo costante la temperatura e la densità di corrente, il deposito tende a diventare opaco. Vari autori si sono occupati di ciò e per maggiori chiarimenti potranno esser consultati in special modo gli studi di R. Schneidewind [34]. V. Schischkin e G. Gernet [35] hanno fatto notare che a bassa temperatura (25° C) è possibile ottenere dei depositi di cromo lucenti impiegando delle forti densità di corrente e una notevole quantità di SO_4^{--}. Per studiare la relazione tra la quantità dei SO_4^{--} in relazione con il comportamento del film catodico, impiegai il medesimo apparato illustrato dalla fig. 1, privo però del motore, necessario per mantenere

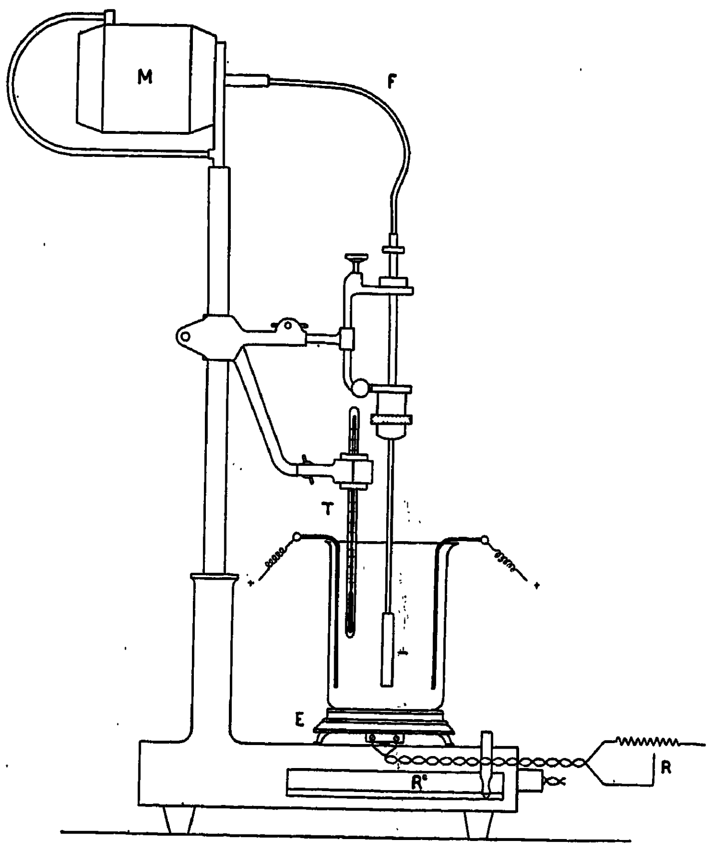


Fig. 1.

il catodo in movimento. Dapprima vennero eseguite varie prove mantenendo costante la temperatura e la densità di corrente e variando la quantità dei SO_4^{--}. Questi venivano aggiunti alla soluzione sotto forma

[27] *Research. Paper Bureau of Standars*, n. 131, pag. 33 (1930).
[28] R. Schneidewind, Circular Series N. 3, pag. 28 (gennaio 1930) Univer. Michigan.
[29] Op. citata.

[30] *Le Chromage Électrolityque*, pag. 29, Béranger edit. Paris.
[31] *Amer. Mach.* (Eur. Edit.) *71* - 137 (1929).
[32] E. Haring e P. Barrows - *Tech. Pap. Standars*, n. 346, pag. 446 (1927).
[33] R. Schneidewind - *Ing. Res. Bull.*, n. 10, pag. 14 - *Univ. Michigan* (sett. 1928).
[34] Op. citata.
[35] Op. citata.

di acido solforico e in quantità opportunamente dosata. A tale scopo venivano impiegate soluzioni rispettivamente N e $\frac{N}{10}$ di H_2SO_4. Le varie prove eseguite sono riassunte nella tabella n. 2. Da essa risulta che operando ad es. alla temperatura di 25° C con una densità di corrente di 10 ampere/dm² non è possibile ottenere un deposito sufficentemente lucente se non quando il rapporto $\frac{CrO_3}{H_2SO_4}$ varia tra 45-38 (gr. 5,5-6,5 di H_2SO_4 per litro). Analogamente con la medesima quantità di acido cromico, impiegando una densità di corrente di 8 amp./dm² non è possibile ottenere un deposito splendente se non quando la concentrazione dei SO_4^{--} varia tra 4-5,5 gr. per litro di H^2SO_4 e il conseguente rapporto $\frac{CrO_3}{H_2SO_4}$ oscilla tra 62-45, ecc.

TABELLA II.

Acido cromico presente 250 gr. l. - Temp. 25° C.

Densità di di corrente ampere/dm²	gr. di acido solforico per litro	Rapporto $\frac{CrO_3}{H_2SO_4}$	Aspetto del deposito
10	4	62	Opaco
10	4,5	55	Opaco
10	5	50	Opaco
10	5,5	45	Splendente
10	6	41	Splendente
10	6,5	38	Splendente
10	7	34	Opaco
8	3,5	71	Opaco
8	4	62	Splendente
8	4,5	55	Splendente
8	5	50	Splendente
8	5,5	45	Splendente
8	6	41	Opaco
8	6,5	38	Opaco
6	1,25	200	Opaco
6	1,4	178	Opaco
6	1,5	166	Splendente
6	1,75	147	Splendente +
6	2	125	Splendente + +
3,8	4,5	55	Opaco
3,8	4	62	Opaco
3,8	3,5	71	Splendente
3,8	3	83	Splendente +
3,8	2,75	90	Splendente + +

Si può quindi ammettere che lo spessore del film catodico, quando sono mantenuti costanti la temperatura, la composizione del bagno, la densità di corrente, sia presso a poco costante. Già in precedenza G. Fink (36) e E. Müller (37) hanno comunicato che i SO_4^{--} debbono avere una azione specifica sul film catodico e più tardi lo Schneidewind (38) ha studiato l'effetto che produce una maggiore o una minore quantità di SO_4^{--} relativamente allo splendore del deposito di cromo. Considerando ora il caso in cui venga impiegata una densità di corrente di 10 ampere/dm² poichè con una quantità di H_2SO_4 maggiore di 6,5 gr per litro o minore di 5,5 gr per litro si ottiene un deposito di cromo tanto meno splendente quanto più la quantità di acido solforico si allontana dai valori citati, è logico ammettere che quando il tenore dell'H_2SO_4 oscilla fra i due limiti accennati, le reazioni fra film catodico e i SO_4^{--} avvengono in modo tale da originare un deposito splendente. Se la quantità dei SO_4^{--} è maggiore il film viene troppo attaccato da questi ultimi, se la quantità di essi è minore le reazioni che avvengono al catodo sono tali da originare un deposito non lucente.

Una prova che dimostra l'influenza dei SO_4^{--} sul film catodico e comprovante che lo spessore di esso deve variare con l'aumentare della densità di corrente si ha ad es. nella seguente constatazione. Impiegando per il bagno accennato alla temperatura di 25° C una densità di corrente di 3,8 amp./dm² è impossibile ottenere un deposito di cromo lucente quando la quantità di acido solforico è superiore a gr 3,5 per litro, però se si aumenta la densità di corrente sino a raggiungere i 6-8 ampere/dm² mantenendo naturalmente costante la quantità di acido, il deposito risulta sufficentemente splendente. Il fenomeno si può spiegare ammettendo la variazione subita dal film catodico con l'aumentare della densità di corrente. La formazione del deposito opaco che si ottiene con una densità di corrente di 3,8 ampere quando la concentrazione dell'acido solforico è, ad es., di 4,5 gr. per litro dipende forse dal piccolo spessore del film catodico in confronto della grande quantità dei SO_4^{--} che giungono a contatto con esso durante l'elettrolisi. Aumentando la densità di corrente sino, ad es. 7 ampere/dm² il deposito risulta abbastanza lucente, poichè è probabile che aumentando la densità di corrente aumenti lo spessore del film catodico e le reazioni tra esso e i SO_4^{--} sono tali da produrre un deposito di cromo splendente. Analoga cosa si può dire quando la quantità dei SO_4^{--} diminuisce. Infatti con una densità di corrente di 6 amp./dm² si ottiene un deposito di cromo opaco lattiginoso quando la concentrazione dell'acido solforico è inferiore a gr 1,40 per litro. Se il tenore di quest'ultimo diminuisce, allora il deposito risulta tanto più lattiginoso quanto minore è la diminuzione dei SO_4^{--}. Ciò è dovuto alla quantità insufficiente di essi che a contatto con il film catodico danno origine a delle reazioni per cui si origina una non buona separazione di cromo al catodo. Diminuendo la densità di corrente e modificandosi conseguentemente lo spessore del film catodico è possibile ottenere un deposito splendente, infatti, ad es., se la densità di corrente viene ridotta a 4 ampere/dm² si ha un deposito splendente con una concentrazione di SO_4^{--} pari a gr 1,25 di acido solforico per litro.

Naturalmente le relazioni tra le variazioni subite dal film catodico, con il variare della densità di corrente impiegata e la quantità di acido solforico presente nella soluzione avente una data concentrazione in acido cromico, a una data temperatura, sono comprese nei limiti di placcatura splendente già in precedenza determinati, per catodi di rame da altri autori (39). Infatti operando alla temperatura di 25° C con una densità di corrente, ad es., di 12 ampere/dm² il deposito risulta bruciato con qualsiasi concentrazione di SO_4^{--}.

*

3. — In un'ultima serie di ricerche sono state studiate le relazioni tra lo spessore del film catodico e la temperatura. Per un bagno contenente 250 gr per litro di acido cromico, se si opera alla temperatura di 25° C con una densità di corrente di 6,5 ampere/dm², con una concentrazione di 1,40 gr di acido solforico per litro di ottiene un deposito opaco lattiginoso. Al contrario se si innalza la temperatura sino ad es. 35° C, il deposito risulta sempre più lucente. Il fenomeno si può interpretare in tal modo. Alla temperatura di 25° C il deposito risulta non splendente, perchè lo spessore del film catodico è troppo grande rispetto alla quantità dei SO_4^{--} che giungono a contatto con esso, infatti se si aumenta la quantità di acido solforico sino ad es. 1,50 gr per litro, mantenendo naturalmente invariata la temperatura e la densità di corrente il deposito appare lucente. Ora se la quantità di acido solforico rimane invariata, quando la soluzione viene portata a 35° C, e il deposito risulta splendente, è possibile ammettere che lo spessore del film catodico vari e precisamente diminuisca con l'innalzarsi della temperatura. Ad es. a 25° C con una densità di corrente di 9 ampere/dm² e con una concentrazione di acido solforico di 2,50 gr per litro il deposito risulta bruciato perchè la quantità dei SO_4^{--} è insufficiente rispetto allo spessore del film (40); però se si innalza la temperatura sino ad es. 40° C, il deposito risulta sufficientemente splendente. I risultati di queste ultime ricerche sono riportati nella tabella n. 3.

TABELLA III.

Acido cromico presente 250 gr. l.

Densità di corrente amp./dm²	gr. d'acido solforico per litro	Rapporto $\frac{CrO_3}{H_2SO_4}$	Temperat. in C°	Aspetto del deposito
6,5	1,4	178	25	Opaco
6,5	1,4	178	30	Splendente
6,5	1,4	178	35	Splendente +
9	2,5	100	25	Bruciato
9	2,5	100	30	Opaco
9	2,5	100	35	Splendente
9	2,5	100	40	Splendente +
10	3,5	71	25	Bruciato
10	3,5	71	30	Opaco
10	3,5	71	35	Splendente
10	3,5	71	40	Splendente +

(36) Op. citata.

(37) Op. citata.

(38) Op. citata, vedi nota 33, pag. 32 bis.

(39) R. SCHNEIDEWIND, Op. citata, pag. 39-40 - E. HARING e P. BARROWS, Op. citata pag. 425 - J. ROUDNICK - *Rev. Univ. Min.* 20 - 123 (1928).

(40) Infatti con una maggiore concentrazione di SO_4^{--} es. 5 gr per litro di SO_4^{--} si ottiene un deposito meno opaco.

*

Conclusioni. — Pur senza entrare in merito alla costituzione del film catodico che si forma durante l'elettrolisi delle soluzioni di acido cromico (41) in base alle esperienze eseguite si può concludere:

1° L'aspetto del deposito di cromo dipende dallo speciale comportamento del film catodico. Lo spessore di quest'ultimo non sarebbe costante, ma vari fattori quali la densità di corrente, la temperatura, la composizione del bagno, avrebbero un'azione specifica su di esso.

2° Mantenendo invariata la temperatura e la composizione della soluzione, in base ai risultati ottenuti, impiegando un catodo rotante, sembrerebbe che lo spessore del film catodico aumenti con l'innalzarsi della densità di corrente.

3° Durante la separazione di cromo splendente su di un catodo fisso deve esistere un equilibrio tra la quantità dei SO_4^{--} e lo spessore del film catodico, per cui una variazione del primo fattore (aumento o diminuzione dei SO^{4--} nella soluzione) o del secondo (variazione dello spessore del film causato dalla densità di corrente o dalla temperatura) conduce alla formazione di un deposito non lucente. Si è constatato che per ottenere un buon deposito di cromo per un aumento della quantità del SO^{4--} si deve effettuare un aumento dello spessore del film catodico e viceversa. Poichè le varie osservazioni sono state riscontrate effettuando una non notevole variazione tra i due fattori: SO_4^{--} spessore del film, si può ammettere che l'equilibrio sopra accennato vari entro limiti non molto ampi. Praticamente infatti è noto che per ottenere un deposito di cromo lucente è necessario mantenere, per una data concentrazione in acido cromico, la quantità dei SO_4^{--}, la densità di corrente, la temperatura, entro certi limiti.

4° La temperatura ha una notevole influenza sullo spessore del film catodico e con l'innalzarsi di essa quest'ultimo tenderebbe ad assottigliarsi. Ciò spiegherebbe come in pratica per un bagno avente una data composizione, se si vuole ottenere un deposito splendente, occorre con l'aumentare della temperatura (diminuzione dello spessore del film catodico) opportunamente aumentare la densità di corrente (aumento dello spessore del film catodico).

5° E' probabile che altri fattori quali la conduttività delle soluzioni, il rendimento catodico, abbiano una influenza sul comportamento del film catodico. Sono in corso delle ricerche a tale proposito.

Fermo - *Laboratorio di chimica del R. Istituto Industriale*

(41) Per maggiori delucidazioni sulla costituzione del film catodico vedi E. MÜLLER: *Zeitsch. f. Elektroch, 32* - 401 (1926) e E. MÜLLER e P. EKWALL: idem *35* - 84 (1929).

LA RELATIVITA' DELL'ENERGIA CINETICA E DELLA TEMPERATURA "ASSOLUTA"

G. RABBENO

La «relatività» dei flussi di energia fra sistemi fisici in moto relativo è un carattere generalissimo. Se ne studiano due aspetti particolari negli scambi di energia meccanica (cinetica vettoriale) e termica (cinetica diffusa, oppure radiante): ne consegue una certa «relatività» anche della temperatura «assoluta».

1. — Tutte le forme di *energia cinetica meccanica* presentano caratteri di *relatività* (rispetto al sistema di riferimento) e di *vettorialità*, che di solito non sembrano forse abbastanza messi in luce. Entrambi questi caratteri derivano dagli omologhi del fattore «velocità», che è un vettore di cui non si conoscono che valori relativi.

Il *calore* è invece una forma di *energia cinetica diffusa* nella materia; esso perde perciò la sua vettorialità; ma, come si dirà, conserva qualche aspetto di relatività rispetto al sistema di riferimento, almeno in quel suo attributo che si chiama *temperatura*.

2. — Energia cinetica.

Un semplicissimo esempio chiarirà subito le idee.

Si consideri un veicolo veloce (velivolo, silurante, autocarro) di massa M che lanci nella direzione del suo moto rispetto alla Terra, di velocità relativa V, un proiettile (bomba, siluro, granata) di massa m con velocità v rispetto al veicolo stesso.

Sia prima v nello stesso senso di V. Qualunque sia V (anche nulla), *per un osservatore sul veicolo* l'energia comunicata dalla carica di lancio al proiettile è sempre: $m\frac{v^2}{2}$.

Invece *per un osservatore fisso alla terra* la variazione della energia del proiettile è:

$$m\frac{(V+v)^2}{2} - m\frac{V^2}{2} = m\frac{v^2}{2} + m\,v\cdot V > m\frac{v^2}{2}.$$

Donde proviene la differenza?

Evidentemente: — o dalla massa del veicolo che, se null'altro muta, subisce una diminuzione di V *rispetto all'osservatore fisso*; — o dall'apparato propulsore del veicolo, se esso è capace di sviluppare nella durata del lancio un incremento di impulso $m\,v$, per mantenere V costante.

Se invece v e V sono di senso contrario, è il proiettile che cede energia al veicolo: se fosse: $v = -V$, il proiettile cadrebbe a piombo *rispetto a un osservatore fisso*, pel quale tutta l'energia cinetica del proiettile sarebbe passata al veicolo. Questo caso può verificarsi nei propulsori a razzo.

Se poi si pensasse l'*osservatore solidale col proiettile*, l'energia comunicata a questo apparirebbe sempre *nulla*. E ciò, s'intende, se il proiettile non ruota; altrimenti occorre ancora distinguere: se gli assi di riferimento ruotano con lui, l'energia rispetto a quelli è costantemente nulla; se restano baricentrici, ma paralleli a sè stessi, l'energia relativa è soltanto quella di rotazione.

3. — Una massa in moto (relativo) è un serbatoio di energia (cinetica); ma questa è ricuperabile in una sola direzione ed in un solo senso rispetto a un dato osservatore, direzione e senso della velocità relativa.

Il flusso di questa forma particolare di energia non dipende da un gradiente fra superficie equipotenziali diverse, in una direzione qualunque dello spazio; una massa può anche scorrere su altre, scambiando con loro azioni e reazioni (in direzione normale al moto relativo) senza dar luogo a passaggi di energia. Il flusso o avviene nella direzione della traiettoria relativa o non avviene affatto; e il senso e la ripartizione del flusso stesso variano con la scelta della sede dell'osservatore.

Dunque l'entità e il senso di un *flusso di energia cinetica* sono differenti a seconda del punto di vista, coè sono *relativi al sistema di riferimento*.

4. — Temperatura.

In un sistema *unico* il concetto di temperatura ordinaria e quello di temperatura assoluta sono abbastanza ben precisati.

Per la temperatura assoluta l'unica definizione rigorosa, come sostiene il Bouasse, sembrerebbe quella matematica (cioè: l'inverso del più semplice fattore integrante di $d\,q$ nelle coordinate p, v). Ma essa implica una trasformazione di calore in lavoro, ossia è una definizione indiretta di una caratteristica che dovrebbe essere essenzialmente termica; perciò in quanto segue si prescinderà dai cicli termodinamici, cercando la *relatività* della temperatura «assoluta» presa a sè.

Occorre allora ripartire dal Postulato di Clausius, il quale, se si vuole che non risulti una petizione di principio, dovrebbe essere parzialmente invertito. Infatti la sua prima metà («Il calore non può passare da un corpo freddo a un corpo caldo...») non ha senso se prima non si stabilisce come si possono distinguere rispettivamente il corpo freddo e il corpo caldo. A questo scopo non possiamo che osservare un passaggio spontaneo di calore fra essi (per contatto o, dopo Kirchoff, per irradiazione), cioè un fenomeno sensibile (fisico o fisiologico) derivato da quello. Allora la prima metà del Postulato *esprime la semplice constatazione*, accettabile da tutti per esperienza diretta, che esistono in natura corpi aventi la proprietà di scambiarsi *spontaneamente* (sotto certe condizioni e in un dato senso) quella forma di energia cinetica molecolare *diffusa* che si chiama «termica»; e *dà un nome* al corpo cedente e un altro al corpo che acquista calore.

La seconda metà del Postulato («... senza che nel sistema materiale considerato si trasformi qualche altra forma di energia») afferma che per modificare un fenomeno naturale (invertire il flusso spontaneo di calore) occorre l'intervento di altra energia, diciamo anzi senz'altro di lavoro meccanico. Ma questo è un caso particolare della definizione più generale di «lavoro». Infatti qualunque modificazione macro- o microscopica della materia, qualunque alterazione di equilibrio, statico, statistico o dinamico nell'ambiente in cui viviamo, riconosciuta sotto il nome generico di «fenomeno», non può essere concepita dalla nostra mente che come un effetto di cause in azione, ossia di *forze* in *moto;* e perciò diciamo che ogni forza elementare spostante nella propria direzione il punto cui si applica (od ogni causa in atto) compie un *lavoro.* Tutto il Postulato, dunque, *constata un fenomeno e lo definisce.*

Se poi la direzione spontanea di quel flusso di calore si manifestasse contraria alla nostra aspettazione, o si invertisse da sè, senza altro intervento, noi non diremmo che il Postulato è in difetto, ma bensì scambieremmo fra loro i nomi di corpo freddo e caldo, cioè il

segno di quella causa termomotrice, che chiamiamo «differenza di temperatura». [1]

Dunque in un insieme di corpi senza moti relativi, facenti parte di un unico sistema geometrico, non si incontrano difficoltà per definire univocamente il concetto di «temperatura» attraverso il Postulato di Clausius, purchè l'ordine delle idee sia il seguente, più logico di quello usuale:

«Fra i fenomeni naturali *spontanei* (cioè non modificabili senza intervento di energia estranea che muti le condizioni preesistenti) vi sono gli scambi di calore fra corpi diversi: per definizione il corpo che cede calore ha *temperatura* più alta di quello che lo assorbe».

5. — Se invece si considerano le relazioni termiche fra due corpi in moto relativo, la definizione ordinaria, stabilita dal Postulato di Clausius, diviene insufficiente; e occorre tener distinti corpi gassosi (per semplicità ci riferiremo soltanto a quelli assimilabili a «gas perfetti») i quali trasmettono calore solo a contatto per convezione, dai solidi che lo trasmettono sia a contatto per conduzione, sia a distanza (cioè senza intermediari materiali) per irradiazione. Sempre per semplicità trascuriamo i liquidi, quali forme intermedie meno adatte alla rapida impostazione dei concetti radicali.

Quando due masse si trovano in moto relativo fra loro si presentano almeno *tre* casi tipici:

a) *Una delle masse è un aeriforme assimilabile a un gas perfetto.*

La teoria cinetica dei gas vede nella temperatura assoluta la misura della energia (cioè del quadrato di una velocità) molecolare media dei gas in equilibrio statico, e da questa sola dipendono gli spostamenti di calore (per convezione), essendo sensibilmente nulli il potere irradiante e la conduttività.

Ciò posto, se in un recipiente contenente del gas a una certa pressione p e a una certa temperatura uniforme T, entrambe assolute, si apre un ugello verso un ambiente a pressione minore (atto che non costituisce certo una sottrazione di calore), si determina un efflusso del gas. Per seguire ciò che avviene nella massa effluente, tutti i trattatisti dicono che l'osservatore ed i suoi strumenti di misura devono immaginarsi solidali con una certa sezione della vena fluida, cioè non solo si deve mutare il sistema di riferimento, ma assumerne uno in moto vario rispetto al primo, e diverso da punto a punto della massa considerata! Soltanto così restano valide le definizioni e le leggi generali della termodinamica (per es. che l'espansione è accompagnata da raffreddamento); chè invece per un osservatore fermo le molecole uscenti dall'ugello non hanno affatto variato la velocità media preesistente. Di questa, per ciascuna molecola l'ugello (funzionando come semplice filtro) ha soltanto separato una componente parallela e concorde con quella delle altre molecole.

Così, dal punto di vista cinetico, lo stato fisico reale non è sostanzialmente mutato; per l'osservatore in moto il gas ha subito una trasformazione adiabatica rivelatagli dal decrescere di p e di T lungo la vena; per l'osservatore fisso lo stato fisico è diverso secondo che i suoi strumenti di misura si trovano sul percorso della vena o fuori di essa. Per es. la punta di una coppia termoelettrica gli indicherà una temperatura bassa se è inserita nella parete dell'ugello senza sporgerne verso l'interno della vena espansa [2]; ma ne indicherà una maggiore se invece sporge, e anzi, se non vi fossero perdite, segnerebbe la stessa temperatura del serbatoio di origine; e se poi la velocità relativa, per cause aggiunte, divenisse sufficientemente alta (come quella di un bolide rispetto all'atmosfera terrestre) la punta termoelettrica si fonderebbe senz'altro.

Ricorrendo a metodi indiretti (per es. a misure di irradiazione di un solido immerso nella vena e solidale con una sua sezione, ipotesi irrealizzabile in pratica senza alterare il fenomeno che si vorrebbe analizzare) i risultati varierebbero col metodo prescelto e con la velocità relativa.

Ad ogni modo una massa gassosa non può agire che per avvicinamento o per compenetrazione; quindi la T misurata dall'osservatore interno alla massa è un *minimo*, circa come la massa maupertuisiana rispetto a quella longitudinale e trasversale della Teoria della Relatività.

Se poi allo sbocco dell'ugello prima immaginato una ruota a impulso riduce a zero la componente di velocità comune a tutte le molecole, la parte di energia interna che si era resa vettoriale passa per l'albero della ruota a compiere un lavoro esterno: eppure si dice che lo stato fisico del gas nel traversare la ruota rimane immutato, perchè p e T restano costanti per l'osservatore solidale con la massa gassosa.

Mancando la ruota (come avviene nella classica esperienza di Joule) l'energia cinetica resasi prima *vettoriale* rispetto ai corpi esterni torna *diffusa* per vortici e attriti nella massa gassosa, che nel serbatoio a valle diverrebbe più calda che nel recipiente di origine; oppure, in teoria, potrebbe anche rientrare in quello (salvo le perdite di energia) mediante un ugello invertito (iniettore), compiendo due trasformazioni adiabatiche inverse lungo le quali la velocità molecolare *media* resterebbe sempre *costante* per l'osservatore esterno fisso: tuttavia, prima diffusa, poi in parte concorde (e allora meccanicamente esternabile), poi di nuovo diffusa.

Perciò appunto nelle applicazioni si è costretti a pensare il sistema di riferimento sempre collegato col fluido che funge da strumento per la trasformazione termodinamica, benchè esso stesso abbia velocità diverse nei vari punti del suo circuito, e quindi non costituisca in realtà un sistema unico.

Dunque la temperatura (relativa e assoluta) di una massa gassosa in moto rispetto a un osservatore ed ai suoi strumenti di misura può mutare a seconda del luogo, delle direzioni e dei mezzi di riferimento.

b) *Masse solide striscianti a contatto.*

Nell'ipotesi che il contatto sia privo di attrito, l'entità e il segno di una eventuale differenza di temperatura fra le masse sono identici per due osservatori solidali con le masse da una parte e dall'altra della superficie di scorrimento.

Ma se attrito vi è, e la temperatura T da fermo era uguale dai due lati della detta superficie, sulla superficie stessa nasce del calore, a spese dell'energia «reciproca» dei due corpi striscianti, ciascuno dei quali diviene «caldo» (per conduzione) rispetto all'osservatore dell'altro; e non si può più precisare una temperatura relativa.

Il Postulato di Clausius resta tuttavia rispettato, perchè ad ogni modo si distrugge dell'energia meccanica; ma il fenomeno assume un aspetto alquanto diverso del comune, poichè occorrerebbe definire una sorgente di calore per contatto priva di sostegno materiale proprio.

c) *Masse solide lontane fra loro in moto relativo.*

In questo caso la trasmissione del calore non può avvenire che per irradiazione; e allora le variazioni di effetti reciproci dovute alla velocità relativa non si rendono sensibili che se questa è commisurabile con la velocità della luce. Ad ogni modo dal punto di vista teorico i valori numerici non hanno importanza, e perciò si può dire che gli osservatori solidali con due diverse masse misurerebbero entrambi sull'altra (per effetto spettroscopico Doppler, o per misura diretta dell'aumento di irradiazione) una temperatura maggiore del vero, nel caso di avvicinamento; e viceversa nel caso di allontanamento.

Così, per es., le due metà di una massa, in perfetto equilibrio termico finchè unite, diverrebbero reciprocamente sorgenti fredde se allontanate con sufficiente rapidità, poichè entrambe dovrebbero irradiare sulla loro congiungente per continuare a colmare di radiazione lo spazio interposto; e al contrario, se si riavvicinassero poi.

Questo mostra che per corpi irradianti la temperatura «assoluta» *T da fermo non è neppure più un valore minimo*, ma può andare anche decrescendo; tanto che al limite un solido che si allontanasse da un

---

[1] Il fatto non è già più così semplice quando si tratti di scambi di calore fra masse *in diverso stato fisico*.

Per es. un blocchetto refrattario posto in una fiamma ossidrica (invisibile) funge rispetto a questa da corpo freddo (per contatto), e da corpo caldo (per irradiazione) rispetto ai solidi circostanti, sui quali invece la fiamma che lo avvolge non esercita azione alcuna. Anzi si può pensare la seguente esperienza:

Abbiansi allineati su una retta, a distanza sufficiente per escludere le trasmissioni di calore per contatto e per convezione: un solido S a temperatura di ambiente medio (20°), una fiamma ossidrica F senza solidi interni, una barra di ghiaccio G. S irradia calore su G attraverso la fiamma incolore F: dunque *nel tratto* SF il calore va spontaneamente da un corpo (solido) a temperatura media *verso* uno (gassoso) caldissimo, e lo attraversa senza fermarvisi.

Se poi la barra G si avvicina alla fiamma F al punto da esserne lambita, la superficie di contatto diviene per essa una sorgente di calore a *due* temperature diverse e contemporanee, ambe superiori, una altissima per conduzione e una media per irraggiamento.

Se invece infine, sempre sullo stesso allineamento, alla fiamma F fino a farsene lambire si avvicina il blocco S, per esso la superficie di contatto diviene *sorgente di calore a due temperature diverse, contemporanee, una caldissima e una fredda*, che non interferiscono nè si influenzano fra loro.

Si vede dunque che in qualche circostanza anche il Postulato richiederebbe dilucidazioni aggiunte, per non essere colto in contraddizione, almeno formale, con la realtà. In particolare dovrebbero tenersi meglio separate le due vie di propagazione della energia termica, con o senza l'intermediario materiale, poichè l'analisi del Kirchoff ne dimostrò l'equivalenza fra due stessi corpi che possano usarle entrambe; mentre, come si è visto, il fenomeno non è più così semplice in una catena di corpi alcuni dei quali, per lo stato fisico in cui si trovano, non possano scambiare calore che per l'una o per l'altra, e non tutti per la stessa.

[2] Al limite, se in quel punto potesse essere $p = 0$, apparirebbe anche $T = 0$.

altro con la velocità della luce avrebbe per questo una temperatura assoluta *zero*. E se invece con la stessa velocità si avvicinasse, siccome nell'attimo del passaggio a contatto scaricherebbe di colpo tutta l'energia irradiata con frequenza infinita (in un tempuscolo infinitesimo), apparirebbe possedere una temperatura infinita.

Ciò sarebbe da tener presente quando occorresse in qualche modo stabilire per gli elettroni un concetto analogo a una temperatura.

6. — Conclusioni.

a) Quando una qualsiasi forma di energia si trasforma in cinetica, perde il suo carattere *scalare*, e diventa *vettoriale* e *relativa* al sistema di riferimento. Così per ogni variazione di energia potenziale, il flusso di energia da una massa materiale a un'altra (o meglio la ripartizione del totale fra le parti) varia a seconda del sistema di riferimento.

b) Anche la temperatura «assoluta», definita come livello termico di una massa in moto relativo, varia a seconda del sistema di riferimento.

c) Poichè non vi può essere *lavoro* senza spostamenti relativi, (tanto che *tutti* i fluidi nelle macchine termiche sono *in moto*, circolando a regime fra sorgenti calde e fredde fisse; e analogamente nelle idrauliche circolano fra ambienti a pressione diversa; ecc.), la «relatività» dei *flussi di energia* è un carattere generalissimo, che deve esser messo a base delle misure energetiche in ogni fenomeno fisico, per poter giudicare caso per caso se la sua influenza sia o non trascurabile.

:: SUNTI E SOMMARI ::

ACCUMULAZIONE DELL'ENERGIA.

J. Mathivet — **Centrali termiche e accumulazione idraulica.** (Bull. Soc. Fr. El., settembre 1930, pag. 940-944).

Premesso che l'interconnessione tra centrali termiche e centrali idrauliche consente spesso la soppressione delle punte dal grafico fondamentale, l'A. tratta di quei casi in cui una tale interconnessione o non è conveniente per la situazione delle centrali o non è sufficiente a assicurare un funzionameto degli impianti. Una soluzione, adottata già in Isvizzera ed in Germania, consiste come è noto nell'accumulazione di energia sotto forma idraulica durante le ore di basso carico: alla centrale termica è annessa una centrale idraulica artificiale con bacini di carico e scarico, turbine e pompe.

In Sassonia e nel bacino della Ruhr sono per entrare in servizio due di queste centrali idrauliche molto potenti costruite dalle Ditte Sulzer e Voith. In Sassonia si sono costruiti due bacini Oberwartha e Niederwartha della capacità di 2.000.000 m^3 con un dislivello di 150 m l'uno dall'altro, che permettono un ricupero annuale di 200 milioni di kWh. Nel bacino della Ruhr, nelle vicinanze di Herdiecke e del colle di Kleff alto 150 m si sono costruiti un bacino di scarico di 9.000.000 metri e uno di carico di 1.500.000 m; questa centrale idraulica serve ad equilibrare il carico delle centrali termiche della Compagnia Reno-Westfaliana, fornendo ogni anno 160.000.000 kWh. Basandosi su questi due esempi l'A. discute della convenienza che la soluzione delle centrali idrauliche artificiali presenterebbe in Francia nella regione parigina, nell'Est e nel Nord; egli ritiene che detta soluzione consentirebbe un'economia annuale di 400.000.000 kWh, pari a 20 milioni di franchi nella sola regione parigina.

Nelle regioni del Nord della Francia potrebbero essere utilizzati i pozzi delle miniere di carbone che consentono l'installazione facile di numerosi piccoli serbatoi con forti dislivelli. *C. C.*

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

L. C. Grant — **La capacità di rottura degli interruttori di grande potenza e in particolare di un tipo nuovo ad arco smorzato.** (J. I. E. E., Londra, settembre 1930, pag. 1089).

L'A. ha compiuto una lunga serie di prove su interruttori in olio funzionanti in condizioni di forte sovraccarico quale può verificarsi durante un corto circuito. L'estensione dei contatti ha una notevole influenza sulla sicurezza di un interruttore poichè essi con la loro massa termica limitano la temperatura massima raggiungibile durante l'arco. La velocità di distacco dei contatti in generale non dovrebbe superare i 3 m/sec per non causare delle pericolose sovratensioni sulle linee e dei danni al macchinario. Durante l'apertura di un interruttore si produce nel cassone una bolla gassosa che può esercitare sulle pareti una pressione molto elevata poichè l'olio è un liquido incomprimibile. Un cassone di forma cilindrica ha in generale una maggiore capacità di resistere a questi sforzi meccanici; esso viene di solito usato negli impianti ad alta tensione. In ogni caso il volume del cassone di un interruttore va sempre proporzionato alla capacità di rottura che si esige da questo tenendo presente la seguente formula:

Capacità di rottura max (in kVA) $= 34 \left\{ \sqrt[3]{P\,V} - 0{,}72 \right\}$ dove P si esprime in kg/cm^2 e V in m^3.

Se l'interruzione della corrente avvenisse in quattro punti per ogni polo invece di due la capacità calcolata con la suddetta formula empirica dovrebbe essere aumentata del 25%.

Un sensibile miglioramento nel funzionamento dell'interruttore si ottiene avvolgendo la zona nella quale dovrà prodursi l'arco con un cilindro di ferro isolato; il campo magnetico circolare che si produce in questo esercita un'azione attrattiva radiale sulla corrente ed obbliga quindi l'arco ad aumentare il proprio diametro fino a lambire le pareti del cilindro. La dispersione del calore dall'arco all'olio risulta aumentata e l'arco si estinguerà in un tempo più breve. Il raffreddamento risulta ancora più energico se si dispongono delle piastre metalliche circolari nell'interno del cilindro normalmente al percorso dell'arco e con un foro centrale per lasciare passare il contatto mobile; in tal modo quando l'arco si formerà in seguito all'apertura dell'interruttore e sarà costretto ad espandersi per la ragione detta sopra esso verrà tagliato in tanti tronchi dai dischi. L'arco raffreddandosi perde la propria ionizzazione e con essa anche l'attitudine a condurre la corrente elettrica. Una nuova applicazione di questi concetti è stata fatta in un fusibile per alta tensione nel quale il filamento metallico (teso fra due molle che favoriscono il distacco quando avviene la fusione) è chiuso in una scatola di ferro cilindrica isolata dal filo mediante due passanti di porcellana e piena di olio. Questo studio è completato da numerosi rilievi oscillografici presi su diversi tipi di interruttori sottoposti a corti circuiti ripetuti. *I. L.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

S. Parker Smith — **Il rendimento in calore raggiante e la distribuzione del calore delle stufe elettriche.** (J. I. E. E., Londra, settembre 1930, pag. 1211).

La misura del calore irradiato da una stufa elettrica si compie col metodo Leeds; la stufa viene posta al centro di una sfera sulla cui superficie si può spostare un apparecchio di misura del calore irradiato in tutte le direzioni; coi risultati che si ottengono si può così disegnare il diagramma polare dell'irradiazione calorifica. Per la misura suddetta l'A. ha scelto due tipi di apparecchi uno basato sulle proprietà delle pile termoelettrice e l'altro sulla misura diretta (a mezzo di termometro a mercurio) dell'aumento di temperatura di un disco di ottone esposto al calore raggiante per un tempo costante. La distanza dell'apparecchio di misura dalla stufa era di 87,5 cm. Si ammette che tutto il calore radiato passi attraverso un emisfero anteriore alla stufa; supposto diviso questo emisfero in 81 calotte simmetriche mediante paralleli e meridiani, si assume come fattore D di distribuzione del calore il rapporto fra il calore totale irradiato dalla stufa nell'emisfero anteriore e quello che passa attraverso alla zona equatoriale centrale; il valore D è risultato compreso fra 5,1 per le stufe munite di schermo parabolico e 40,2 per quelle a distribuzione del calore più uniforme. Conoscendo poi il calore totale irradiato e l'energia elettrica consumata nella stufa è stato calcolato il rendimento di questa; il calore irradiato sarebbe compreso fra il 38 ed il 70% del calore totale emesso dalla stufa, il rimanente rappresenta il calore che si distribuisce nell'ambiente per convezione. Come è naturale, la percentuale di calore emessa per irraggiamento è tanto maggiore quanto più elevata è la temperatura della sorgente di calore. *I. L.*

A. Levasseur — **Recenti progressi nella costruzione dei forni elettrici.** (Bull. Soc. Fr. El., agosto 1930, pag. 850-879).

Sono enumerati i vantaggi che per la fusione degli acciai presentano i forni elettrici in confronto dei convertitori e dei forni Martin: primi, tra gli altri vantaggi, quelli relativi alla qualità del prodotto ottenuto superiore in purezza e più adatto per fusioni anche di piccole dimensioni grazie alle elevate temperature che si possono ottenere col forno elettrico. E' fatto un paragone tra il forno a induzione a bassa frequenza e quello ad arco che si è dimostrato più conveniente nella maggior parte dei casi perchè si ottiene in esso un riscaldamento più uniforme soprattutto delle scorie. Limitando la trattazione ai forni a arco l'A. passa rapidamente in rassegna le caratteristiche dei vari tipi soffermandosi su alcuni recenti perfezionamenti relativi ai supporti degli elettrodi e ai dispositivi di regolazione.

Premesso che la regolazione può farsi secondo criteri diversi in vista di mantenere costante o la tensione, o l'intensità o la potenza, o il fattore di potenza, o l'impedenza e dimostrati i vantaggi e i difetti dei vari sistemi, è descritto il sistema di regolazione Sécomet-Wastel che assicura la costanza del binomio $U - A\,I$ essendo U la tensione, I l'intensità e A una costante. In detto dispositivo gli elettrodi sono mossi da un motore a corrente continua alimentato da una dinamo munita di due avvolgimenti di eccitazione opposti di cui uno è percorso dalla corrente di una eccitatrice e da una corrente continua proporzionale all'intensità nell'arco, l'altro è percorso da una corrente proporzionale alla tensione agli estremi dell'arco. L'alimentazione degli avvolgimenti avviene attraverso due raddrizzatori a valvole che ricevono energia da due trasformatori di cui uno montato in parallelo, l'altro in serie all'arco. La dinamo non dà tensione e quindi il motore non ruota, quando il flusso risultante nella dinamo è nullo, cioè quando il flusso generato dalla corrente proporzionale alla tensione dell'arco è uguale e di segno opposto a quello dovuto alla corrente dell'eccitatrice e alla corrente proporzionale all'intensità nell'arco; in tali condizioni è appunto soddisfatta l'equazione $U - A\,I =$ costante. Ap-

pena, per una variazione di U o di I detta equazione non è più verificata, la dinamo si eccita e il motore ruota in modo da ristabilire l'equilibrio in condizioni identiche a quelle iniziali.

L'A. termina la nota con un breve cenno ai forni a alta frequenza indicando i casi nei quali essi presentano vantaggi notevoli sugli altri.

C. C.

APPLICAZIONI VARIE.

J. Opacki — **La prova dei fornelli elettrici col metodo dell'evaporazione.** (E. u. M., n. 25, 22 giugno 1930).

Il metodo usato fino ad oggi per la verifica del rendimento dei fornelli elettrici consiste nel calcolare il rapporto fra l'energia necessaria per portare all'ebollizione una determinata quantità di acqua e l'energia elettrica assorbita durante il processo di riscaldamento. L'A. rileva che tale metodo non è pratico e conduce a risultati non attendibili. Influenzano questi ultimi la natura dei recipienti contenenti l'acqua, la quantità d'acqua e la rottura dell'equilibrio termico che avviene ogni qualvolta un recipiente viene allontanato e sostituito con un'altro riempito di acqua fredda.

Per evitare questi inconvenienti, l'A. ha ideato un altro metodo di prova secondo il quale, al riscaldamento ed all'ebollizione viene sostituita l'evaporazione di una determinata e piccola quantità d'acqua. Dopo l'inizio del procedimento, si ristabilisce rapidamente uno stato di equilibrio che consente una esatta determinazione del rendimento termico del fornello, indipendentemente da ogni causa di errore.

Quest'ultimo procedimento viene adottato nel laboratorio di prova delle Officine Elettriche di Vienna. L'A. riassume il processo delle prove e, con apposite curve ed esercizi numerici, ne dimostra le caratteristiche più salienti. *V. D. Ma.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

W. Krug — **Sulla velocità di adescamento dei raddrizzatori a vapore di mercurio.** (E. u. M., n. 23, 8 giugno 1930).

L'A. riferisce sugli esperimenti effettuati nel Laboratorio di Elettrotecnica del Politecnico di Dresda, per studiare con un oscillografo a raggi catodici, il processo di accensione in un raddrizzatore a vapore di mercurio. Quest'ultimo era ad ampolla di vetro, con due anodi principali, i quali facevano capo a due circuiti diversi. Uno di questi veniva percorso dalla corrente costante erogata da una batteria, ai capi dell'altro veniva applicata la tensione di adescamento. Si riscontrò che il processo di scarica fra gli elettrodi del circuito si stabiliva in un tempo variabile da 10^{-8} a 3.10^{-7} sec, mentre la corrente cresceva immediatamente dal valore zero al valore finale con legge pressochè esponenziale. Si notò, inoltre, che la durata del processo di adescamento è dipendente dal tempo durante il quale è stato mantenuto l'arco fra l'altro anodo ed il catodo ed è tanto più piccola quanto più lunga è stata la durata dell'arco fra questi elettrodi. L'A. discute i risultati trovati e li spiega notando che un circuito adescato di un raddrizzatore provoca una carica spaziale di elettroni e di ioni nelle vicinanze dell'altro anodo in modo che applicando al secondo circuito una tensione esterna, si verifica tosto una scarica che porta la corrente del circuito al valore normale, dipendente dalla caduta dell'arco (da 15 a 20 V) e dalla resistenza esterna, in un tempo brevissimo e, praticamente, trascurabile. *V. D. Ma.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

P. Bunet — **Applicazione del principio di omogeneità.** (Bull. Soc. Fr. El., settembre 1930, pag. 927-939).

E' noto che una verifica rapida di formole fisiche può esser fatta constatandone l'omogeneità e che il criterio di omogeneità è sufficiente per ritrovare in modo semplice delle relazioni quando si conoscono soltanto le grandezze che in esse intervengono. Ricordato l'esempio classico che porta a ritrovare l'espressione del periodo di oscillazione di un pendolo, l'A. tratta casi diversi concernenti l'elettrologia e dimostra come sia possibile in modo molto semplice ritrovare l'espressioni della forza portante di una calamita, del periodo di oscillazione della scarica periodica di un condensatore, del campo magnetico prodotto da un conduttore di lunghezza finita o infinita percorso da corrente, della strizione dei conduttori liquidi, dell'effetto Kelvin. Le considerazioni di omogeneità portano a stabilire i valori degli esponenti da assegnare alle grandezze che intervengono nelle formule, ma non danno alcuna indicazione circa il valore numerico di costanti adimensionali; una sola esperienza può però togliere anche questa indecisione.

L'A. conclude affermando che in vari casi, fatta l'ipotesi preliminare della dipendenza di un dato fenomeno da determinare grandezze, si possono stabilire una o più espressioni risolutive che suggeriscono un'orientamento nell'esperienza e consentono uno studio sperimentale più delimitato. *C. C.*

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

H. E. Edgerton - F. J. Zak — **La sincronizzazione di un motore sincrono ad induzione.** (J. I. E. E., Londra, settembre 1930, pag. 1205).

Per la risoluzione di questo problema gli AA. si sono serviti di un integrafo studiato dall'Istituto di Tecnologia del Massachussets.

L'integrafo permette di risolvere l'equazione differenziale delle oscillazioni forzate del rotor che si producono durante la fase di sincronizzazione del motore. Le ipotesi semplificative fatte sono le seguenti: le onde di tensione e di corrente sono sinusoidali, la tensione applicata è costante, la resistenza dell'avvolgimento dello stator è trascurabile, il flusso disperso del rotor è nullo. Si ammette inoltre che la caratteristica meccanica del motore funzionante come asincrono sia rettilinea ciò vuol dire che le oscillazioni della velocità durante la sincronizzazione devono essere minori del 5 % del valore a vuoto della velocità angolare. L'approssimazione ottenibile nella valutazione dell'angolo di stabilità è del $2 \div 3$ % sufficiente quindi per i bisogni della pratica.

Un altro problema che si può risolvere con l'integrafo è il calcolo del carico massimo applicabile all'albero per un determinato valore dell'angolo di sfasamento fra il campo magnetico rotante dello stator e quello del rotor nell'istante in cui si passa dal funzionamento come asincrono a quello come sincrono (come è noto questo passaggio si ottiene alimentando il rotor con corrente continua). Un esempio numerico ed alcuni grafici chiariscono l'uso dell'integrafo in entrambi i casi. *I. L.*

IMPIANTI.

H. A. Ricker - J. R. Dunbar - R. E. Day — **Condensatori sincroni da 25 000 kVA ad asse verticale.** (J. A. I. E. E., luglio 1930, pag. 517).

Viene descritta l'installazione di due condensatori sincroni da 25.000 kVA, 13.200 V, 25 periodi, 500 giri, effettuata, in una cabina all'aperto presso Toronto. L'adozione dell'asse verticale è una novità per i condensatori sincroni. La macchina è sostenuta da un grande basamento in calcestruzzo ricavato in scavo nel sottosuolo, e nel quale sono ricavati i locali per gli apparecchi ausiliari, pompe d'olio, raffreddatori d'olio, dispositivi di protezione contro gli incendi a biossido di carbonio, ecc. La parte fuori terra della macchina è racchiusa in un cassone di lamiera che contiene anche i filtri d'aria di ventilazione. L'albero è sostenuto da un supporto tipo Kingsbury collocato sotto al rotore e di costruzione alquanto peculiare. Al di sotto del piano portante il supporto sono montate due eccitatrici atte a garantire una rapida regolazione dell'eccitazione.

Le macchine sono completamente protette contro le intemperie e non hanno dato alcun fastidio da quando fu installata la prima unità nel novembre 1929. La installazione ad asse verticale, oltrechè vantaggi costruttivi, ha realizzato una notevolissima economia di spazio. Le operazioni di montaggio e smontaggio delle varie parti si presentano più facili, tantochè, coll'aiuto delle gru installate, il rotore può essere interamente rimosso in poche ore da una squadra di pochi operai sebbene pesi 80 tonnellate. Gli AA. riportano molti dettagli costruttivi di queste interessanti macchine. *R. S. N.*

H. Probst — **Considerazioni sulla disposizione degli apparecchi di misura, di comando e di segnalazione nella sala quadri delle centrali elettriche.** (A. E. G. Mitteilungen, giugno 1930, pag. 124).

L'A. esamina la disposizione del quadro delle centrali dal punto di vista della migliore evidenza e facilità di controllo da parte del personale. Sono quindi questioni di indole psicologica e fisiologica che entrano in gioco per il progetto. C'è prima di tutto a questione della disposizione generale della sala, che deve essere tale da evitare tutte le cause che possano rendere nervoso il personale, e deve essere bene illuminata. I pannelli del quadro sono generalmente disposti a ferro di cavallo, o a elisse o a rettangolo, e l'A. illustra abbondantemente le varie disposizioni. C'è poi la questione della disposizione degli apparecchi nei pannelli, e quella della forma e dimensione degli apparecchi stessi che, opportunamente studiata, può facilitare grandemente la sorveglianza. L'A. ricorda ad es. la norma di disporre tutti i misuratori di una stessa grandezza a uno stesso livello nei vari pannelli, quella di dare una data forma agli apparecchi per la corrente alternata, e un'altra (per es. quella a profilo) a quelli a corrente continua (eccitazione degli alternatori, ecc.) e distinguere secondo le dimensioni gli apparecchi dei vari servizi. Nota poi che durante il servizio normale non è bene che vi sieno nel quadro lampadine controllo accese giacchè bisogna richiamare l'attenzione del personale sopratutto sulle modificazioni e sui disturbi del servizio. Quindi è solo in corrispondenza di queste alterazioni che devono funzionare segnali acustici o luminosi di richiamo. E' bene poi che le lampade di spia «chiuso» e «aperto» sieno differenziate in grandezza e non in colore per non doversi preoccupare dell'eventuale daltonismo del personale. L'idea di rappresentare le connessioni principali con uno schema luminoso nel quadro è stata sviluppata ed è frequentemente applicata. L'A. termina ricordando due apparecchi per segnalazioni acustiche adatti per tutti gli incidenti che possono capitare in servizio: possono essere facilmente inseriti nello schema dolle connessioni e permettono la segnalazione nell'insieme o su gruppi degli impianti di distribuzione: il relais segnale, e il relais di circuito protettore.

A. Bs.

F. Pflugmacher — **L'impianto a 60 kV della città di Danzica.** (A. E. G. Mitteilungen, luglio 1930, pag. 455).

Per aumentare l'energia disponibile nella città di Danzica, invece di ingrandire la centrale esistente, o costituirne una nuova si è concluso un contratto di fornitura di corrente con la «Ostpreusenwerk A. G.» e si è costruito, da un lato, una linea doppia a 60 kV, con 6 conduttori della sezione di 70 mm², per il trasporto di una potenza di 10.000 kW dalla nuova centrale termica di Elbing, e dall'altro lato in Danzica una sottostazione di distribuzione a 60 kV,

La linea di trasporto è notevole per parecchie traversate di fiumi: il Nogat per mezzo di due piloni di 45,5 m di altezza, il Tiege con due piloni di 47 m di altezza, e infine la Vistola con due campate di 540 m tra tre piloni di 65,5 m di altezza, e due piloni d'ancoraggio di 22 metri d'altezza, distanti tra loro 1732 metri. Contrariamente alla disposizione adottata sulla linea ove sono disposti in un unico piano orizzontale, su questi piloni i conduttori sono sovrapposti in gruppi di tre, dalle due parti del pilone. La sottostazione di distribuzione è stata ottenuta ingrandendo quella esistente a 35 kV. Notevole nell'impianto, una linea telefonica ad alta frequenza che utilizza una delle fasi della linea principale. Nella sottostazione le entrate e le sbarre omnibus principali sono installate al piano superiore. I trasformatori di tensione e gli interruttori al pianterreno come i trasformatori da 5000 kVA a 60/30 e 60/15 kV, del tipo con raffreddamento ad aria. Il locale dei trasformatori si estende fino al tetto e comprende anche le bobine Petersen. L'impianto è illustrato con numerose fotografie e schemi. *A. Bs.*

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

A. S. Fitzgerald — **Un sistema di misura a distanza con tubi elettronici.** (J. A. I. E. E., luglio 1930, pag. 513 e 515).

Il dispositivo, già in uso in centrali americane, è stato studiato allo scopo di ottenere un sistema di trasmissione a distanza delle indicazioni degli apparecchi di misura, che avesse carattere di applicabilità più generale dei metodi finora noti e che si prestasse di più ad una normalizzazione. Si è cioè cercato un sistema in cui si potessero usare gli stessi apparecchi di estremità per ottenere a distanza misure singole o multiple, con indicazioni visuali o grafiche, anche totalizzate o integrate, di grandezze elettriche o non elettriche, e nel quale la trasmissione dei segnali potesse avvenire sia su conduttori appositi che su linee telefoniche o anche con onde convogliate su linee qualsiasi.

Il sistema è basato sul principio di variazioni di frequenza, e si giova di tubi elettronici come generatori di frequenza indipendentemente da macchine a dispositivi rotanti. All'indice dell'apparecchio le cui indicazioni devono essere trasmesse, è collegato un condensatore inserito nel circuito di un oscillatore la frequenza del quale, varia colla posizione dell'indice. Un altro oscillatore funzionante a frequenza molto vicina a quella del primo è connesso a un condensatore fisso e ha quindi una frequenza costante. I battimenti che si generano fra le due frequenze, vengono, per mezzo di un terzo oscillatore, trasmessi alla linea di collegamento fino alla stazione ricevente dove azionano un frequenziometro a lettura diretta con una scala identica a quella del primo istrumento. L'indice del frequenziometro riproduce quindi in ogni istante la posizione dell'indice dell'apparecchio di misura lontano.

Il funzionamento è indipendente dall'intensità dei segnali e quindi dalle variazioni di impedenza o di isolamento della linea. Il sistema è applicabile non soltanto agli apparecchi di misura elettrici ma a qualunque tipo di apparecchio a indice mobile per qualunque genere di misure.

L'A. descrive gli accorgimenti speciali per rendere il sistema adatto alla trasmissione con onde convogliate, alla totalizzazione e integrazione e ad altri casi particolari. *R. S. N.*

A. Schliephake — **Sulla misura della temperatura di collettori durante il funzionamento.** (E. T. Z., n. 32 del 7 agosto 1930, pag. 1128).

L'A. descrive due processi che consentono in modo semplice la misura della temperatura di parti di macchine in moto, in particolare dei commutatori. Con uno dei due processi vengono letti i dati di temperatura di un termometro che ruota assieme alla parte di macchina da controllare. Gli errori, che possono generarsi per l'effetto della rotazione sulla colonna di mercurio, vengono evitati disponendo il termometro perpendicolarmente alla direzione del moto. Per poter fare poi la lettura viene adottato un dispositivo stroboscopico con un disco che gira sincronicamente colla parte in movimento e che è provvisto di fessura.

L'altro metodo invece fa uso di un termometro fisso, al quale viene trasferito il calore delle parti in moto: è evidente che la precisione di questo metodo è inferiore a quella del precedente. Per rendere più agevole la trasmissione del calore si fa in modo che il mercurio del termometro venga completamente circondato dal corpo in movimento, di cui si vuole misurare la temperatura: perciò si introduce il termometro in una cavità assiale del corpo rotante. Questo metodo è specialmente adatto per sorvegliare la temperatura di macchine durante l'esercizio. *T. S.*

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

R. M. Wilmotte — **Formule generali per l'irradiazione delle antenne.** (J. I. E. E., Londra, settembre 1930, pag. 1174).

Lo studio della propagazione delle onde elettromagnetiche può essere semplificato mediante l'introduzione nel calcolo (svolto secondo la teoria proposta dall'Hertz) di due funzioni che danno le due componenti dell'intensità del campo in direzione normale alla propagazione. L'A. determina analiticamente queste funzioni sia per le antenne rettilinee che per i quadri considerati sotto diversi angoli di orientamento sul piano. La presenza della terra altera la distribuzione del campo; si può tenere conto della conducibilità della terra supponendo di considerare il sistema costituito dall'antenna principale e dalla sua simmetrica (rispetto alla terra), isolato nello spazio. L'antenna simmetrica dovrebbe però essere percorsa da una corrente fittizia di intensità eguale alla principale moltiplicata per un fattore K; il valore di K si deduce da appositi grafici in funzione della frequenza, della costante dielettrica, e della conducibilità elettrica del terreno.

La trattazione generale del problema della distribuzione del campo prodotto da un'antenna sostenuta fra due punti comunque disposti nello spazio conduce a delle formule, per la valutazione delle funzioni suddette, molto complesse e di difficile applicazione pratica salvo per alcuni casi particolari considerati in questo studio. L'A. riporta anche le formule generali per la propagazione delle onde da un sistema di antenne orizzontali parallele e poste tutte ad eguale distanza e da un sistema di antenne verticali disposte simmetricamente alla periferia di una circonferenza. L'applicazione di tutte queste formule ai casi della pratica richiede la conoscenza esatta delle condizioni del terreno (che non sempre è uniforme) e del valore dell'attenuazione. *I. L.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

E. T. J. Brandon — **La rete a 220 000 V. della Hydro-Electric Power Co. di Ontario.** (J. A. I. E. E., luglio 1930, pag. 554).

L'area servita dalla Hydro Elec. P. Co. si estende per circa 3000 chilometri quadrati; la principale utenza è rappresentata dalla città di Toronto che richiede circa 190.000 kW di potenza impegnata. La energia viene attualmente acquistata dalla Gatinau Power Co. attraverso linee a 220.000 V che hanno una lunghezza di 350 chilometri. L'aumento annuo di carico della città di Toronto è dell'ordine di 25.000 kW. A nord est della città venne costruita una cabina di trasformazione prevista per una potenza finale di 360.000 kVA alimentata da 4 linee a 220 kV. Inizialmente sono state installate due linee a 220.000 volt e quattro gruppi di tre trasformatori monofasi ciascuno, da 15.000 kVA, 25 periodi, in olio del tipo all'aperto e a tre avvolgimenti, 118.000/65.000/13.200 V. Gli interruttori a 220.000 V sono costruiti per una intensità di corrente di 800 A e hanno una capacità di rottura di 2.500.000 kVA. Per la regolazione della tensione è prevista la installazione di condensatori sincroni per complessivi 100.000 kVA; ne sono installati per ora due ad asse verticale, all'aperto. Per la protezione contro le sovratensioni si è particolarmente studiata la graduazione dell'isolamento dalle linee alle macchine; recentemente si sono anche installati degli scaricatori del tipo a valvola.

Numerose difficoltà si sono incontrate per la costruzione delle linee ad alta tensione che attraversano regioni impervie; molto vantaggio si è tratto dai rilievi aereofotogrammetrici per mezzo di aeroplani. I pali in ferro sorreggono ciascuno una terna di conduttori, di alluminio con anima d'acciaio, disposti in un medesimo piano orizzontale; nelle ultime campate si è ridotto da 18 a 14 il numero degli isolatori nelle catene in omaggio al concetto della graduazione dell'isolamento.

Coi lavori di estensione in corso si prevede che fra cinque o sei anni il sistema comprenderà 2200 chilometri di linee a 220.000 V con due cabine di trasformazione per una potenza totale di 540.000 kVA. *R. S. N.*

K. Riedlinger — **La linea di trasmissione a 55/110 kV per il passo Lueg in Austria.** (E. T. Z., n. 36 del 4 settembre 1930, pag. 1262 e n. 38 del 18 settembre 1930, pag. 1333).

Per l'alimentazione della linea ferroviaria elettrificata da Bregenz a Salisburgo è stato necessario collegare le diverse sottostazioni con una linea di trasmissione attraverso le regioni montuose del Vorarlberg, del Tirolo e del Salisburghese.

L'A. descrive l'ultimo tratto della linea al passo Lueg a 900 m di altezza, nei pressi di Salisburgo. La linea è stata costruita per 55 kV, però è stato previsto anche il passaggio di una linea a 110 kV per l'ulteriore elettrificazione della linea Salisburgo-Vienna. Il tratto di linea da Golling a Schwarzach St. Veit, che comprende il passo Lueg, è montato su pali in cemento armato calcolati per campate normali di 210 metri. I conduttori sono trattenuti da isolatori sospesi a doppia catena e ciò a cagione della vicinanza della linea ferroviaria. Nel tratto montuoso la linea fu calcolata tenendo presente le condizioni atmosferiche eccezionalmente sfavorevoli che vi regnano. I conduttori adottati sono delle sezioni di 120 mm²: come conduttore di guardia fu scelta una corda di acciaio zincata di 70 mm² di sezione. Particolari difficoltà furono superate nella costruzione dei pali delle campate più lunghe: non minori difficoltà presentò il montaggio dei conduttori. Questi sono sospesi a catene di isolatori di sei elementi ciascuna. *T. S.*

H. Norinder — **Ricerche sulle sovratensioni di origine atmosferiche nelle grandi reti di distribuzione.** (Bull. Soc. Fr. El., giugno 1930, pag. 594-617).

L'A., Direttore del Laboratorio di prove di Upsala, comunica i risultati di suoi studi sperimentali sulle sovratensioni originatesi su linee di trasporto di energia.

I mezzi di ricerca adatti ad uno studio sistematico di dette sovratensioni sono oggi principalmente, come è noto, l'oscillografo a raggi catodici, il clidonografo e il generatore di sovratensioni artificiali.

Un oscillografo catodico del tipo Dufour, modificato dall'Autore permette un rilievo di oscillogrammi fotografici molto nitidi essendo evitato l'annerimento della pellicola causato da una lunga esposizione. Di generatori di sovratensioni artificiali è descritto nella nota quello costruito dalla Compagnia Westinghouse nel suo laboratorio di Trafford U. S. A.: esso è costituito, nel modo noto, da una catena di condensatori e spinterometri alimentati da un raddrizzatore a valvole capace di fornire una tensione di 100 kV; all'ultimo spinterometro si può ottenere una tensione di circa un milione di volt.

Sono descritti gli impianti di clidonografi e oscillografi posti a Upsala: la connessione degli apparecchi alle linee di trasmissione è fatta mediante catene d'isolatori connessi da un lato alla linea, dall'altro a terra; talvolta l'accoppiameto alla linea si effettua mediante un'antenna aperiodica.

Dopo brevi considerazioni circa l'ipotesi più accettabile per spiegare l'origine delle sovratensioni l'A. distingue due generi di queste a seconda delle cause che le generano: sovratensioni per fulmine diretto sulla linea e sovratensioni per liberazioni di cariche indotte da una nube. Sono riportati i risultati di ricerche sperimentali concernenti l'andamento delle scariche e le sovratensioni massime originate. La grande diversità tra una sovratensione e un'altra non permette ancora di definire sovratensioni tipo quali si potrebbero riprodurre mediante generatori; è necessario quindi profittare dei mezzi sperimentali che oggi si possiedono per continuare ad analizzare la grande varietà di queste sovratensioni e giungere a classificarle, allo scopo di riprodurle a volontà e studiare i mezzi più efficaci di protezione. *C. C.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

W. E. Gutzwiller - O. Naef — **Una cabina automatica da 1000 kW a raddrizzatori a vapore di mercurio.** (J. A. I. E. E., luglio 1930, p. 528).

Si tratta della cabina messa in servizio nel maggio 1929 dalla Union Railway Co. di New York. La scelta del sistema di conversione cadde sui raddrizzatori a mercurio per varia ragioni di preferenza rispetto ai convertitori rotanti: maggiore adattabilità al funzionamento automatico, minore ingombro, possibilità di far funzionare l'impianto alimentandolo sia alla frequenza 25 che a 60 periodi.

Vi è installato un raddrizzatore da 1000 kW, 225 V capace di sopportare un sovraccarico del 50 % per due ore, e del 100 % per un minuto; esso viene generalmente alimentato con corrente alternata a 60 periodi, 13.200 V. Il raddrizzatore è del tipo a 12 anodi raffreddati ad acqua. Il trasformatore di alimentazione può funzionare a 60 o a 25 periodi. Per evitare i disturbi alle linee telefoniche il raddrizzatore è provveduto di speciali filtri elettrici che riducono tutte le irregolarità della corrente raddrizzata entro limiti tollerabili.

La cabina può funzionare in modo completamente automatico in seguito alle variazioni del carico sulla linea, oppure può essere comandata a distanza da un'altra cabina. Le installazioni della complessa apparecchiatura necessaria per garantire il funzionamento e la protezione e la regolazione dell'impianto, sono dall'A. descritte con qualche dettaglio.

La cabina è in funzione con piena soddisfazione dal maggio 1929 e fa servizio tutti i giorni dalle ore 6 alle 22. Al 1° marzo 1930 erano stati da essa erogati 2.334.800 kWh, ciò che corrisponde ad un carico medio del 45 al 50 %. Nessuna difficoltà è sorta dal fatto che il raddrizzatore a mercurio si trova a lavorare in parallelo con convertitori ruotanti installati in altre cabine. Il sistema di filtri elettrici si è dimostrato opportuno ed efficace, nessun disturbo essendo stato segnalato sulle linee telefoniche. *R. S. N.*

K. Riedel — **Le sottostazioni Markgrafendamm ed Halensee della Berliner Stadtschnellbahn.** (El. Bahnen, n. 6-7, giugno-luglio 1930),

Alle due sottostazioni di Markgrafendamm ed Halensee fanno capo le linee a 30 kV provenienti dalle prossime cabine nelle quali l'energia a 110 kV, fornita dalla « Elektrowerke » e dalla « Berliner Städtischen Elektricitätswerke A. G. » viene trasformata per alimentare le sottostazioni della Berliner Stadtschnellbalm. Queste sottostazioni sono complessivamente 49 delle quali, 18 sono sorvegliate, mentre le altre vengono comandate e controllate a distanza. Gli impianti di conversione delle due sottostazioni comprendono soltanto gruppi raddrizzatori a vapore di mercurio Brown Boveri da 1500 e 4000 A, a 800 V. Per proteggere le due installazioni contro le sovratensioni, i cortocircuiti esterni ed interni e le perturbazioni che potrebbero compromettere il regolare funzionamento delle apparecchiature e del macchinario, sono stati adottati appropriati apparecchi di protezione sulle linee e negli interruttori automatici.

Sulle particolarità più interessanti l'A. si sofferma premettendo alcune considerazioni generali sull'alimentazione della rete ferroviaria berlinese. *V. D. Ma.*

L'elenco dei Soci vitalizi e perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. Le Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiscono il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

CRONACA

APPLICAZIONI TERMICHE.

La costruzione delle maschere per le macchine utensili è notevolmente semplificata con *la saldatura elettrica dei profilati di ferro* di varia forma (*The El. J.*, settembre 1930, pag. 506). Il metodo solito di ottenere delle maschere per fusione richiede da 3 a 4 settimane di lavoro prima di avere il pezzo finito, mentre con la saldatura elettrica il tempo si riduce a meno di una settimana. Il costo di produzione della maschera si riduce del 25 % perchè adoperando il ferro in luogo della ghisa si possono ridurre gli spessori delle varie parti senza compromettere la robustezza del pezzo, non solo, ma si può anche aumentarla inserendo nei punti più sollecitati delle qualità di acciaio adatte. La complicazione della struttura della maschera non rappresenta un ostacolo con questo sistema di lavorazione ed è anche possibile introdurre delle modifiche di dettaglio a pezzi già costruiti. I punti della maschera soggetti ad usura durante l'appostamento sulla macchina utensile, si fanno in acciaio temperato a parte fino alla durezza scleroscopica di 40 ÷ 50 e poi saldati al rimanente della maschera. Quando la saldatura è terminata le maschere son scaldate a 540° C e raffreddate poi lentamente per togliere la fragilità alle saldature ed aumentarne la resistenza meccanica. L'asportazione del materiale durante l'ultima finitura è circa il 10 % di quello che si dovrebbe levare da una maschera ottenuta di fusione. *I. L.*

APPLICAZIONI VARIE.

Una interessante applicazione *del comando elettrico ad una pressa rotativa* a 96 pagine, installata nella stamperia della « Neue Zürcher Zeitung » a Zurigo, è citata nella *Révue Brown Boveri* del settembre 1930. Il comando della rotativa è doppio, con motori trifasi a collettore ed apparecchiatura completamente automatica. I motori a collettore sono stati prescelti perchè presentano un'estrema facilità di regolazione, un rendimento relativamente alto e pressochè costante in tutto il campo di regolazione, un fattore di potenza prossimo all'unità e, sopratutto, un avviamento graduale. Poichè la pressa lavora raramente alla velocità massima ed il suo comando deve essere dimensionato per questa velocità, è ovvio che il motore a collettore è molto più adatto del motore asincrono normale. *V. D. Ma.*

CONDUTTURE.

Alcune considerazioni *sul calcolo delle dimensioni dei blocchi di fondazione* dei pali delle linee aeree sono fatte da F. Knepler in *E. u. M.* del 6 luglio 1930. Sono esaminati, in particolare i metodi di calcolo usati in Austria, Germania, Svizzera e ne è indicato il campo di applicazione pei diversi tipi di fondazioni e di terreni.
V. D. Ma.

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

Le grandi piattaforme di ghisa non garantiscono l'*allineamento degli assi dei sopporti del macchinario* (*The El. J.*, maggio 1930, pagina 271) perchè mancano di una conveniente rigidità per supplire alle deficenze di spianamento del blocco di calcestruzzo. Talvolta la piattaforma può subire delle deformazioni dopo un certo periodo di tempo successivo al montaggio in seguito all'assestamento del blocco di fondazione, in questo caso di osserva un riscaldamento anormale dei sopporti. Per eliminare tale inconveniente bisogna assicurare al blocco di calcestruzzo una notevole stabilità, tanto da rendere addirittura superflua la piattaforma di ghisa; le macchine si sistemano sul blocco di fondazione badando ad interporre degli spessori nel caso che gli assi delle macchine non si trovino alla stessa altezza. Nel caso però che si renda necessario un basamento metallico unico è preferibile costruirlo con dei profilati di ferro e con lamiere saldati autogenicamente fra di loro. La costruzione riesce specialmente vantaggiosa quando la piattaforma è di dimensioni notevoli poichè così si eliminano i modelli e si evita di doverli ricoverare in magazzini appostamente costruiti.
I. L.

FISICA, CHIMICA E MATEMATICA.

Sulla *teoria matematica delle curve-luogo* che trovano impiego nello studio delle macchine elettriche, G. Hauffe riporta alcune note in *E. u. M.* del 16 novembre 1930. L'A. dimostra che, coll'impiego di convenienti determinanti, è possibile risalire facilmente dalle equazioni complesse delle curve luogo alle equazioni cartesiane.
V. D. Ma.

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

Nel numero di marzo 1930 di *A. E. C. Mitteilungen* M. Gaze, riferisce *su un adattamento del tipo di alternatori trifasi a ruota polare esterna* in modo da far servire tale ruota polare anche come puleggia del motore primo che comanda l'alternatore. Il tipo di alternatore a ruota polare esterna ha, com'è noto, il vantaggio di richiedere un peso minore di masse volano per dare lo stesso $G\,D^2$ di un alternatore a ruota polare interna. Ma oltre a questo la ruota polare può essere lavorata sulla faccia esterna in modo da poter ricevere una cinghia, op-

pure delle corde per la trasmissione meccanica dell'energia. Ciò può essere utile, secondo l'A., nel caso di trasformazioni di officine vecchie nelle quali gli alberi di trasmissione sono comandati per mezzo di cinghie o di corde da una motrice unica (in tal caso si può lasciare la trasmissione meccanica per gli alberi più vicini, e adottare quella elettrica per quelli più lontani), oppure nel caso di impiamenti di officine esistenti munite di trasmissione meccanica. *A. Bs.*

IMPIANTI.

La *protezione dei regolatori ad induzione contro le sovratensioni* è trattata nel fascicolo di maggio di *The El. J.*, (pag. 284). Le sovratensioni si producono tutte le volte che si interrompe il circuito primario del regolatore; applicando uno scaricatore ai morsetti della macchina si può eliminare tutta l'energia accumulata nel circuito magnetico di questa. La protezione deve essere fatta a monte ed a valle del regolatore così da impedire che l'onda di sovratensione possa riflettersi e propagarsi ad altre macchine collegate all'impianto di alimentazione o di utilizzazione del regolatore. La sovratensione ha un valore massimo più elevato quando l'interruzione è rapida e quando avviene in corrispondenza del massimo dell'induzione. In un regolatore per 2.400 volt normali è stata osservata una sovratensione di 25.000 volt quando si realizzavano le condizioni suddette. Di solito i regolatori di tensione sono sottoposti a collaudi particolarmente severi sia con prove di tensione a frequenza industriale sulle singole bobine e sull'avvolgimento completo, sia con prove ad impulso. Se l'impulso di tensione ha una fronte d'onda di 0,5 microsecondi si è osservato nel regolatore detto sopra un c.d.t. dell'80 % sulla prima delle 8 bobine che costituiscono l'avvolgimento primario; la c.d.t. scende al 30 % alla fine di 1 microsecondo. La suddivisione della tensione fra le bobine diventa più uniforme quando si impiegano degli impulsi che hanno una fronte d'onda compresa fra 2 e 20 microsecondi. I regolatori sono costruiti e garantiti per resistere per 2 secondi ad una corrente 25 volte maggiore del valore normale. *I. L.*

Una descrizione degli impianti dell'*Istituto di Elettrotecnica* appartenente al Politecnico di Vienna è riportata in *E. u. M.* del 26 ottobre 1930. Sono riassunte le particolarità dell'installazione e del macchinario. In particolare, è data un'ampia descrizione del reparto radiotecnico. *V. D. Ma.*

In *E. u. M.* del 14 settembre 1930, W. Weingärtner esamina *l'influenza che ha una razionale distribuzione del carico* fra generatori di una centrale agli effetti dell'economia realizzabile. Viene esaminata l'importanza delle spese di impianto, del prezzo del combustibile e del diagramma di carico. *V. D. Ma.*

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Nel numero del giugno 1930 di « *A.E.G. Mitteilungen* E. Dücker esamina *l'influenza della pressione, della temperatura e dell'umidità dei gas da misurare sulle indicazioni dei densimetri meccanici.* Dopo aver notato che nella tecnica si ha l'abitudine di non indicare per i gas il peso specifico, ma il rapporto tra la densità del gas di misurare e quello dell'aria egli richiama le leggi che regolano la dipendenza dalla temperatura, pressione e umidità e descrive un densimetro basato su una pesatura comparativa nel quale tanto il gas da misurare quanto l'aria sono portati alla stessa temperatura e alla stessa saturazione in un refrigerante speciale. Delle alette di raffreddamento adatte sull'apparecchio stesso assicurano una temperatura costante alle due camere di misura. Queste comunicano per mezzo di un piccolo tubo in modo da stabilire l'equilibrio delle pressioni e avere così delle misure esatte. *A. Bs.*

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

Nella *Revue Brown Boveri* dell'ottobre 1930 sono riportati i risultati delle prove di collaudo di *due gruppi turbo-alternatori da* 31.250 *kW* installati nella centrale di Portobello ad Edimbourg. Le turbine dei gruppi sono state costruite per 21,4 atm, 371° C, e velocità di 1500 giri/min.; gli alternatori per 36.750 kVA, $\cos\varphi = 0,85$, 6700 volt, 50 per/sec. I gruppi erano stati garantiti per un consumo medio di vapore eguale a 4,19 kg/kWh; le prove portarono ad un consumo medio sensibilmente più ridotto e ad un rendimento all'albero della turbina del 84,7 a pieno carico e del 85,5 a 5/4 di carico. *V. D. Ma.*

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Sulle applicazioni *della radiotecnica nell'aviazione* sono riportate alcune considerazioni di F. Benz in *E. u. M.* del 7 settembre 1930. Sono descritte le particolarità di alcuni impianti e messi in rilievo i vantaggi che presenta l'applicazione della radio nella tecnica aviatoria. *V. D. Ma.*

TRASFORMATORI.

L'impiego dei *trasformatori di prova e di misura in cascata* va diffondendosi, particolarmente per le tensioni elevate. Si soddisfa con essi alle più svariate esigenze, compatibilmente con dimensioni di ingombro e pesi assai minori di quelli dei trasformatori ordinari. In *E. u. M.* del 29 giugno 1930 sono descritti i tipi di trasformatori adottati oggidì per tensioni che arrivano fino a 220 kV ed è esaminata, mediante schemi e diagrammi, l'influenza della disposizione degli avvolgimenti sulla esattezza delle misure. *V. D. Ma.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

Un metodo nomografico per la determinazione delle frecce e delle tensioni meccaniche nelle linee elettriche è riportato in *E. u. M.* del 31 agosto 1930. I nomogrammi che servono allo scopo sono costituiti da sole linee rette le cui graduazioni sono ottenute con molta semplicità col solo uso del regolo calcolatore. L'applicazione del metodo è illustrato da un esempio pratico. *V. D. Ma.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

I criteri che hanno guidato all'*elettrificazione delle Ferrovie Federali Austriache* e le particolarità più importanti degli impianti elettrici sono messi in rilievo in *E. u. M.* del 21 settembre 1930. Si rileva, in particolare, che, a tutto il marzo 1930, le linee elettrificate, appartenenti alla rete delle Ferrovie Federali comprendevano una lunghezza totale di 623 chilometri. Delle linee elettrificate, 323 km sono ad un binario, 300 km a doppio binario. In complesso, il 10,7 % delle linee della rete delle Ferrovie Federali Austriache è in esercizio a trazione elettrica. *V. D. Ma.*

Nella *trazione con comando multiplo* delle motrici, presentano qualche complicazione la manovra degli organi comandati fino ad ora pneumaticamente, e l'alimentazione dei circuiti di segnalazione e di misura. In *El. Bahnen* dell'agosto 1930, è indicato come sono stati risolti nel miglior modo questi problemi da parte delle Ferrovie Tedesche dello Stato. Sono descritti i dispositivi adoperati ed illustrate ampiamente, mediante schemi e dettagli costruttivi, le particolarità più salienti dei comandi. *V. D. Ma.*

:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

Movimento delle Società Elettriche

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Soc. Elettrica Bergamasca Anonima — Bergamo.
Venne deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 35.000.000 a L. 52.500.000.

Soc. Elettrica Cereia — Milano.
Venne approvato l'aumento del capitale sociale da L. 50.000 a L. 500.000.

Soc. Anon. Radio Marelli — Milano.
Venne deliberato l'aumento del capitale sociale da L. 50.000 a L. 1.000.000.

Soc. An. Consorzio Idroelettrico Ing. J. H. De Thierry e C. — Bra.
Venne deliberato di ridurre il capitale sociale da L. 4.000.000 a L. 640.000 mediante riduzione del valore nominale delle azioni.

Soc. Italiana per l'Accumulazione Termoelettrica TEA — Milano.
Venne approvata la riduzione del capitale sociale da L. 1.000.000 a L. 500.000 mediante riduzione del valore nominale delle azioni.

COSTITUZIONI E SCIOGLIMENTI DI SOCIETA'.

Società An. Industrie Elettriche Panzini — Milano.
Venne deliberato lo scioglimento anticipato e la liquidazione della Società.

Soc. An. Italiana Elettricità e Trazione — Milano - Capitale L. 500.000.
Venne deliberato lo scioglimento anticipato e la messa in liquidazione della Società .

* *

Rassegna economica del mese di febbraio.

La questione navale fra la Francia e l'Italia che sembrava ormai chiusa dopo i numerosi tentativi di accordo falliti, è stata felicemente ripresa per iniziativa inglese e condotta a buon termine. L'Italia ha ancora una volta dimostrato la decisa volontà di concorrere alla buona sistemazione della pace europea, ed è necessario dire che la sua buona volontà è stata questa volta universalmente riconosciuta.

Non sono ancora noti i particolari dei termini dell'accordo ma si assicura che esso sia tale da non lasciare malcontenti e da riuscire di soddisfazione generale. La grande importanza pratica dell'accordo non sta soltanto nella economia che esso permette di realizzare nelle spese militari ma anche, e forse più, nelle conseguenze di ordine politico di cui esso è suscettibile. Infatti l'accordo navale non solo contribuisce a imprimere una nuova intonazione di fiducia a tutto l'ambiente politico europeo, ma elimina anche la maggiore causa di diffidenza e di ostilità fra la Francia e l'Italia.

Si riconosce in generale che i rapporti fra le due nazioni possono ora svolgersi in una atmosfera di maggiore fiducia e di maggiore cordialità e che non dovrebbe essere ormai difficile arrivare ad un deciso

riavvicinamento dei due Paesi. Molta buona volontà in proposito si è fatta sentire al di là delle Alpi, e certo non ne manca altrettanta al di qua di esse: tutto sta a vedere se il naturale svolgimento delle cose non verrà viziato dalle intromissioni delle solite forze nascoste.

Grande attenzione suscita sempre la situazione interna della Spagna e della Germania, entrambe, per diverse ragioni, instabili e suscettibili di improvvisi e gravi sviluppi. Si è fatto molto parlare di un grande prestito francese alla Germania, al quale dovrebbero essere unite clausole di ordine politico.

Sempre molto dibattuta negli ambienti politici e finanziari è la questione delle esportazioni russe che si asseriscono effettuate in regime di dumping. Specialmente in Francia il pericolo viene considerato allarmante e già si sono avute fra i due governi le prime schermaglie politiche. La cosa è tanto più grave in vista della progressiva riorganizzazione dell'industria e della agricoltura russa.

*

Il movimento degli scambi commerciali coll'estero mantiene l'andamento assunto da quando si è profilata la crisi attuale: si nota cioè un contrazione nelle esportazioni e un'altra contrazione nelle importazioni; questo secondo fenomeno prevale sul primo di modo che ne deriva un alleggerimento della bilancia dei pagamenti coll'estero.

Secondo i dati ufficiali, nel gennaio 1931 le merci mandate all'estero hanno rappresentato un valore complessivo di 696 milioni di lire, mentre le importazioni sono salite nello stesso mese ad un valore di 1029 milioni. Nel gennaio 1930, le corrispondenti cifre erano state di 976 milioni per le esportazioni e di 1506 milioni di lire per le importazioni.

Si è dunque verificato una contrazione di 280 milioni nelle esportazioni, e di 477 milioni nelle importazioni. Queste cifre lumeggiano bene lo stato di disagio in cui le nostre industrie si trovano. Come risultato, lo sbilancio commerciale che era stato di 530 milioni nel gennaio 1930, si è ridotto quest'anno, nello stesso mese, a 333 milioni, con un alleggerimento non trascurabile nei pagamenti all'estero.

A costituire la massa di importazione interviene in misura notevole la importazione di grano che deve essere quest'anno molto superiore a quella del 1930, in ragione dell'assai meno favorevole esito avuto dal raccolto nazionale, come abbiamo più volte avvertito. Infatti nel solo mese di gennaio ora decorso vennero importati 1.427.228 quintali di grano, mentre nel gennaio 1930 la importazione era stata soltanto di 444.906 quintali; si è dunque verificato un aumento di quasi un milione di quintali in un mese. Nel complesso, dal 1 luglio 1930 al 31 gennaio 1931, si sono importati oltre 11 milioni e mezzo di quintali di grano, mentre nello stesso periodo dell'anno precedente non si erano toccati i 4 milioni di quintali.

Il fenomeno doloroso della diminuzione del movimento commerciale non è però affatto una specialità dell'Italia: che anzi si verifica in quasi tutti i Paesi industriali e in misura molto sensibile. E' questo uno degli aspetti più generali della attuale crisi mondiale, insieme a quello, non meno doloroso, della disoccupazione.

L'Inghilterra per esempio ha visto scendere, durante l'anno 1930, le sue esportazioni da un valore complessivo di 869 milioni di sterline nel 1929, a 710 milioni di sterline. Nello stesso tempo anche le importazioni passavano da 1451 milioni di sterline a 1381 milioni. Anche valutate in peso, le principali esportazioni ed importazioni segnano delle nette contrazioni.

Anche più grave è il fenomeno in Germania dove si è avuta una contrazione del 25 % in valore, e di oltre il 10 % in quantità, nelle importazioni e una diminuzione dell'11 % in valore e del 5 % in quantità nelle esportazioni.

Perfino negli Stati Uniti di America il 1930 ha segnato una forte riduzione nel movimento commerciale. Così le esportazioni hanno rappresentato un valore di 3841 milioni di dollari, segnando una contrazione del 27 % sul 1929. Le importazioni alla loro volta hanno raggiunto un valore di 3061 milioni restando del 30 % inferiori a quelle del 1929. Anche qui la riduzione è dovuta contemporaneamente a diminuzione di prezzi e di quantità.

In Francia tende ad aggravarsi la condizione della bilancia commerciale, registrandosi, durante il 1930, una contrazione del 10 % nelle importazioni e del 15 % nelle esportazioni. La situazione francese a riguardo del commercio estero ci interessa in modo particolare sia per le eccezionali condizioni di floridezza aurea in cui quel Paese si trova sia per il diverso concetto seguito nella fissazione del valore di stabilizzazione della valuta. Risulta dunque, da notizie statistiche ufficiali, che le importazioni in Francia nell'anno 1930 hanno rappresentato un valore di 52.344 milioni di franchi contro 58.220 milioni del 1929, con una diminuzione quindi di circa 6 miliardi di franchi. Le esportazioni a loro volta sono discese da 50.139 milioni di franchi nel 1929, a 42.829 milioni segnando una contrazione di circa 7300 milioni di franchi. Lo sbilancio commerciale della Francia nel 1930 arriva a 9514 milioni di franchi!

La situazione economica francese offre dunque sintomi evidenti che la crisi mondiale sta ormai investendo in pieno anche quella nazione che pareva finora beatamente sottrarsi al malessere generale. Infatti oltre all'accresciuto sbilancio commerciale e al cattivo esito della campagna granaria, si deve ricordare l'apparire del fenomeno, finora sconosciuto, della disoccupazione: al 31 gennaio di quest'anno gli operai iscritti al fondo di disoccupazione erano 28.536; ma essi rappresentano soltanto una parte degli operai senza lavoro e inoltre tale cifra non tiene affatto conto degli operai a lavoro parziale. Anche gli indici della produzione industriale sono in deciso declino a partire dai primi mesi dell'anno 1929.

È interessante osservare il sensibile miglioramento verificatosi nella bilancia commerciale italo-francese. Infatti le esportazioni dalla Francia in Italia sono discese da 2709 milioni di franchi nel 1929, a 1680 milioni di franchi nel 1930, mentre, al contrario, la corrente delle esportazioni italiane in Francia si aumentava leggermente passando da 1516 milioni nel 1929 a 1518 milioni di franchi nel 1930. Lo squilibrio commerciale a nostro carico viene così ad essere fortemente ridotto, passando da 692 milioni di franchi, a 161 milioni. Questo fatto è di una eloquenza tassativa per rispondere ai non pochi critici che prevedevano, nella più bassa quotazione del franco rispetto alla lira, una decisa condizione di prevalenza pel movimento commerciale francese.

Si potrebbe ancora ricordare, a proposito della Francia, l'aumento progressivo del costo della vita, l'aumento nel numero dei fallimenti e le peggiorate condizioni del bilancio statale. Si prevede infatti che l'esercizio finanziario attualmente in corso si chiuderà con un disavanzo di circa un miliardo e mezzo di franchi.

*

L'accumulazione di oro a cui la Francia si è dedicata in questi anni non sembra dunque aver portato un deciso contributo alla prosperità del Paese. Anzi, come è noto, è proprio a questa questione della irregolare distribuzione dell'oro che gli economisti attribuiscono con sempre maggiore insistenza la responsabilità dei guai che gravano sull'economia mondiale e, di riflesso, anche su quella francese.

L'accumulo di oro nelle Banche di diversi Paesi, e specialmente nelle Banche di emissione, rarefacendo la disponibilità di oro per i commerci e per le industrie, ha naturalmente prodotto un rincaro della merce oro, cioè un aumento del suo potere di acquisto e, in ultima analisi, una diminuzione del prezzo di tutte le merci. Di qui tutte le conseguenze dei tracolli industriali, della disoccupazione, delle insolvibilità commerciali, ecc.

Alcune cifre possono chiarire la situazione. Le statistiche relative ai depositi di oro esistenti presso le Banche di emissione dei vari Paesi, danno i seguenti risultati: Stati Uniti 6700 tonnellate di oro (pari a 4220 milioni di dollari); Francia 3400 tonnellate di oro (pari a 53 miliardi di franchi); Inghilterra 1300 tonnellate (pari a 170 milioni di sterline); Italia 450 tonnellate (pari a 5200 milioni di lire). Aggiungendo i dati relativi agli altri Paesi, si arriva ad un totale di oro accumulato, pari a 17.500 tonnellate. Quasi i due terzi di questa massa di oro è concentrata presso 3 soli Paesi; lo squilibrio è quindi evidente.

Ma più ancora dello squilibrio, diremo così, statico, importa lo squilibrio dinamico cioè quello che dipende dai movimenti dell'oro fra i vari Paesi. Infatti risulta che nel 1930 gli Stati Uniti e la Francia hanno rispettivamente aumentato i loro stocks di 430 e di 770 tonnellate di oro, cioè per un totale di 1200 tonnellate. Questa massa è molto superiore alla produzione mondiale dell'oro, che è di circa 700 tonnellate annue; se ne deduce quindi che l'aumento degli stocks in Francia e negli Stati Uniti non può essere avvenuto che per mezzo di un ulteriore depauperamento di oro degli altri Paesi.

Assai più razionale è stato il comportamento della Banca d'Inghilterra la quale ha mantenuto pressochè invariato il proprio deposito di oro a una cifra relativamente modesta e ha manovrato decisamente in modo da impedire che si manifestasse un ulteriore afflusso di oro a tutto danno della situazione interna inglese e di quella generale.

Tutta questa questione della distribuzione dell'oro potrebbe portare a conseguenze gravissime se fosse spinta all'estremo, causando danni irreparabili non solo di ordine commerciale ed economico ma anche politico, e ciò senza giovare affatto ai Paesi accumulatori. Si pensi ad esempio che a questa questione si riattacca quella delle riparazioni di guerra poichè la Germania non potrebbe certamente più proseguire, oltre un certo punto, il pagamento delle riparazioni.

Non deve dunque far meraviglia se le discussioni a questo riguardo hanno preso una vivacità insolita e se il problema è ormai considerato come uno dei più impellenti nella vita internazionale. La questione è ormai posta in modo, per così dire, ufficiale e la necessità di una sua razionale soluzione è sentita non soltanto nei Paesi poveri d'oro ma anche, ormai, in quelli che più ne hanno accumulato, come in Francia e in America.

Conversazioni ufficiali sono ormai avviate fra la Francia e l'Inghilterra intorno al modo migliore di provvedere ad una smobilitazione dell'oro e a una vasta ripresa dei piazzamenti all'estero. Si può anzi dire che l'avere riconosciuto apertamente il problema e l'averlo decisamente affrontato, costituisce uno dei sintomi più promettenti per un sollecito ritorno a migliori condizioni generali di attività commerciale ed industriale.

Una ripresa di circolazione di denaro a basso tasso di interesse, costituirà il migliore ossigeno per lo stanco organismo finanziario mondiale. Da questo fatto potrebbe venire la spinta decisiva per la ripresa generale, ora che eliminati, dalla dura prova della crisi, tutti gli organismi meno sani e meno idonei alla lotta, le migliori energie sono tese verso il superamento delle ultime difficoltà e verso lo sforzo per risalire l'erta angosciosa della stasi commerciale. Forse ora per la prima volta si delinea veramente la probabilità e la vicinanza della ripresa.

*

Le misure severe prese per la protezione del bilancio dello Stato cominciano a far sentire la loro influenza benefica, sebbene in mi-

sura ancora limitata. Non si può naturalmente attendersi di vedere scomparire immediatamente i disavanzi mensili ma è già soddisfacente notare come essi vadano sensibilmente contraendosi di mese in mese. Si tende così a delineare lo stesso diagramma che era segnato negli scorsi anni dal bilancio statale, in cui il primo semestre d'esercizio era sempre assai meno favorevole di quanto non fossero i risultati del secondo semestre che interveniva a correggere e migliorare notevolmente l'andamento seguito nei mesi precedenti.

Vero è che tutta la curva del diagramma di quest'anno è notevolmente inferiore alle curve corrispondenti di tutti gli ultimi anni. Infatti da parecchi esercizi ormai, dopo superata la violenta crisi del periodo di inflazione dell'immediato dopo guerra, non si era più avuto occasione di registrare nessun disavanzo nemmeno nei bilanci mensili del Conto del Tesoro.

Fu soltanto dopo la nuova crisi del 1929 che i disavanzi tornarono a comparire, almeno nei rendiconti parziali mensili. Nell'esercizio in corso, il fenomeno ha assunto, come è ben noto, una proporzione insolita e tale da suscitare qualche preoccupazione.

Se si vuole quindi arrivare a chiudere il bilancio in pareggio o almeno con un disavanzo modesto, è necessario lavorare vigorosamente sulle spese. Abbiamo altra volta fatto rilevare la delicatezza e la difficoltà di tale operazione, ma resta pur sempre vero che la difesa del bilancio statale deve essere considerato come il primo e più grave dovere della amministrazione dello Stato. Bisogna quindi ad ogni costo realizzare nei mesi venturi la massima economia delle spese, sopprimendo tutte quelle non assolutamente indispensabili o di scarso profitto immediato per il Paese.

Il bilancio dell'esercizio attuale è, per più ragioni, gravato da eccezionali voci di spese. Ricordiamo, oltre gli incrementati oneri militari, i grandi lavori pubblici deliberati come sollievo per la disoccupazione, i provvedimenti resi necessari dai terremoti delle Marche e dell'Irpinia, ecc. Tutto ciò, mentre le entrate del bilancio erano in forte contrazione per naturale ripercussione della crisi generale dell'economia nazionale. Una risoluta economia si impone quindi negli ultimi mesi dell'esercizio per compensare almeno in parte le maggiori spese occorse finora.

Tuttavia non sarebbe certo possibile di provvedere colle sole economie ad un completo ristabilimento del bilancio d'esercizio già gravemente colpito. Vi è però una voce di entrata che dovrebbe far sentire fortemente la sua influenza benefica (nei riguardi dell'equilibrio del bilancio) specialmente in questo scorcio di esercizio. Si tratta del gettito del dazio sul grano: purtroppo, il raccolto della scorsa campagna granaria non è stato interamente soddisfacente e ciò genera, come si è detto, la necessità di importare quantità rilevanti di grano, in misura assai maggiore di quello che si è verificato nell'esercizio precedente. Questo fenomeno, per sè doloroso in quanto significa una emigrazione di oro per pagamenti all'estero, ha tuttavia in questo momento un aspetto di opportunità in quanto automaticamente produce un cospicuo aumento nel gettito del dazio e quindi nelle entrate dello Stato.

Tale gettito era contemplato, nello stato di previsione dell'esercizio in corso nella somma totale di 565 milioni; ma questa cifra, in seguito alle risultanze effettive dell'annata granaria, è destinata ad aumentare grandemente. Si valuta che in tutto l'esercizio 1930-31 le dogane dovranno introitare, per il dazio sul grano, poco meno di un miliardo e mezzo di lire. E' quindi un notevole contributo che interviene come sopravenienza attiva e che sarà assai utile per migliorare i risultati finali dell'esercizio finanziario.

Se a questa considerazione si aggiunge quella delle riduzioni di spese già progettate e delle quali abbiamo dato altra volta notizia, si vede che la prospettiva di un bilancio che si chiuda intorno al pareggio è molto aleatoria di quanto si potrebbe a prima vista pensare. Sempre a condizione che la politica delle spese diventi sempre più rigorosa e prudente; il che non esclude una razionale ed oculata osservanza dei bisogni del Paese.

Il Conto del Tesoro relativo al mese di gennaio, ultimo scorso, presenta accertamenti di entrate effettive per 1633 milioni di lire, mentre nello stesso mese gli impegni di spese sono arrivati a 1723 milioni. Si è così verificato durante il gennaio un disavanzo, nella parte effettiva, di circa 90 milioni. Cifra, pur sempre sensibile, ma però assai inferiore a quella dei mesi precedenti e della media generale mensile di tutto l'esercizio, che è di 158 milioni al mese di disavanzo.

Complessivamente pei primi sette mesi dell'esercizio 1930-31, il deficit totale che si è andato accumulando sale a 1041 milioni di lire, per la sola parte effettiva del bilancio. Se poi si tiene conto di una eccedenza passiva di 80 milioni che si verifica anche nella categoria del movimento capitali, si arriva ad un disavanzo totale, dal 1° luglio 1930 al 31 gennaio 1931, di ben 1121 milioni di lire.

Questa cifra è probabilmente destinata ancora ad aumentare in piccola misura e dà l'idea del grande sforzo che si richiede di compiere per riuscire a compensarla, almeno nella maggior parte, durante i pochi mesi che ci separano dalla chiusura dell'esercizio. Questo del resto è indubbiamente destinato a rimanere classico nella storia della finanza italiana per la sua grande difficoltà e per le condizioni eccezionalmente onerose nelle quali esso si è svolto. E' lecito ritenere che già nel prossimo esercizio le cose abbiano alquanto a migliorare, se veramente, come la maggior parte degli economisti prevede, la crisi mondiale ha ormai raggiunto il suo culmine e tende a un miglioramento generale della situazione.

In buone condizioni si presenta invece la siutazione del fondo di cassa dello Stato. Secondo i dati pubblicati sul Conto del Tesoro, si aveva, al 31 gennaio u. s., una disponibilità di cassa liquida ed immediatamente spendibile, di 1463 milioni di lire. Di tale somma, 1152 milioni si trovavano in conto corrente presso la Banca d'Italia, e 321 milioni presso la Zecca, la Tesoreria o i corrispondenti all'estero del Tesoro.

Una operazione finanziaria di notevole interesse è stata compiuta durante il mese di gennaio, e di essa viene pure dato notizia nel Conto del Tesoro. Si tratta della chiusura, in data 31 dicembre, del conto di accantonamento di interessi a favore dell'Istituto di liquidazione; ciò ha portato ad una diminuzione dei debiti di Tesoreria per una somma totale di 526 milioni di lire. A tale pagamento si è fatto fronte col conto corrente speciale che viene tenuto presso la Banca d'Italia e che è compreso fra i crediti del Tesoro. L'operazione è stata eseguita in osservanza al Decreto emesso a questo proposito nel dicembre 1930. Da parte sua la Cassa Depositi e Prestiti ha restituito alla Tesoreria la anticipazione di 67 milioni, ultimo residuo, autorizzata con R. D. 22 settembre 1914; viene così eliminato fra la partita crediti del Tesoro il corrispondente importo.

Il totale dei debiti pubblici interni segna un leggero aumento dovuto alle variazioni subite durante il mese di gennaio dal debito fluttuante in conseguenza di fondi affluiti sui conti correnti fruttiferi del Tesoro. L'importo complessivo dei debiti pubblici interni era così arrivato, alla fine di gennaio, a circa 89.333 milioni di lire.

La massa circolante di carta moneta ammontava, alla stessa data della fine gennaio, a 15.212 milioni di lire, segnando durante il mese di gennaio una diminuzione di 468 milioni di lire. E' questo il valore minimo che sia stato raggiunto dopo il famoso massimo assoluto al 31 dicembre 1920, dal quale la massa circolante attuale si distacca per ben 6788 milioni di lire. In confronto al 31 gennaio 1930, si nota una diminuzione di 1193 milioni; di essa una parte cospicua, e precisamente 634 milioni, si è verificata durante l'esercizio finanziario in corso. Come si vede la politica di deflazione viene perseguita con decisa costanza pur senza perdere la necessaria elasticità di manovra.

*

I soliti indici relativi alla attività economica della Nazione, confermano il permanere dello stato di crisi con tutte le sue onerose e dolorose conseguenze. Come era da attendersi, la disoccupazione ha subìto un ulteriore incremento che trova in gran parte la sua giustificazione in ragioni di indole stagionale. Dai 642.169 operai senza lavoro segnalati alla fine del mese di dicembre 1930, si è così arrivati, alla fine di gennaio, a ben 721.976 disoccupati; di essi, circa 557.000 erano uomini e 165.000 donne. Si è avuto dunque, durante il mese di gennaio, un incremento di circa ottantamila operai rimasti senza lavoro.

Come si è detto, il fenomeno è in gran parte di origine stagionale, tanto che anche nello scorso anno, in cui le condizioni erano sensibilmente migliori, si ebbe a notare durante il mese di gennaio un aumento di oltre 56.000 operai disoccupati. Tuttavia quest'anno il fenomeno ha preso proporzioni più rilevanti e ciò tradisce il sovrapporsi, a quella stagionale, di altre cause intrinseche alla vita stessa della industria. Per gli opportuni confronti è bene tenere presente che alla fine del gennaio 1930, i disoccupati erano 466.231.

Le categorie che maggiormente contribuiscono a costituire l'ingente numero di operai senza lavoro che attualmente dobbiamo lamentare, sono le seguenti: agricoltura, caccia e pesca (208.612 disoccupati), costruzioni edilizie, stradali e idrauliche (211.000), industrie tessili (93.857), industrie relative ai prodotti della agricoltura, della caccia e della pesca (53.852), industrie dei metalli (50.576), industrie rispondenti a bisogni collettivi (36.890), ecc. Queste cifre relative mettono bene in evidenza la importanza del fenomeno stagionale, ma lumeggiano anche il contributo portato dallo stato di crisi di parecchie importanti categorie di industrie.

Per quanto riguarda la produzione di principali rami di industria, ricorderemo anzitutto i dati relativi ai materiali metallurgici.

Nel gennaio 1931, si sono prodotte 40.735 tonnellate di ghisa contro 38.504 tonnellate prodotte nel gennaio del 1930; si è dunque avuto per la ghisa un leggero aumento di produzione in confronto allo scorso anno. Non altrettanto può dirsi per l'acciaio, del quale vennero prodotte 144.487 tonnellate nel gennaio 1930 e soltanto 120.273 tonnellate nel gennaio 1931. La produzione dei laminati di ferro è stata di 106.115 tonnellate nel mese di dicembre u. s., mentre era stata di 127.027 tonnellate nel dicembre 1929 e di 124.549 nel mese di novembre 1930.

Per gli altri materiali metallici abbiamo una produzione di 1964 tonnellate di leghe di ferro nel gennaio 1931 contro a 2517 tonnellate del dicembre 1930; 1972 tonnellate di piombo nel gennaio contro a 2336 nel dicembre precedente; 1715 tonnellate di zinco contro 1806 tonnellate; 350 tonnellate di alluminio contro 487; 155 tonnellate di mercurio contro 179 tonnellate; 28 tonnellate di antimonio contro 20 tonnellate. Si sono poi prodotte nel gennaio di quest'anno 75 tonnellate di rame mentre nel mese di gennaio 1930 la produzione di rame era completamente mancata.

La produzione metallurgica segnala dunque in modo ben deciso lo stato attuale di crisi.

Per altre industrie si possono ottenere dati interessanti dalle notizie statistiche pubblicate dal Ministero delle Corporazioni. Risulta così che durante l'intero anno 1920 si sono prodotti in Italia 34,8 milioni di quintali di cemento, poco scostandosi dalla produzione del 1929 che era stata di 34,9 milioni di quintali. In aumento è stata la pro-

duzione dei perfosfati che è arrivata a circa 13,9 milioni di quintali, di contro a 13,0 milioni di quintali nel 1929. La seta artificiale ha invece segnato una decisa contrazione scendendo da una produzione di 32.342 tonnellate nel 1929, a 30.139 tonnellate nell'anno scorso. Quasi invariata è rimasta la produzione della carta e dei cartoni, intorno a 3,4 milioni di quintali.

La produzione di energia elettrica, secondo le statistiche riferentisi a circa il 90 % della produzione totale, è stata, nel dicembre 1930, di circa 768.150.000 kWh in confronto a 775.607.000 kWh del precedente mese di novembre e di 789.297.000 kWh prodotti nel mese di dicembre 1929. Complessivamente l'energia elettrica prodotta durante l'ultima annata, 1930, è stata leggermente superiore a quella dell'anno antecedente, segnando 9766 milioni di kWh contro 9501 milioni del 1929.

Anche l'andamento del traffico ferroviario e di quello portuale, tradiscono in modo indiscutibile lo stato di disagio delle industrie e dei commerci.

Infatti, secondo le notizie diramate dalla Direzione Generale delle Ferrovie, risulta che durante il gennaio di quest'anno le merci trasportate, per conto di privati, dalle Ferrovie dello Stato ammontarono a 3.493.121 tonnellate. Questa cifra segna una riduzione rispetto a quella del mese precedente (dicembre 1930) durante il quale si trasportarono 35.009.017 tonnellate di merci; assai più sensibile è la riduzione rispetto al traffico del mese di gennaio 1930 che era arrivata a 3.066.512 tonnellate di merci trasportate.

Non altrimenti vanno le cose nei porti. Durante il gennaio ora decorso approdarono nei porti italiani 13.686 navi le quali sbarcarono 1.826.273 tonnellate di merci; nello stesso mese partirono 13.743 navi imbarcando 606.494 tonnellate di merci. Il movimento complessivo che è quindi di 27.429 navi e di 2.432.767 tonnellate di merci in arrivo o in partenza, risulta notevolmente inferiore a quello del mese di gennaio 1930 durante il quale si ebbe un movimento di 28.653 navi e di 3.066.512 tonnellate di merci. Anche il movimento dei passeggeri ha presentato una sensibile contrazione, avendosi avuti 423.316 passeggeri imbarcati o sbarcati, contro 542.021 passeggeri del gennaio 1930.

A questi dati eloquenti sulla difficoltà del momento attualmente attraversato fanno riscontro le notizie relative all'andamento del risparmio il cui ritmo risente evidentemente in modo diretto e molto sensibile delle asprezze economiche in cui il Paese si va dibattendo. Più sensibile di ogni altro, come è naturale, si presenta a questa condizione di cose, il piccolo risparmio privato. La statistica relativa alle Casse di Risparmio postali è caratteristica ed eloquente a questo riguardo. Al 31 dicembre 1930, i depositi presso le Casse Postali ammontavano a 2567 milioni di lire. I nuovi depositi durante l'anno sono stati di 225 milioni di lire, inferiori quindi a quelli del 1929 (cioè 241 milioni) ma superiori tuttavia a quelli del 1928 che erano stati di 217 milioni di lire. I rimborsi verificatisi durante il 1930 sono stati di 462 milioni di lire, contro 501 milioni nel 1929 e 618 milioni nel 1928.

Durante il 1930 quindi si è verificato una diminuzione nell'ammontare complessivo dei depositi, di 239 milioni di lire; mentre tale eccedenza passiva era stata di 260 milioni nel 1929 e di 400 milioni nel 1928.

Poichè abbiamo parlato della produzione delle industrie nazionali vogliamo qui segnalare, pur con tutte le maggiori riserve necessarie, i primi risultati nettamente favorevoli ottenuti dalle ricerche petrolifere eseguite a cura della A.G.I.P. sul territorio nazionale.

Alludiamo al pozzo di Fontevivo nell'Emilia il quale per la prima volta in Italia ha dato l'esempio di una portata veramente rilevante e con caratteri di continuità che permettono di formulare favorevoli congetture e buone speranze per il futuro andamento delle ricerche stesse. La massa di petrolio raccolta nelle prove di pompatura al solo pozzo di Fontevivo rappresenta già una quantità, che è bensì piccolissima rispetto alle esigenze del consumo del Paese, ma che è però ingente rispetto a quello che era fino ad ora la produzione complessiva italiana di petrolio. Anche la qualità del petrolio di Fontevivo si è rivelata ottima.

La A.G.I.P. vede così coronata con soddisfazione la sua opera silenziosa, varia e tenace spiegata per valorizzare le risorse petrolifere del Paese. Come è noto, l'Azienda provvede, oltrechè all'esercizio della raffineria di Fiume, anche a promuovere gli impianti di distillazione delle rocce asfaltiche e alle ricerche petrolifere dirette. Queste ultime sono state iniziate nell'ottobre 1926 e non avevano dato finora che indici promettenti, senza però permettere di raggiungere un esito commercialmente favorevole. I risultati di Fontevivo permettono di sperare un adeguato compenso ai grandi lavori di trivellazione eseguiti e spinti, in qualche località, fin oltre i 1000 metri.

*

Le buone disposizioni che il mercato borsistico aveva manifestato nel mese precedente si sono mantenute ed affermate anche durante il mese di febbraio. Ciò specialmente per quanto riguarda le quotazioni dei titoli decisamente orientate verso un miglioramento progressivo, pur attraverso qualche inevitabile oscillazione ed incertezza.

Non altrettanto può dirsi per quanto riguarda il volume degli affari che nella maggior parte delle riunioni si è mantenuto in limiti modesti, pur accennando talvolta ad una ripresa di attività.

Ottimo, come sempre da qualche tempo a questa parte, si è mantenuto il comportamento dei titoli di Stato nettamente orientati in progresso, e che, qualche volta, hanno dato luogo ad animate contrattazioni.

Nulla di notevole da rilevare riguardo ai titoli bancari, rimasti pressochè invariati sulle loro quotazioni e pochissimo trattati.

Più animati sono stati i titoli tessili, che hanno avuto però un comportamento piuttosto irregolare ed incerto e abbastanza agitato; mentre alcuni titoli hanno manifestato tendenze pesanti, altri hanno realizzato qualche progresso.

I titoli meccanici e metallurgici, abbastanza largamente trattati hanno dimostrato un certo ottimismo migliorando sensibilmente le loro quotazioni.

Attività molto ridotta, pur con buon orientamento, hanno avuto i titoli saccariferi, gli alimentari e quelli di esportazione e dei trasporti. Trattati e in progresso gli immobiliari.

Gli elettrici si sono distinti per una particolare animazione e per il buon comportamento che ha fatto realizzare sensibili progressi alle quotazioni.

RENATO SAN NICOLO'.

*

Variazioni dei titoli elettrici nel mese di febbraio.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	500	657,—	654,—	678,—
Lombarda	500	587,—	588,—	590,—
Bresciana	200	224,—	219,—	223,—
Adamello	250	232,—	225,—	213,—
Unione Esercizi Elettrici	50	72,50	72,50	74,—
Elettrica Alta Italia	250	174,—	173,—	173,—
Officine Elettriche Genovesi	250	310,—	312,—	305,—
Adriatica	100	202,—	208,—	209,—
Compagnia Imprese Elettriche Liguri	175	225,—	226,—	230,—
Ligure Toscana	200	259,—	255,—	268,—
Generale Elettr. della Sicilia	100	78,—	80,—	83,—
Elettrica Brioschi	250	452,—	455,—	456,—
Emiliana Esercizi Elettrici	350	437,—	435,—	439,—
Forze Idrauliche Crespi	375	440,—	440,—	440,—
Elettrica Valdarno	100	154,—	153,—	174,—
Tirso	250	181,—	180,—	184,—
Terni	400	387,—	390,—	391,—
Meridionale di Elettricità	250	272,—	271,—	276,—
Idroelettrica Piemontese	125	122,—	124,—	127,—
Dinamo	200	189,—	195,—	193,—

Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di febbraio.

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI

Carboni da vapore:					
Cardiff primario	L. 165,—	a	L. 168,—	alla	tonn.
Americano	» 158,—	»	» 160,—		»
Slesia	» 135,—	»	» 137,—		»
Sarre	» 152,—	»	» 154,—		»
Antraciti:					
Inglese primaria (in pezzatura)	» 250,—	»	» 280,—		»
Tedesca (in pezzatura)	» 272,—	»	» 300,—		»
Coke:					
Coke da gas nazionale	» 200,—	»	» 215,—		»
» » » inglese	» —,—	»	» —,—		»
» metallurgico	» 195,—	»	» 200,—		»
Petrolio	» 189,—	»	» 224,—	al	Q.le
Nafta:					
Per Diesel	» 475,—	»	» 550,—	alla	tonn.
Per caldaie	» 270,—	»	» 340,—		»
Benzina in fusti	» 241,—	»	» 301,—	al	Q.le

METALLI

Ghisa:					
Eglinton N. 1	» 595,—	»	» 600,—	alla	tonn.
Middlesbrò N. 3	» 480,—	»	» 485,—		»
Ematite	» 525,—	»	» 530,—		»
Lussemburgo-Lorena	» 390,—	»	» 395,—		»
Ferro:					
Laminato omogeneo	» 85,50	»	» 92,50	al	Q.le
Poutrelles	» 82,50	»	» 85,50		»
Lamiere da 4 mm. in più	» 104,50	»	» —,—		»
Acciaio:					
Rapido per utensili	» 250,—	»	» 1500,—		»
Martin resist. 50-70	» 105,—	»	» 145,—		»
Rame:					
Elettrolitico	» 490,—	»	» 510,—		»
In fogli comuni	» 740,—	»	» 760,—		»
In barre tonde e quadre	» 715,—	»	» 735,—		»
Stagno in pani	» 1225,—	»	» 1275,—		»
Zinco in pani 1ª fusione	» 265,—	»	» 275,—		»
Piombo in pani 1ª fusione	» 170,—	»	» 180,—		»
Antimonio in pani	» 455,—	»	» 475,—		»
Ottone in barre	» 470,—	»	» 485,—		»
Alluminio in pani	» 820,—	»	» 860,—		»

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

Dott. Ing. G. CASTELFRANCHI. — *Televisione.* — Milano, Hoepli 1931. - Un volume di cm 17×23, di 320 pagine con 207 figure; numero medio di parole per pagina 367. - Prezzo L. 25.

L'A., già largamente noto per il suo volume sulla «Fisica Moderna», intrattenendoci sulla «Televisione», ha ben corrisposto, anche questa volta, al desiderio di coloro che aspirano a seguire l'evolversi meraviglioso dei mezzi di comunicazione del pensiero, e che non hanno tempo di mantenersi al corrente di ogni novità attraverso le riviste specializzate.

La «Televisione», nei suoi diversi sistemi, è una sintesi delle più svariate e moderne invenzioni e scoperte fisiche. Era dunque necessario che l'A. mettesse il lettore non specializzato in materia, al corrente con queste. Un intero capitolo è perciò dedicato ai principi di radiotecnica necessari alla televisione. Successivamente l'A. descrive le proprietà delle celle al selenio, rilevandone gli inconvenienti della inerzia e dell'isteresi per l'applicazione televisiva.

Solo le celle moderne con catodo a metallo alcalino permisero la trasmissione di impulsi rapidissimi di corrente proporzionali al flusso luminoso incidente: esse sono trattate estesamente sia dal lato storico, sia da quello costruttivo e teorico. Il meccanismo fotoelettrico è spiegato colla teoria dell'Einstein sui quanti di energia.

Poichè la fototelegrafia nella sua realizzazione ha preceduto la televisione, e non v'è alcuna differenza di principio tra i relativi apparecchi, così l'A. fatta una sommaria esposizione degli inizi della fototelegrafia, descrive i sistemi moderni realmente applicati. Un particolare capitolo è dedicato al principio della televisione col disco di Nipkow, che sembra debba affermarsi su tutti gli altri sistemi.

Gli altri capitoli si susseguono così:

«I Pionieri della televisione»: essi affrontarono il problema della trasmissione della immagine per punti in meno di 1/12 di secondo, mentre nella fototelegrafia questa limitazione non esisteva. Il tubo di Braun viene pure impiegato come trasmettitore.

«Esplorazione, modulazione. Il ricevitore». Oltre al disco di Nipkow, di cui si approfondiscono i dettagli, si studiano gli altri sistemi di esplorazione, si fa una analisi comparata della modulazione prodotta dai suoni e dalle figure, si accenna ai rimedi per eliminare alcuni inconvenienti di ricezione. E' descritto il decompositore di Bronck, a quarzo piezoelettrico senza parti in moto.

«L'immagine ricostruita. La lampada al Neon». Avendo già in precedenza parlato dei soccorritori magneto-ottici come l'oscillografo di Mihaly e di quelli elettrolitici come la cellula di Kerr, l'A. espone qui la teoria, il funzionamento e la costruzione della lampada al neon. A «John Baird» ed ai suoi lavori è dedicato un intero capitolo cui segue quello che tratta dell'«Amplificazione» della trasmissione e della ricezione televisiva, e illustra i principali schemi relativi.

L'A. considera poi lo stato attuale della televisione nel mondo, il televisore per visione collettiva su schermo ed il radiocinema, e successivamente l'importante argomento della messa in sincronismo ed in fase dell'apparecchio ricevitore con quello trasmettitore; e ancora le seguenti questioni: diapason, impiego dell'oscillatore a quarzo piezoelettrico, sincronizzazione a mezzo di motori sincroni, sincronizzazione a ruota dentata di Baird.

Nell'ultimo capitolo si parla: del «Noctovisor» (che utilizzando i raggi infrarossi e le celle ad essi sensibili, permette l'esplorazione nell'oscurità), della trasmissione di immagini con dischi fonografici, della televisione a colori, di quella stereoscopica a bianco e nero ed a colori.

Il libro, ricco di moderna informazione, merita di essere largamente conosciuto. *A. Br.*

*

E. PERSICO. — *Lezioni di meccanica ondulatoria,* raccolte e redatte dal Dott. B. Rossi e da G. Racach. — Casa Editrice Dott. A. Milani (già Litotipo), Padova 1930-VIII - 2ª edizione, pubblicata sotto gli auspici dell'Istituto Fisico di Roma - Un volumetto, in litografia, di pag. 134, con 15 figure, formato del volume cm. 17,5×25; formato del testo, cm. 12,5×19; parole per pagina, in media, 200 - Prezzo L. 17.

La circostanza di essere giunto rapidamente alla seconda edizione (le lezioni alle quali il volume si riferisce furono tenute in parte nell'anno 1928-29 e in parte nel 1929-30), malgrado la natura elevata e specialissima dell'argomento, testimonia già dell'alto valore di questo lavoro del Prof. Persico. Nè questo può riuscire inaspettato ai nostri lettori, che ricordano certo, per quello che abbiamo pubblicato, con quale padronanza del soggetto, e con quale limpidezza e semplicità di esposizione il Persico sappia trattare gli argomenti più difficili della Fisica teorica. Queste doti si ritrovano anche nel volume ora comparso; non ultimo pregio del quale è anche quello di evitare (anche a costo di dover rinunciare a stupire molto il lettore!) la tendenza ad esporre i principi direttivi della nuova meccanica (per es., l'ormai celebre principio di indeterminazione) in una forma più rivoluzionaria del necessario.

La natura dell'argomento non consente che del volume possa farsi qui un riassunto d'una certa ampiezza. Basterà segnalare come esso, premessi alcuni concetti e richiami fondamentali (esperienze ideali, analogie fra l'ottica e la meccanica del punto, principio di indeterminazione, spazi funzionali e hilbertiani, ecc.) ne faccia l'applicazione ad alcuni casi relativamente semplici (urto, disentegrazione radioattiva, rotatori, ecc.); passi poi (2ª parte) a discutere talune importanti generalizzazioni relative a sistemi meccanici ed a problemi più complessi (equazioni di Schrödinger, generalizzazione del principio di indeterminazione, applicazione delle «matrici» alla meccanica atomica, ecc.); per attaccare, infine, (3ª parte) taluni fra i problemi più delicati riguardanti i rapporti fra struttura atomica e irradiamento.

Per chiunque voglia seguire i nuovi e arditi svilupi della Fisica riuscirà certo di molto interesse la lettura di questo volumetto, nel quale l'A. ha procurato di ridurre al minimo le indubbie ed inevitabili difficoltà teoriche e di trattazione analitica; va data perciò ampia lode anche all'Istituto Fisico della R. Università di Roma che ne ha promosso la ristampa.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI NAPOLI

Seduta del Consiglio del 29 *ottobre* 1930. — Il Presidente, Ing. Brun, apre la seduta alle ore 19,30. Sono presenti i seguenti Consiglieri: Carlevaro, Gatta, Sersale, Gianturco, Giordani, Moroso, Pizzuti, Saggese, Cangia, Eller Vainicher, Guerra, Maffezzoli, Maglione, Motti, Rossi, Selmo; Segretario: Tolomeo.

Si sono giustificati per la loro assenza: Cenzato, Perrelli e Coppadoro.

Il Presidente desidera subito porgere il saluto ed il compiacimento di tutti i soci della Sezione a E. S. Prof. Francesco Giordani, recentemente elevato alla dignità di Accademico d'Italia.

Il Consiglio unanime si associa.

Il Presidente sicuro interprete dei sentimenti dei presenti, propone che la nomina del Prof. Giordani venga festeggiata da tutti i consoci riunendosi ad un pranzo sociale.

Il festeggiato presente alla manifestazione ringrazia la Presidenza ed il Consiglio e prega di non insistere nel proposito del banchetto ritenendo per sè già altamente onorevoli le parole del Presidente.

Il Consiglio invece approva la proposta del Presidente e dà incarico al Segretario di organizzare la manifestazione.

Il Presidente comunica le domande di ammissione di due nuovi soci, l'Ing. De Giorgio e l'Avv. Muzj. Il Consiglio ne approva l'ammissione ad unanimità.

Il Presidente comunica le dimissioni dei seguenti soci: Società Ganz, Sig. Brandolino, Ing. Filangeri, Sig. Colica, Ing. Palumbo, Sig. Marotti, Ing. Di Luggo.

Le dimissioni sono accettate.

Sono anche accolte le seguenti domande di trasferimento:

Ing. Russo da Napoli a Milano, Ing. Sonnino da Napoli a Genova, Ing. Locatelli da Napoli a Venezia, Ing. Franchi da Bari a Napoli, Ing. Micheloni da Trento a Napoli.

Il Presidente comunica che la nostra Sezione avendo superato il n. di 500 soci ha diritto a n. 11 Consiglieri Delegati e a n. 12 Consiglieri di Sezione. A fine d'anno bisogna quindi eleggere n. 6 Consiglieri Delegati e n. 2 Consiglieri di Sezione. Fa subito al Consiglio la indicazione di tre nomi altamente benemeriti: Selmo, Cangia e Melazzo, tutti e tre ex Presidenti della Sezione.

Il Presidente da conto del programma lavori e annunzia una conferenza del Prof. Carlevaro, la visita del Cinema Augusteo e a lunga scadenza una gita al Vesuvio insieme alla Sezione Romana.

D'accordo con i rappresentanti della Scuola di Ingegneria il Presidente rimanda ai primi mesi dell'anno 1931 l'inizio delle conferenze da tenersi dai soci dell'A. E. I. presso la Scuola.

Alle ore 20,30 dichiara sciolta la seduta.

*

Riunione del 14 *novembre* 1930. — Il Presidente alle ore 21,30 dichiara aperta la seduta ed esprime il grande rammarico di dover comunicare ai soci la morte dell'Ing. Alfonso Vinaccia, giovane e valoroso consocio, avvenuta il 3 agosto 1930. Dà notizia della brillante carriera dell'estinto nella Società dell'Acquedotto di Napoli e ne ricorda i successi professionali conseguiti anche all'estero.

Da conto del movimento soci approvato dall'ultimo Consiglio e infine dà la parola al Prof. **Enzo Carlevaro** della R. Scuola di Ingegneria che svolge il seguente tema: «**Calcolo della illuminazione dovuta a superficie diffondente**».

L'oratore dopo aver richiamato brevemente le formule che legano fra loro le varie unità fotometriche, espone un procedimento pratico per ottenere i valori della illuminazione in punti qualunque, quando si conosca il valore della intensità luminosa in ogni punto della superficie diffondente cui è dovuta quella illuminazione. Riferendosi ai casi della pratica, espone il modo di calcolare le illumina-

zioni dei punti del pavimento, delle pareti e del soffitto di un ambiente, nota che sia la legge di distribuzione della intensità luminosa per i punti dei vani di luce.

Dimostra come in tali casi un calcolo analitico risulta impossibile e ammette che anche il procedimento grafico si presenta piuttosto laborioso ma può riuscire utilissimo quando si richieda una esatta conoscenza delle illuminazioni prodotte, come può avvenire per scopi scientifici.

La interessante comunicazione che verrà pubblicata nel nostro giornale viene alla fine salutata da un caloroso applauso.

Il Presidente ringrazia il Prof. Carlevaro e dichiara chiusa la seduta alle ore 22,45.

*

Il giorno 11 dicembre 1930 alle ore 17,30 numerosi soci convennero alla *Mostra di Ingegneria di architettura,* preparata a Piazza Municipio e che è riuscita una splendida affermazione dell'attività tecnica del Mezzogiorno d'Italia.

Per il Sindacato Provinciale Fascista degli Ingegneri era presente il Prov. Cav. Cavaccini, con il quale i soci iniziarono il giro degli interessantissimi stand. Il R. Commissario per l'Istituto delle Case Popolari, Comm. Dott. Luigi Aperlo, nostro consocio, volle personalmente ricevere gli intervenuti e illustrare tutta la imponente opera compiuta dal detto Istituto.

Per la mostra della Società Meridionale di Elettricità e Società figliali, il nostro Presidente, Ing. Brun, fece personalmente da guida e particolarmente interessanti furono le spiegazioni intorno agli apparecchi elettrici di uso domestico, che gli intervenuti potettero vedere in pieno funzionamento.

Speciale ammirazione riscosse un modello di impianto di elettroirrigazione anch'esso completamente in funzione.

La visita, molto interessante, ebbe termine alle ore 19.

*

Riunione del 12 dicembre 1930. — Il Presidente, Ing. Brun, alle ore 21,30, dichiara aperta la seduta e dà la parola all'oratore Ingegner **Luigi D'Amelio** che svolge il seguente tema: «**Il riscaldamento meccanico con ciclo a vapor d'acqua e con cicli binari**».

Esposto il noto principio della macchina termica a ciclo invertito ed esaminata l'espressione del rendimento teorico, l'oratore spiega come praticamente si possa sottrarre calore ad una sorgente a temperatura più fredda dell'ambiente da riscaldare, mercè la spesa di lavoro meccanico che serva ad elevare il grado della energia termica sottratta.

Si realizzano così le così dette pompe di calore.

L'oratore dimostra la convenienza di usare per la produzione del lavoro meccanico l'energia elettrica che per questa trasformazione presenta il più alto rendimento.

Dà conto del perchè in pratica non si possono raggiungere gli alti valori del rendimento teorico nel riscaldamento meccanico e attribuisce la maggior differenza alla riduzione del salto utile di temperatura che si ha a causa delle pareti di trasmissione.

L'oratore accompagna il suo dire con grafici schematici e con frequenti riferimenti al diagramma entropico.

Passa quindi alle applicazioni già realizzate in pratica riferendosi in particolar modo al ciclo con vapor d'acqua e ai cicli a due fluidi. Dimostra quindi la particolare convenienza di sfruttare il brillante principio del riscaldamento meccanico quando sul posto esistano impianti frigoriferi.

La brillante comunicazione viene alla fine vivamente applaudita.

Il Prof. Carlevaro da ultimo risponde ad una osservazione dell'Ing. D'Amelio che può farlo apparire un'avversario del riscaldamento meccanico. Egli invece sostiene che ogni applicazione va studiata in sè e per sè e che la convenienza può aversi solo se si verificano quelle condizioni così bene indicate dall'Ing. D'Amelio.

Il Presidente alle ore 23 dichiara sciolta la seduta.

*

Seduta del Consiglio del 23 dicembre 1930. — Alle ore 19,15 il Presidente, Ing. Brun, dichiara aperta la seduta. Sono presenti i Consiglieri: Motti, Selmo, Giordani, Folinea, Sersale, Rossi, Saggese, Carlevaro, Eller Vainicher, Cangia, Focaccia, Gianturco; Segretario: Tolomeo.

Il Presidente comunica il passaggio alla nostra Sezione dei Consoci Mortara, Mercurio, Oberziner, Picchio, Santomauro, Sacerdote.

Comunica le domande di ammissione dei soci: Prof. Bakunine Marussia, Sig. Vittorio De Giorgio, Sig. Pietro Natale, Sig. Brun Riccardo, Comm. Avv. Muzy Riccardo, Ing. Russo Raffaele, Ing. Massa Renato e Ing. De Martino Gastone. Il Consiglio approva le domande.

Il Presidente comunica che al 31 dicembre 1930 scadono dalla carica i seguenti Consiglieri Delegati: Cangia, Coppadoro, Eller Vainicher, Guerra e Selmo. Rivolge un saluto ed un ringraziamento agli uscenti e annunzia che l'Assemblea generale per l'elezione delle nuove cariche è indetta per il giorno 30 dicembre 1930.

Avendo la nostra Sezione superato il numero di 500 soci ha diritto a norma dello Statuto a 11 Consiglieri Delegati e a 12 Consiglieri di Sezione. Sicchè i soci saranno chiamati ad eleggere 6 Consiglieri Delegati e 2 Consiglieri di Sezione.

Il Presidente comunica che a richiesta della Presidenza Generale la Segreteria della Sezione ha rivisto il Regolamento interno e perciò si sottopongono al Consiglio le seguenti varianti:

Art. 2). Si precisa la giurisdizione della Sezione.

Art. 4). Sono ammessi come soci studenti anche i diplomati negli Istituti industriali di terzo grado.

Art. 5). Necessità delle firme di due soci sulle nuove domande di ammissione.

Art. 14 e 15). Istituzione dei Delegati provinciali.

Art. 27). Nuova procedura per le modifiche al Regolamento interno senza ricorrere al referendum.

Il Consiglio, con la sola opposizione dell'Ing. Motti per quanto riguarda l'ammissione degli studenti degli Istituti industriali, approva tutte le modifiche.

Il Presidente prega il Cassiere Sersale di leggere il Bilancio consuntivo dell'anno 1930 e quello preventivo dell'anno 1931. Il Consiglio approva e rimanda ogni discussione all'Assemblea generale.

Il Presidente è lieto di potere annunziare una conferenza di S. E. Giordani sul Cinema parlante per il 30 dicembre e prossimamente la visita all'Augusteo e la visita allo stabilimento di Torre Annunziata della SCAC che sarà preceduta da una conferenza illustrativa.

Ricorda la gita al Vesuvio alla quale sarà invitato la Sezione Romana e che avrà luogo all'inizio della primavera.

Mette in discussione il programma delle conferenze da tenersi nell'anno presso la Scuola di Ingegneria.

Il Consiglio decide di iniziare detto corso ai primi giorni di febbraio e delega i consoci Brun, Selmo, Cangia, Motti, Mortara ed Eller Vainicher.

La seduta viene sciolta alle ore 20,30.

* *

SEZIONE DI TRIESTE

Alle ore 19,30 del 31 gennaio 1931 il Presidente della Sezione, Ing. Italo Bonazzi dichiara aperta la seduta in seconda convocazione. Sono presenti oltre al Consiglio Direttivo, quasi al completo, circa una trentina di soci.

Prende la parola il Presidente compiacendosi di non avere occasione di commemorare alcun socio decesso nell'anno; proponendo di ritenere per letto il verbale della assemblea precedente, ne chiede la approvazione che ad unanimità viene concessa. Indi dà corso alla lettura della seguente:

Relazione del Presidente della Sezione di Trieste all'Assemblea ordinaria annuale.

E' compito ben facile quello di relazionare in questa assemblea l'attività della nostra Sezione durante l'anno passato.

Ben più arduo, sebbene di meno apparente risultato, quello delle benemerite persone che mi precedettero in questa carica e che furono in effetto artefici di quell'affiatamento e di quella vitalità che rese possibile l'ottenimento dei risultati che caratterizzarono in modo particolarmente felice l'anno sociale 1930.

Va ricordato che fu principalmente coll'attuazione delle caratteristiche riunioni mensili che si riuscì ad eliminare il pericolo di un graduale disfacimento dela Sezione; pericolo che negli ultimi tempi aveva preso proporzioni piuttosto allarmanti.

Per di più dal ripetersi di tali riunioni, fu possibile creare quella corrente di cordialità e di amicizia fra i soci che fu notata con particolare compiacimento del nostro Illustre Presidente Generale, e che sarà in avvenire il miglior fattore per il mantenimento della vitalità della nostra Sezione attraverso gli inevitabili periodi di contrazione dell'economia generale del Paese.

All'Ing. Carlo Pedretti, quindi, ideatore e propugnatore instancabile di tale lodevole iniziativa, ed all'Ing. Carlo Manni, che con tanta passione, zelo ed intelligenza, seppe reggere la Sezione in tempi tanto difficili, vada la più viva riconoscenza di tutti i soci.

Ho voluto premettere alla mia relazione questa doverosa attestazione di benemerenza, perchè negli Atti della nostra Sezione rimanga traccia delle difficoltà superate per il suo consolidamento ed i venturi possano ricordare le persone che si presero tanto a cuore l'esistenza della nostra Associazione.

Avutasi nei primi dello scorso anno la certezza che l'onore di ospitare i congressisti dell'A.E.I. sarebbe spettato alla nostra città, si passò immediatamente allo studio di un programma che comprendesse, oltrechè la preparazione morale dei soci, anche l'attuazione di manifestazioni tecniche, turistiche e patriottiche che valessero ad attestare la nostra gratitudine per l'onore riserbatoci ed a lasciare un gradito ricordo nei colleghi che qui sarebbero convenuti.

La preparazione morale per il buon esito delle memorabili riunioni fu iniziata dal collega Ing. Prof. Giuseppe Pippa, il quale con le sue due conferenze scientifiche sul tema «L'atomo», tenute in forma così elevata nella Sala Maggiore del Circolo Artistico, affollata di soci non solo dell'A.E.I., ma anche del Sindacato Ingegneri e dell'Associazione Dirigenti Industriali, seppe incatenare l'attenzione dell'uditorio e mettere in rilievo il valore culturale della nostra Associazione.

A lui fece seguito il consocio Sig. Alberto Plinio con la sua conferenza di carattere tecnico-pratico sulla «Saldatura elettrica»; conferenza che raggiunse pienamente lo scopo che si era prefisso il nostro collega.

Sempre ai fini del buon esito del Congresso, venne effettuata nel maggio, in unione ai soci di Gorizia, la gita ad Aquileia e Grado; che

comprendeva la visita ai Musei, alla Cattedrale e al Cimitero di Aquileia; gita che lasciò in tutti i partecipanti il più vivo ricordo e che fece nascere il proponimento di attuarne una consimile nella primavera prossima.

Mentre si svolgevano tutte queste manifestazioni di preparazione morale integrate dalle riunioni mensili, alle quali i soci accorrevano in numero sempre più numeroso, si attuava una metodica propaganda fra la cittadinanza colla pubblicazione di vari articoli aventi attinenza ai temi del Congresso ed all'esistenza dell'A.E.I., valendoci dell'ospitalità largamente concessaci dai giornali: «*Il Piccolo*» e «*Il Popolo di Trieste*».

Contribuì pure efficacemente a tale propaganda (principalmente fra i nostri soci) il Notiziario pubblicato in ogni numero del Bollettino Sindacato Ingegneri.

Si giunse in tale modo all'attesa manifestazione della XXXV^a Riunione annuale degli elettrotecnici d'Italia.

Se dovessi accennare qui, anche solo in forma di riassunto schematico lo svolgimento del Congresso, dovrei dilungarmi di troppo, abusando inutilmente della vostra pazienza trattandosi di manifestazioni che voi ricordate in ogni dettaglio per avervi preso parte attiva o quanto meno per averne seguito lo svolgimento nelle particolareggiate relazioni comparse nella stampa locale e sul Notiziario.

Nel volume del Congresso che uscirà nel marzo prossimo, ciascuno di voi troverà riportate le memorie tecniche e le discussioni complementari di tali memorie; nonchè la descrizione delle visite tecniche e delle manifestazioni turistiche e patriottiche effettuate durante il Congresso.

Se da un lato possiamo dichiarare che i lavori del Congresso si sono svolti nel modo più proficuo, dall'altro crediamo di non esagerare e di non peccare di falso orgoglio, affermando che tutte le manifestazioni si sono svolte nella forma più entusiastica e in un ambiente di pura italianità e schietta cordialità.

L'esito del Congresso è stato quindi dei più lusinghieri, e l'interesse allo stesso dimostrato non soltanto da parte degli interessati, ma di tutta la cittadinanza, che con ciò volle attestare la sua gratitudine per l'alto onore concesso alla nostra città, che in tale occasione vide raccolte sotto il bel cielo di Trieste le più eminenti e spiccate personalità dell'elettrotecnica italiana, ci fa sperare che il ricordo di questa nostra XXXV^a Riunione rimarrà viva nel cuore delle persone che parteciparono e della cittadinanza tutta.

Troppo lungo sarebbe il voler enumerare gli Enti e le Ditte che diedero il loro generoso contributo all'attuazione del programma da noi ideato per l'accoglienza dei Fratelli convenuti da tutte le città d'Italia.

I nomi dei benemeriti costituirono il «Comitato sostenitore» e vennero resi noti alla cittadinanza con apposito elenco, ed agli stessi, questa Presidenza, a nome dei soci tutti, non ha mancato di esprimere singolarmente i ringraziamenti più vivi per l'aiuto ricevuto.

E' doveroso tributare in questa assemblea, un atto di particolare deferente riconoscenza per l'appoggio prezioso, spontaneo e cordialissimo avuto dalle Autorità locali, le quali con la loro presenza hanno dato un particolare prestigio e significato a tutte le manifestazioni ufficiali.

Un grazie speciale vada ancora una volta al Segretario Federale del P. N. F. Dott. Carlo Perusino che gentilmente concesse la Sala del Littorio per lo svolgimento delle sedute del Congresso.

Dobbiamo pure ricordare con gratitudine i Consiglieri provinciali dell'A.E.I. di Gorizia e di Fiume i quali seppero organizzare tanto lodevolmente nelle loro città un'accoglienza che lasciò nei congressisti una profonda traccia di vivo compiacimento.

Ai Signori Consiglieri della nostra Sezione ed ai componenti i vari Comitati costituiti per la preparazione e lo svolgimento delle varie manifestazioni, sia di compenso alle loro fatiche la soddisfazione di avere tanto fattivamente contibuito per il buon nome della nostra Sezione e della nostra città.

Peccherei di omissione se in questa occasione non facessi rilevare in modo particolare l'attività svolta con zelo veramente encomiabile dal benemerito nostro cassiere, Sig. Brivonese.

Perchè rimanga traccia negli atti della nostra Sezione della onoranza che noi abbiamo voluto tributare ai Caduti sul mare durante la Grande Guerra a ricordo del XXXV^a Congresso dell'A.E.I. accennerò che l'impianto di illuminazione esterna permanente del Faro della Vittoria da noi portato a termine, rappresenta il primo impianto del genere esistente in Europa; ed ha incontrato per il suo significato patriottico e per la sua perfetta riuscita tecnica, il più vivo compiacimento nella cittadinanza e delle Autorità centrali e locali.

Due anni or sono nella ricorrenza del cinquantenario dell'invenzione della lampadina elettrica, l'idea prospettata in una seduta del Comitato Direttivo dell'A.E.I. da parte del Consigliere, Cav. Ing. Giovanni Salerni, di illuminare in tale ricorrenza il Faro della Vittoria, sembrò cosa inattuabile per le gravissime difficoltà di indole varia che subito si affacciarono.

Senonchè la ferma volontà di attuare un'onoranza che lasciasse permanente nella città di Trieste il gradito ricordo dei Fratelli elettrotecnici qui convenuti da tute le parti d'Italia e che le desse il primato nell'onorare in tal modo i Caduti della Grande Guerra, nonchè la volontà di chiudere con una festa di luce le manifestazioni del Congresso nell'ultima ricorrenza della data storica del XX Settembre, fu l'incentivo che fece superare tutte le difficoltà per la realizzazione di tale idea scaturita dalla mente geniale dell'Ing. Salerni; risolvendola per di più con carattere di impianto permanente.

Sono lieto di portare oggi a vostra notizia che, a completamento ed a coronamento dei nostri sforzi, per deliberazione podestarile avvenuta in questi giorni l'impianto venne dichiarato facente parte dell'illuminazione pubblica; cosicchè la fiaccola accesa il XX Settembre u. s. brillerà ogni notte ad onore degli Eroi caduti sul mare ed a maggior risalto delle bellezze architettoniche di questo monumento nazionale.

Unica condizione posta dal Comune fu quella che restasse a nostro carico ogni spesa riguardante la manutenzione e l'esercizio dell'impianto. Per tale spesa verrà per ora provveduto con fondi all'uopo accantonati, mentre non verrà nulla trascurato per trovare il modo di alleggerire la Sezione anche di quest'ultimo onere.

Richiamandomi a quanto già reso noto a suo tempo sul «Notiziario» riconfermo che per tutte le spese inerenti sia l'impianto d'illuminazione del Faro della Vittoria che di tutte le manifestazioni complementari del Congresso da noi attuate, nessun aggravio ebbe a sopportare il bilancio della nostra Sezione essendosi provveduto con contributi pazientemente raccolti fra le varie Ditte e la cittadinanza.

A questo riguardo informo che per la regolare amministrazione della raccolta e dell'impiego di tali contributi, che esulavano dalla gestione sociale, ho ritenuto doveroso valermi della collaborazione del Rag. Riccardo de Beden, il quale si è prestato con molto zelo e del tutto gratuitamente.

Di tale contabilità venne formato un apposito dossier (che ho qui a disposizione dei soci che desiderassero prenderne visione) e che verrà tenuto aggiornato sino alla definizione del problema della manutenzione dell'impianto del Faro, salvo poi ad istituire, coi criteri che verranno decisi dal Consiglio Direttivo, un fondo speciale da impiegare a giudizio del Consiglio.

Della parte riguardante la raccolta effettuata colla pubblica sottoscrizione venne dato regolare resoconto alla R. Prefettura.

Questa, per sommi capi, la relazione morale del 1930; aggiungo che come frutto della nostra attività abbiamo avuto un notevole aumento nel numero dei soci che da 199 è salito a 243.

Programma 1931.

Il 1931 sarà un anno, diremo di raccoglimento ed attesa; in quanto servirà soprattutto a consolidare le posizioni morali raggiunte nel 1930 ed a studiare nuovi mezzi per fare un nuovo sbalzo verso le mete che ci siamo prefissi di raggiungere.

Il programma per l'esercizio testè iniziato può essere brevemente riassunto nei seguenti punti:

a) propaganda atta ad aumentare l'efficenza numerica della nostra Sezione; o quanto meno ad evitare che la contrazione economica odierna sia motivo di diminuzione dei soci;

b) propaganda per la diffusione fra i circoli tecnici e la cittadinanza dello scopo della nostra Associazione;

c) propaganda atta a mantenere sempre vivo l'interessamento alle riunioni mensili e ad aumentare la cordialità fra i soci;

d) organizzazione di conferenze tecniche e scientifiche;

e) visite a centrali elettriche e gite turistiche.

Il programma, come vedete, è molto semplice; ma la sua attuazione richiederà una costante collaborazione non solo dei componenti il Consiglio del cui interessamento per la nostra Sezione potranno scaturire idee e proposte geniali per un maggiore e sempre crescente sviluppo della nostra Società, ma anche da parte di tutti i soci, ai quali mi appello in modo particolare, rammentando ad ognuno che soltanto l'apoggio morale e l'interessamento dei componenti la Sezione sarà di incentivo per operare con maggior energia ed entusiasmo nel comune interesse.

Finita la lettura, attentamente seguita dai presenti, apre la discussione conferendo la parola al socio Ing. Pedretti, il quale dice che i primi ad essere ringraziati in questa occasione hanno ad essere i soci che con il voto dato alla proposta dello scorso anno per le cariche sociali hanno saputo sciegliere così bene la persona del Presidente nel socio Ing. Bonazzi, zelante attivo ed intelligente; si associa alla proposta del Presidente nel riconoscere il merito dell'attività del Cassiere, Sig. Brivonese e nel porgere ringraziamenti per l'onorevole attività del socio, Ing. Pippa, svolta con le sue tre conferenze; si augura che, come questi, tutti gli associati possano allo scadere di un anno di lavoro confortarsi per avere ottemperato appieno agli obblighi morali derivanti dall'Associazione, in quanto, per incrementarsi, la Sezione ha bisogno dell'attività di tutti i soci in genere.

Il Presidente si associa alle parole del benemerito Ing. Pedretti e dà assicurazione che si farà premura viva di nulla lasciare intentato che vada a cementare più fortemente lo spirito di cordiale colleganza fra i soci onde più compatta riesca la famiglia degli elettrotecnici.

Dà poi la parola al Cassiere, il quale legge la seguente:

Relazione Finanziaria dell'anno 1930.

Il bilancio consuntivo 1930 che mi onoro esporre alla vostra approvazione differisce poco da quello preventivato sebbene il numero dei soci sia sensibilmente aumentato.

Il numero dei soci collettivi che al 31 dicembre 1929 era di 25 è salito a 30, i quali pagarono tutti la quota sociale (ad eccezione di una Ditta ritiratasi dal commercio), e per loro fu versato alla Sede Centrale un importo totale di L. 4387,50.

Il numero dei soci individuali che al 31 dicembre 1929 era di 154 è aumentato a 217 per cui si dovettero versare alla Sede Centrale

213 contributi completi di L. 50 ciascuno oltre quattro quote per soci morosi ed una per socio studente, per un importo totale di L. 10.740.

Complessivamente quindi alla Sede Centrale furono versate L. 15.127,50.

In quasi tutti capitolati del bilancio si osserva un lieve aumento nelle spese e ciò lo dobbiamo al diretto incremento dei soci ed all'attività svolta dalla nostra Sezione nel 1930.

Nel bilancio è stato aggiunto il capitolo « Spese per la XXXV^a Riunione A.E.I. » di circa L. 1000 per spese sopportate antecedentemente del Congresso; mentre per il Congresso venne provveduto con introiti separati.

L'attivo al 31 dicembre 1929 si chiudeva con L. 4.806,20 mentre quello del 1930 si chiude con una disponibilità di cassa di L. 4.112,10.

Abbiamo quindi il piacere di constatare che il capitale sociale della Sezione fu dopo un anno di così intensa attività e di così lusinghiere manifestazioni è rimasto pressochè intatto.

Il bilancio esaminato e firmato dai Signori revisori, approvato dal Consiglio Direttivo spero troverà pure l'approvazione di questa assemblea.

BILANCIO CONSUNTIVO ANNO 1930.

Attivo:

Quote sociali:			
N. 28 quote soci individuali a L. 240,—	L. 6.720,—		
» 1 quota socio collettivo a L. 180,—	» 180,—		
» 205 quote soci individuali a L. 75,—	» 15.375,—		
» 7 quote soci individuali a L. 50,—	» 350,—		
» 1 quota socio studente a L. 40,—	» 40,—		
		L. 22.665,—	
Proventi su interessi in c/c postale		» 59,60	
Attivo al 31 dicembre 1929		» 4.806,10	
Totale al 31 dicembre 1930		L. 27.530,70	

Passivo:

Contributi alla ede Centrale:		
N. 29 quote soci collettivi a L. 150,—	L. 4.350,—	
» 1 quota socio moroso a L. 37,50	» 37,50	
» 213 quote soci individuali a L. 50,—	» 10.650,—	
» 4 quote soci morosi . a L. 12,50	» 50,—	
» 1 quota socio studente a L. 40,—	» 40,—	
		L. 15.127,50
Spese Sezione:		
Affitto locali		» 1.800,—
Personale		» 1.023,10
Abbonamento a riviste e giornali		» 80,80
Gite e conferenze		» 1.630,50
Stampa e cancelleria		» 1.557,90
Posta e francobolli		» 502,10
Spese per la 35^a riunione A.E.I.		» 1.060,—
Varie		» 637,10
Attivo al 31 dicembre 1930		» 4.112,20
Totale		L. 27.530,70

BILANCIO PREVENTIVO ANNO 1931.

Attivo:

Quote sociali:		
N. 25 quote soci collettivi a L. 240,—	L. 6.000,—	
» 1 quota socio collettivo a L. 180,—	» 180,—	
» 213 quote soci individuali a L. 75,—	» 15,975,—	
» 1 quota socio studente a L. 40,—	» 40,—	
		L. 22.195,—
Proventi varii		» 100,—
Attivo al 31 dicembre 1930		» 4.112,20
Totale		L. 26.407,20

Passivo:

Contributi alla Sede Centrale:		
N. 26 quote soci collettivi a L. 150,—	L. 3.900,—	
» 213 quote soci individuali a L. 50,—	» 10.650,—	
» 1 quota socio studente a L. 40,—	» 40,—	
		L. 14.590,—
Spese Sezione:		
Affitto locali		» 1.800,—
Personale		» 800,—
Abbonamenti a riviste e giornali		» 250,—
Gite e conferenze		» 2.000,—
Stampa e cancelleria		» 1.500,—
Posta e francobolli		» 600,—
Varie ed impreviste		» 600,—
Attivo al 31 dicembre 1931		» 4.267,20
Totale		L. 26.407,20

Il bilancio preventivo per l'anno 1931 esso è fatto sulla falsariga di quello del 1930, una lieve diminuzione dei soci speriamo venga colmata di forze nuove.

Speriamo ancora nella vostra approvazione, mi auguro di poter contare per l'avvenire sulla gentile correntezza di tutti onde la Sezione possa onorevolmente affrontare gli impegni assunti e possa intensificare quella forma di attività che più serve collegare in cordiale affiatamento la famiglia degli elettrotecnici di questa regione.

Il Presidente, constatato che nessuno interloquisce sul Bilancio presentato, ne chiede l'approvazione — che per alzata di mano — viene data ad unanimità.

Si passa quindi alla votazione per le cariche sociali vacanti; a proposta del Presidente l'assemblea nomina a scrutatori i soci:

Dott. Tommasini — Sig. Cauli.

Fatto lo spoglio delle schede risulta: schede presenti 54, di cui 4 vengono annullate per votazione non corrispondente a cariche vacanti; le altre 50 non presentano alcuna variazione nella lista proposta dal Consiglio Direttivo; restano pertanto eletti ad unanimità i seguenti Signori:

Consiglieri: Ing. Pedretti - Ing. Pippa.
Consiglieri Delegati: Cav. Prof. Carnera - Ing. Tomatis L. P.
Consiglieri Provinciali: Ing. Pedrotti - Ing. Perco - Ing. Ossoinack.
Revisori: Sig. Dick - Sig. Mattis - Sig. Navarra.

Venendo all'ultimo punto contenuto nell'ordine del giorno «Varie», il Presidente espone uno schema di programma dell'attività per il nuovo esercizio dicendosi dell'avviso di dare maggior sviluppo a visite tecniche e gite sociali, onde abbinare simpaticamente i due termini estetico e tecnico; all'uopo si ripromette di organizzare una visita alla nuova cabina elettrica di Opicina nel mese di marzo, una gita alle grotte di S. Canziano nel mese di aprile, ed una gita alle centrali dell'Isareo nel mese di giugno o luglio; nel frattempo curerà l'attività tecnico-scientifico con conferenze e comunicazioni tecniche atte ad avvisare l'interesse delle Riunioni mensili abituali.

Prende la parola l'Ing. Pippa che concordando col Presidente, mette in rilievo tutta l'opportunità e l'interesse delle gite sociali onde vedere, conoscere ed apprezzare i raggiungimenti della tecnica nazionale negli impianti elettrotecnici applicati anche alle più diverse industrie.

Il Presidente ringrazia i soci per l'appoggio ricevuto e spera che in seguito esso sarà sempre a confortarlo nella fatica annuale: dopo di che toglie la seduta alle ore 20.50.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE ADRIATICA (Via N. Fabrizi - Pescara).

22 Marzo. — TODESCO Dott. Prof. Giorgio: « La cellula fotoelettrica: sue applicazioni alla cinematografia sonora e nella televisione ». Seguirà l'Assemblea ordinaria dei soci.

SEZIONE DI MILANO (Via S. Paolo, 10).

13 Marzo - ore 21,15. — BANFI Ing. Alessandro: « La moderna tecnica radiofonica - Stato attuale della radiofonia in Italia ».

20 Marzo - ore 21,15. — CAVAZZUTI Ing. Pietro: « Apparecchi per la ripresa del film sonoro ».

SEZIONE DI NAPOLI (Via Chiaia, 216).

7 Marzo - ore 21,15. — LOMBARDI Ing. Prof. Gr. Uff. Luigi: « Giappone industriale ».

13 Marzo - ore 17 (presso la R. Scuole d'Ingegneria). — ELLER VAINICHER Ing. Luigi: « Moderni tipi di vetture tramviarie ».

27 Marzo - ore 17 (presso la R. Scuola d'Ingegneria). — MOTTI Ing. Francesco: « Cenni pratici sulle sottostazioni di trasformazione ».

SEZIONE DI ROMA (Via delle Coppelle, 35).

20 Marzo. — NERI Ing. Filippo: « Mezzi moderni per la registrazione di fenomeni transitori ».

27 Marzo. — PIAZZA Ing. M. Edoardo: « Recenti progressi nel campo della trazione elettrica ».

SEZIONE DI TORINO (Via XX Settembre, 36).

20 Marzo - ore 21. — MIGLIAU Ing. Dott. Elia: « Impianti italiani di propulsione elettrica navale ».

30 Marzo - ore 21. — PERI Ing. Guido: « L'elettrone e la elettricità pratica ».

Fatevi Soci vitalizi!

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.*

(I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 25 Marzo 1931 - ANNO IX N. 9

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

Resistenze di avviamento.

La realizzazione di volute condizioni di avviamento, nella trazione elettrica, richiede come è noto di studiare in ogni caso il proporzionamento di un complesso di elementi che va dalle tacche del controller alle batterie di resistenze. La soluzione di questo problema può essere effettuata con diversi metodi di calcolo. In un articolo riassuntivo A. CHIMIENTI ne confronta oggi fra loro quattro. Il confronto, svolto numericamente coll'applicazione ad un caso pratico, serve bene a illustrare le caratteristiche dei diversi metodi di calcolo e il modo di tracciare in base ad essi i diagrammi teorici di avviamento. Lo studio del Chimienti sull'equipaggiamento reostatico delle automotrici si ricollega opportunamente a quello del Verole (vedi *L'Elettrotecnica* del 5 gennaio 1930) sulle perdite di energia nelle resistenze di avviamento.

La trazione elettrica e il motore a combustione interna.

Di data relativamente recente, il problema della costruzione di automotrici o locomotori a combustione interna tende ad imporsi sempre maggiormente alla attenzione dei tecnici. Esso è stato intensamente studiato in questi ultimi anni dai costruttori di tutto il mondo; anche in Italia sono state realizzate soluzioni costruttive che costituiscono assai più di una semplice affermazione, sia per l'applicazione del motore Diesel che di quelli a benzina. Nel Congresso di Genova della A.E.I. la questione fu ampiamente trattata.

Oggi si può asserire che questo genere di trazione si presenta pieno di promettenti prospettive pel prossimo avvenire, come lo attestano le già numerose applicazioni esistenti in molti Paesi europei ed americani. I problemi tecnici connessi, non sono però nè semplici nè pochi: fra i più importanti, praticamente, vanno ricordati quelli della regolazione e della alimentazione dei servizi ausiliari.

Riuscirà perciò di attualità l'articolo di E. M. PIAZZA, che pubblichiamo in questo numero e che illustra appunto alcune interessanti soluzioni adottate da importanti Case costruttrici.

Nuove misure di radiofrequenze.

Il ciclo delle misure di frequenza, eseguite con altissima precisione, di cui l'Istituto di Livorno ha il merito principale in Italia, si è arricchito di una nuova serie di esperienze assai interessanti, delle quali è reso conto nel presente fascicolo. In meno di quattro anni dalla prima nota in argomento (1), che segna l'inizio di questo lavoro di pionieri, un cammino veramente notevole è stato compiuto. Anche questa volta l'occasione delle misure è venuta da un lusinghiero invito di collaborazione, rivolto all'Istituto italiano da un autorevole Ente straniero, il nuovo « Laboratoire National de Radioélectricité » a capo del quale è un illustre amico dell'Italia, il generale Ferriè, membro dell'Istituto di Francia, ben noto a tutti i radiotecnici. E i risultati ottenuti sono stati giudicati quanto di più eccezionalmente accurato si potesse desiderare, perchè misure correnti di radiofrequenze, anche non molto stabili, sono state compiute con approssimazioni dell'ordine di 1 su 10^5, segnandone la variazione nel tempo a intervalli brevissimi, mentre si è confermata la possibilità di misure assolute su frequenze stabili in posto con approssimazioni dell'ordine di 1 su 10^7.

LA REDAZIONE.

(1) *L'Elettrotecnica,* 15 luglio 1927, vol. 14, n. 20, pag. 445.

CONSIDERAZIONI SUI DIVERSI METODI DI CALCOLO DELLE RESISTENZE DI AVVIAMENTO PER MOTORI DI TRAZIONE

A. CHIMIENTI

L'A. espone quattro diversi procedimenti per predeterminare i valori delle resistenze da inserire sulle diverse posizioni di marcia reostatica nei motori di trazione, li confronta nei risultati e determina il peso e costo del corredo; traccia poi il diagramma di avviamento dell'equipaggiamento.

Le note che seguono riguardano più particolarmente l'equipaggiamento elettrico di automotrici tranviarie a corrente continua; possono però senz'altro estendersi anche ad equipaggiamenti di locomotori ed automotrici a carattere ferroviario.

1. - Dati di partenza.

Siano note:

le caratteristiche dell'equipaggiamento elettrico dell'automotrice (numero dei motori, loro connessioni, la tensione media di alimentazione, le curve caratteristiche, la resistenza ohmica complessiva a caldo di ciascun motore).

Siano fissate:

le modalità di avviamento desiderate (corrente massima e minima di avviamento).

Si vogliono determinare:

il numero di tacche del controller, necessarie per mantenere la corrente di avviamento entro i limiti prefissati;

il valore delle resistenze di avviamento per ciascuna tacca;

il tipo, numero, peso delle griglie occorrenti per il complesso delle resistenze di avviamento, nonchè il peso ed il costo del corredo stesso.

A complemento dello studio, si tracceranno per il tipo di avviamento così definito le curve della velocità, dello spazio e della corrente in funzione del tempo.

2. - Caso pratico.

Abbiasi un equipaggiamento con due motori di trazione a 500 V, 70 ampere, 40 HP orari cad., collegabili in serie ed in parallelo per mezzo del controller.

Sia nota la curva velocità-ampere, quella forza di trazione-ampere, la curva di magnetizzazione e la resistenza ohmica complessiva a caldo (0,607 ohm) di ciascun motore (vedi fig. 1).

Sia stabilito infine di voler effettuare l'avviamento con una corrente media di 100 ampere e con uno scarto del 10 % rispetto a questo valore, delle correnti massima e minima (avviamento fra 110 e 90 ampere).

3. - Tracciamento della curva della velocità per la connessione in serie dei motori.

Chiamando:

E la tensione di alimentazione;
r la resistenza ohmica complessiva di un motore;
i un valore della corrente che circola in un motore;
e la forza c. e. m. corrispondente;
v la velocità pure corrispondente alla corrente i;

abbiamo:

per la connessione in serie dei due motori:

$$\frac{1}{2} E = e_1 + r \cdot i \text{ da cui } e_1 = 0{,}5 \cdot E - r i$$

e per la connessione in parallelo dei motori:

$$E = e_2 + r \cdot i \text{ da cui } e_2 = E - r i.$$

Tenendo presente che per un certo valore della corrente la velocità del motore è proporzionale alla forza c. e. m., abbiamo:

$$\frac{e_1}{e_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{0{,}5\, E - r i}{E - r i}.$$

E' così possibile, per i diversi valori di i, essendo $E = 500$ volt, $r = 0{,}607$ ohm, e leggendo le v_2 corrispondenti alle varie i sulla curva della velocità, per i motori connessi in parallelo, calcolare i valori di v_1 e tracciare la curva velocità-ampere per la connessione in serie dei due motori (vedi fig. 3).

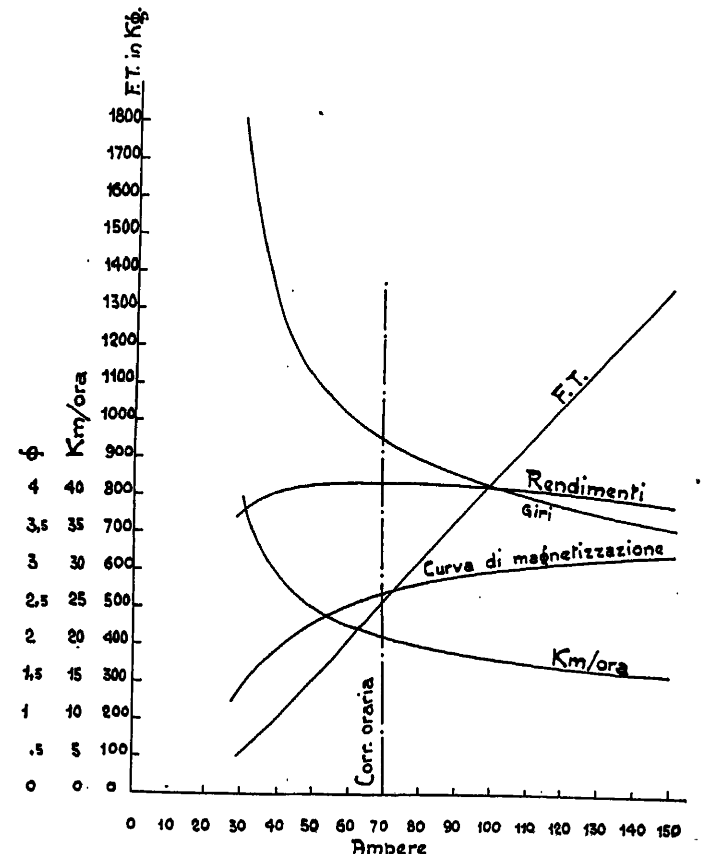


Fig. 1. — Motore di trazione da 40 HP orari, 500 volt, 70 ampere, 950 giri, rapporto di trasmissione degli ingranaggi 1 : 5,6 (costruzione Ansaldo, in servizio sull'A. T. M. di Torino) - Curve caratteristiche.

Così, per $i = 125$ ampere, abbiamo $v_2 = 16{,}65$ km/ora e perciò:

$$v_1 = 16{,}65 \times \frac{0{,}5 \times 500 - 0{,}607 \times 125}{500 - 0{,}607 \times 125} = 6{,}82 \text{ km/ora.}$$

4. - Calcolo delle resistenze di avviamento.

Il calcolo di queste resistenze può essere fatto con diversi metodi, tutti naturalmente fondati sullo stesso principio. Noi ne esporremo qui quattro: uno, che potremo chiamare analitico, suggerito dal Richey (1), un altro, *grafico*, suggerito dal Bragstad; un terzo che può chiamarsi *analitico-grafico*, ed infine un quarto, pure *analitico-grafico*.

a) *Primo metodo.*

Siano:

T_1 lo sforzo di trazione alla corrente massima di avviamento;
T_2 » » » » » » minima » »
I_1 la corrente massima di avviamento;
I_2 » » minima » »
E la tensione media di alimentazione;
r la resistenza complessiva a caldo di un motore;
$R_1 - R_2 \cdot R_3 \ldots R_n$ la resistenza totale su ciascuna tacca del controller (resistenza esterna più resistenza ohmica dei due motori) per la connessione di questi in serie;
$R_1' - R_2' - R_3' \ldots R_m'$ la resistenza totale su ciascuna tacca del controller (resistenza esterna più metà resistenza ohmica di un motore) per la connessione in parallelo dei motori;
$r_1 - r_2 - r_3 \ldots r_n$ la resistenza esterna su ciascuna tacca del controller per la connessione in serie dei motori;
$r_1' - r_2' - r_3' \ldots r_m'$ la resistenza esterna su ciascuna tacca del controller per la connessione in parallelo dei motori.

Partendo dalla velocità zero, con una corrente massima di avviamento I_1, avremo evidentemente:

$$R_1 = \frac{E}{I_1}$$

$$r_1 = R_1 - 2 \cdot r.$$

Per calcolare il valore di R_2 in corrispondenza della corrente I_1, ammettendo che il passaggio dal valore R_1 a quello R_2 avvenga istantaneamente, quindi a velocità costante, si deve tener conto del fatto che a causa del brusco cambiamento di corrente, si ha una variazione di flusso e quindi una f. e. m. indotta che provoca una riduzione di R_2. Questa f. e. m. indotta è a parità di velocità proporzionale al flusso, quindi abbiamo:

$$R_2 = \frac{E - \phi_1/\phi_2 \cdot (E - I_2 R_1)}{I_1}$$

e tenendo presenti le relazioni evidenti:

$$T_1 = K \phi_1 I_1 \qquad T_2 = K \phi_2 \cdot I_2$$

dove K è una costante, abbiamo:

$$\frac{\phi_1}{\phi_2} = \frac{T_1 \times I_2}{T_2 \times I_1} = b.$$

Quindi:

$$R_2 = \frac{E - b\ (E - I_2 R_1)}{I_1}$$

$$r_2 = R_2 - 2 r$$

Analogamente si ha:

$$R_3 = \frac{E - b\ (E - I_2 R_2)}{I_1}$$

$$r_3 = R_3 - 2 r$$

. . . .

e così via finchè non risulta:

$$R_n = 2 r.$$

Saranno allora da prevedersi $n - 1$ tacche di marcia coi motori in serie e con le resistenze incluse.

Naturalmente, qualora l'eguaglianza suddetta non si verificasse neppure approssimativamente, si dovrà ripetere il tentativo spostando convenientemente i limiti di I_1 ed I_2.

Per le tacche di marcia coi motori connessi in parallelo si avrà:

$$R_1' = \frac{E - b\left(\frac{E}{2} - I_2 r\right)}{2\ I_1}$$

$$r_1' = R_1' - \frac{r}{2}$$

$$R_2' = \frac{E - b\left(\frac{E}{2} - I_2 R_1'\right)}{2\ I_2}$$

$$r_2' = R_2' - \frac{r}{2}$$

e così di seguito finchè non risulta:

$$R_m' = \frac{r}{2}.$$

(1) Vedi: Richey: Electric Railway Handbook, seconda edizione (1924), pagg. 150-153.

Anche in questo caso le tacche di marcia coi motori in parallelo e con le resistenze incluse saranno $m - 1$ e qualora l'ultima eguaglianza non si verificasse, neppure approssimativamente, si dovranno modificare opportunamente i valori di I_1 ed I_2.

S'intende che l'eventuale nuova modifica nei valori di I_1 e di I_2 dovrà essere pure fatta per le posizioni di marcia a motori connessi in serie se, come è opportuno, non si vogliono avere due limiti differenti per ciascuna delle correnti I_1 ed I_2 nelle due connessioni.

$$R_1{}' = \frac{500 - 1{,}025 \times \left(\dfrac{500}{2} - 90 \times 0{,}607\right)}{2 \times 110} = \mathit{1{,}320\ ohm}$$

$$r_1{}' = 1{,}230 - \frac{0{,}607}{2} = \mathit{1{,}016\ ohm}$$

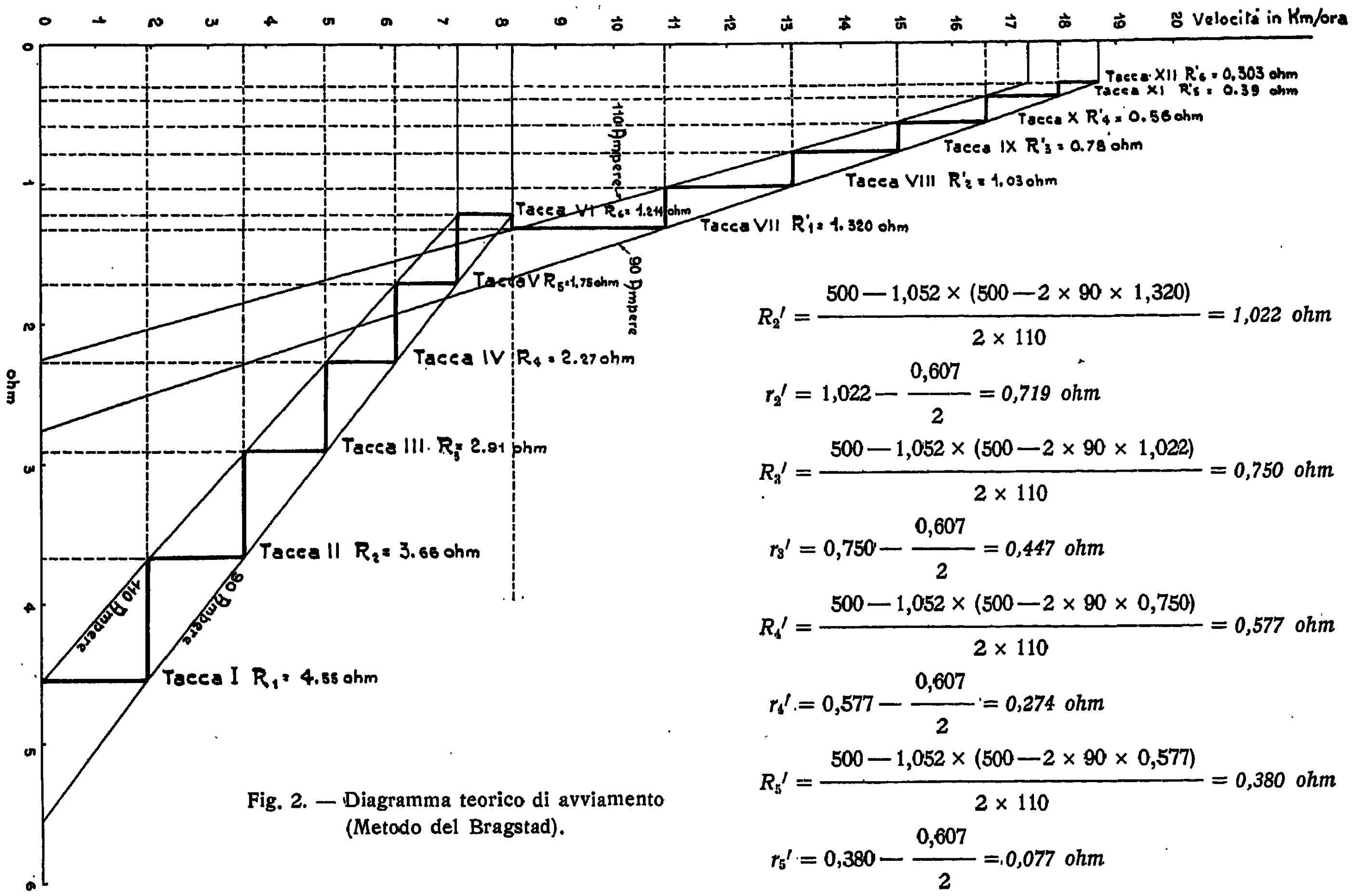


Fig. 2. — Diagramma teorico di avviamento (Metodo del Bragstad).

Nel caso in esame si ha (vedi fig. 1).

$I_1 = 110$ A $\quad I_2 = 90$ A $\quad T_1 = 920$ kg $\quad T_2 = 715$ kg, quindi:

$$b = \frac{920 \times 90}{715 \times 110} = \mathit{1{,}052}$$

$$R_1 = \frac{500}{110} = \mathit{4{,}550\ ohm}$$

$$r_1 = 4{,}550 - 2 \times 0{,}607 = \mathit{3{,}336\ ohm}$$

$$R_2 = \frac{500 - 1{,}052 \times (500 - 90 \times 4{,}550)}{110} = \mathit{3{,}680\ ohm}$$

$$r_2 = 3{,}680 - 1{,}214 = \mathit{2{,}466\ ohm}$$

$$R_3 = \frac{500 - 1{,}052 \times (500 - 90 \times 3{,}680)}{110} = \mathit{2{,}900\ ohm}$$

$$r_3 = 2{,}900 - 1{,}214 = \mathit{1{,}786\ ohm}$$

$$R_4 = \frac{500 - 1{,}052 \times (500 - 90 \times 2{,}900)}{110} = \mathit{2{,}270\ ohm}$$

$$r_4 = 2{,}270 - 1{,}214 = \mathit{1{,}056\ ohm}$$

$$R_5 = \frac{500 - 1{,}052 \times (500 - 90 \times 2{,}270)}{110} = \mathit{1{,}720\ ohm}$$

$$r_5 = 1{,}720 - 1{,}214 = \mathit{0{,}506\ ohm}$$

$$R_6 = \frac{500 - 1{,}052 \times (500 - 90 \times 1{,}720)}{110} = \mathit{1{,}230\ ohm}$$

ciò risulta $R_6 = 2r \sim$.

Occorrono quindi cinque tacche per la marcia coi motori connessi in serie con resistenze incluse, oltre a quella con resistenze escluse.

Analogamente abbiamo, per le posizioni di parallelo:

$$R_2{}' = \frac{500 - 1{,}052 \times (500 - 2 \times 90 \times 1{,}320)}{2 \times 110} = \mathit{1{,}022\ ohm}$$

$$r_2{}' = 1{,}022 - \frac{0{,}607}{2} = \mathit{0{,}719\ ohm}$$

$$R_3{}' = \frac{500 - 1{,}052 \times (500 - 2 \times 90 \times 1{,}022)}{2 \times 110} = \mathit{0{,}750\ ohm}$$

$$r_3{}' = 0{,}750 - \frac{0{,}607}{2} = \mathit{0{,}447\ ohm}$$

$$R_4{}' = \frac{500 - 1{,}052 \times (500 - 2 \times 90 \times 0{,}750)}{2 \times 110} = \mathit{0{,}577\ ohm}$$

$$r_4{}' = 0{,}577 - \frac{0{,}607}{2} = \mathit{0{,}274\ ohm}$$

$$R_5{}' = \frac{500 - 1{,}052 \times (500 - 2 \times 90 \times 0{,}577)}{2 \times 110} = \mathit{0{,}380\ ohm}$$

$$r_5{}' = 0{,}380 - \frac{0{,}607}{2} = \mathit{0{,}077\ ohm}$$

$$R_6{}' = \frac{500 - 1{,}052 \times (500 - 2 \times 90 \times 0{,}380)}{2 \times 110} = \mathit{0{,}224\ ohm}$$

Questo valore è inferiore a quello di $\frac{r}{2}$, il che ci dice che questa tacca di marcia non è ben sfruttata. Si potrebbe aumentare lo scarto fra i valori di I_1 ed I_2 al fine di eliminarla; ma allora assai probabilmente sarebbe mal sfruttata l'ultima posizione di marcia coi motori connessi in serie; restringendo invece lo scarto fra I_1 ed I_2, per meglio utilizzare l'ultima posizione di marcia coi motori connessi in parallelo, si avrebbe una corrente massima al passaggio sulla tacca «motori connessi in serie con resistenze escluse» sensibilmente maggiore della I_1 ammessa.

Tutto considerato, e tenuto presente anche il fatto che i valori di $r_1 \div r_5$, $r_1{}' \div r'_5$ dovranno essere ritoccati per realizzarli praticamente, accettiamo i valori trovati.

Riassumendo, abbiamo col metodo analitico di Richey i seguenti valori:

Motori connessi in serie	Motori connessi in parallelo	
$r_1 = 3{,}336$ ohm	$r_1{}' = 1{,}016$ ohm	
$r_2 = 2{,}446$ »	$r_2{}' = 0{,}719$ »	
$r_3 = 1{,}786$ »	$r_3{}' = 0{,}447$ »	(1)
$r_4 = 1{,}056$ »	$r_4{}' = 0{,}274$ »	
$r_5 = 0{,}506$ »	$r_5{}' = 0{,}077$ »	
$r_6 = 0{,}000$ »	$r_6{}' = 0{,}000$ »	

b) *Secondo metodo.*

Esponiamo ora il metodo del Bragstad: Se indichiamo, su di una tacca di marcia, con R la resistenza complessiva (resistenza esterna più resistenza interna dei motori), con E la tensione di linea con I la corrente, con e la forza c.e.m., abbiamo, come si sa:

$$E = e + RI$$

e tenedo presente che la velocità è per una certa corrente proporzio-

nale alla forza c.e.m., detto k il coefficiente di proporzionalità abbiamo

$$E = kv + RI \qquad (2)$$

Per un dato valore I della corrente, ed essendo k ed E costanti, l'equazione (2) è quella di una retta riferita a due assi cartesiani, rispetto alle variabili R e v.

valore della velocità alla corrente di 110 ampere (7,32 km/ora) in corrispondenza del valore $R = 2r = 1{,}214$ ohm; la seconda taglia l'asse delle ascisse al valore $R = \frac{500}{90} = 5{,}550$ ohm e l'orizzontale condotta dal valore della velocità alla corrente di 90 ampere (*8,25* km/ora) in corrispondenza del valore $R = 2r = 1{,}214$ ohm.

Tenendo presente che l'avviamento si verifica per fasi alternativamente a resistenza ohmica costante e a velocità costante, si può tracciare sulla figura il diagramma stesso, tenendo presente i due limiti rappresentati dalle due rette relative ai valori 110 e 90 ampere. I tratti verticali, prolungati fino all'asse delle ascisse, dànno i valori di R; i tratti orizzontali, prolungati fino all'asse delle ordinate, dànno i valori di v in corrispondenza di ogni tacca.

Naturalmente, può facilmente accadere che l'ultimo tratto orizzontale della spezzata di avviamento non corrisponda alla velocità di marcia sulla caratteristica che si ha alla corrente di avviamento massima ammessa; allora — sempre che lo scarto non sia piccolo, nel qual caso ci si accontenta del diagramma ottenuto — non c'è da fare altro che ripetere il tentativo con nuovi valori di I_1, ed I_2.

Ci siamo finora riferiti alle posizioni di marcia coi motori connessi in serie. Analogamente si procede per le posizioni di marcia coi motori connessi in parallelo.

In questo caso l'equazione (2) vale ancora, tenendo presente però

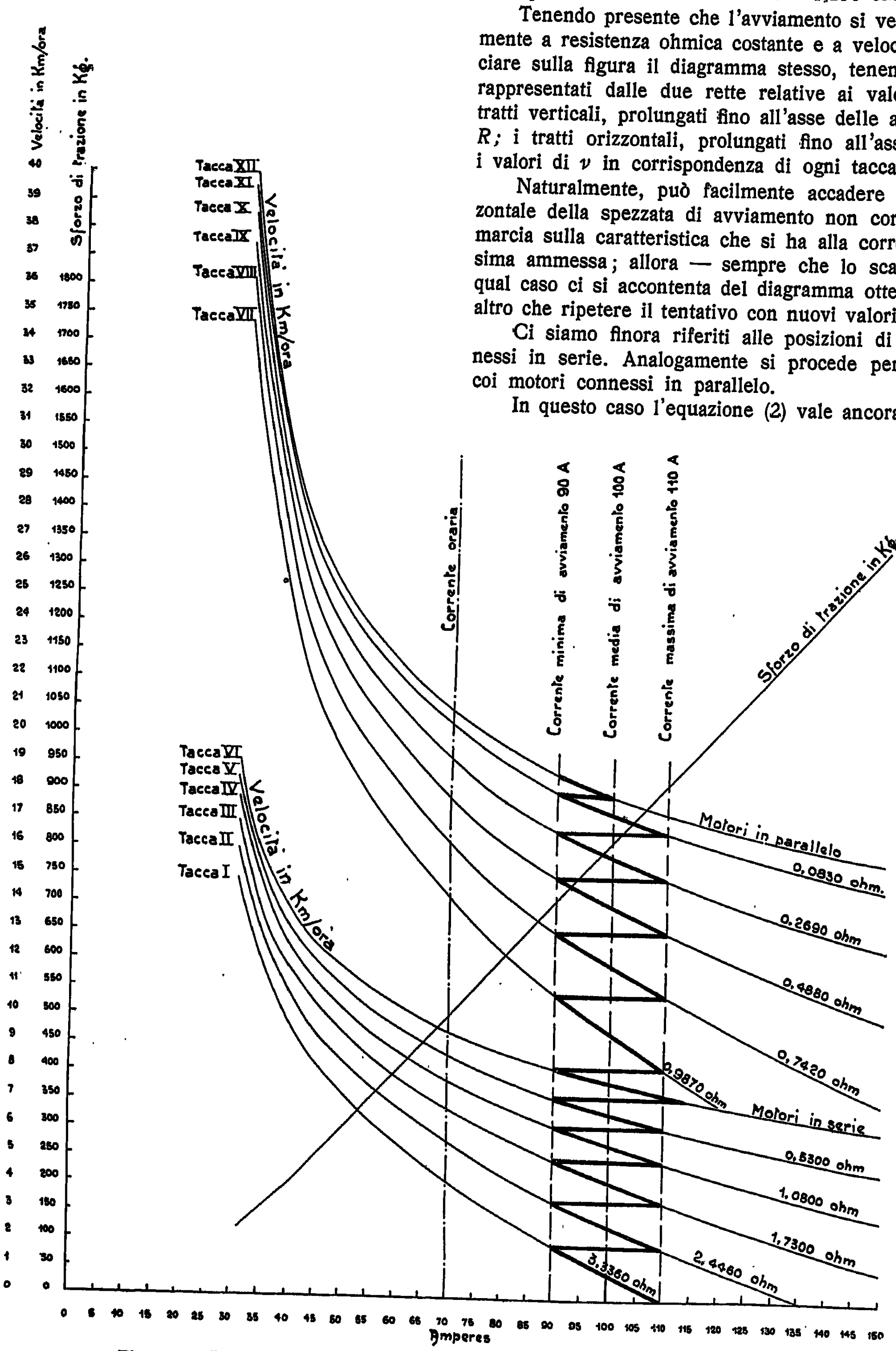


Fig. 3. — Diagramma teor. di avviamento - (1° Metodo analitico-grafico).

Per $v = o$, si ha il punto d'intersezione di questa retta con l'asse delle R:

$$R_0 = \frac{E}{I}$$

come è già del resto evidente; un altro punto della retta si ottiene tenendo presenti le coordinate del punto della curva velocità-ampere corrispondente alla corrente I considerata. La v in questo caso si legge sulla detta curva, e la R è — per il caso della connessione in serie dei motori — uguale a $2r$.

Nella fig. 2 sono riportate le due rette corrispondenti, per il caso in esame, alle correnti massime e minime di avviamento, cioè a 110 e a 90 ampere. La prima retta taglia l'asse delle ascisse in corrispondenza del valore $R = \frac{500}{110} = 4{,}550$ ohm e l'orizzontale condotta dal

che per $I = 110\,A$ e per $v = O$ si ha $R = \frac{500}{2 \times I\ 10} = 2{,}27$ ohm e che alla corrispondente velocità di marcia (17,40 km/ora) si ha $R = \frac{r}{2} = 0{,}303$ *ohm*; così pure per $I = 90\,A$ e per $v = o$ si ha $R = \frac{500}{2 \times 110} = 2{,}78$ *ohm* e in corrispondenza della velocità di marcia (*18,25*) km/ora) si ha $R = \frac{r}{2} = 0{,}303$ *ohm*.

Il procedimento grafico è indentico al precedente, come si vede dalla fig. 2.

Notiamo che anche con questo metodo troviamo che l'ultima tacca di marcia per motori connessi in parallelo con resistenze incluse è

mal sfruttata; ma riteniamo non sia il caso di rifare il diagramma sulla base di nuovi valori di I_1 ed I_2.

I valori di $R_1 \div R_6$ e di $R_1' \div R_6'$ risultano:

R_1 = 4,550 ohm	R_2 = 3,660 ohm	R_3 = 2,910 ohm
R_4 = 2,270 »	R_5 = 1,750 »	R_6 = 1,214 »
R_1 = 1,320 »	R_2' = 1,030 »	R_3' = 0,780 »
R_4' = 0,560 »	R_5' = 0,390 »	R_6' = 0,303 »

Quindi, tenendo presente che $r_i = R_i - \dfrac{r}{2}$, abbiamo:

Motori connessi in serie	Motori connessi in parallelo	
r_1 = 3,660 ohm	r_1' = 1,017 ohm	
r_2 = 2,446 »	r_2' = 0,727 »	
r_3 = 1,696 »	r_3' = 0,477 »	
r_4 = 1,056 »	r_4' = 0,277 »	(3)
r_5 = 0,536 »	r_5' = 0,087 »	
r_6 = 0,000 »	r_6' = 0,000 »	

c) *Terzo metodo.*

Il calcolo delle resistenze per le singole tacche può anche farsi nel seguente modo (vedi fig. 3):

Prima tacca. — Partendo dalla velocità zero, onde avere lo spunto con la corrente di avviamento massima stabilita (110 ampere), occorre inserire una resistenza r_1 data dalla relazione:

$$500 = 110 \times (2 \times 0{,}607 + r_1)$$

da cui:

$$r_1 = 3{,}336 \ ohm.$$

Per ricavare la velocità su questa tacca in corrispondenza di un certo valore I della corrente, si ricorre all'espressione evidente:

$$v_1 = v_2 \times \frac{500 - (1{,}214 + 3{,}336) \times I}{500 - 1{,}214 \times I}.$$

Così ad es., per $I = 90$ A abbiamo:

$$v_1 = 8{,}25 \times \frac{500 - 4{,}55 \times 90}{500 - 1{,}214 \times 90} = 1{,}90 \text{ km/ora.}$$

Scegliendo per I altri valori si è tracciata la curva di marcia *I*.

Seconda tacca. — Per contenere sulla seconda tacca la corrente a 110 ampere occorre prevedere una resistenza data dalla relazione: (2)

$$\frac{v_1}{v_3} = \frac{500 - (1{,}214 + r_2) \times 110}{500 - 1{,}214 \times 110}$$

da cui $r_2 = 2{,}466 \ ohm.$

La curva di marcia II si è tracciata come precedentemente.

Terza tacca. — Per contenere su questa tacca la corrente a 110 ampere, occorre prevedere una resistenza data dalla relazione solita:

$$\frac{3{,}52}{7{,}32} = \frac{500 - (1{,}214 + r_3) \times 110}{366{,}5}$$

da cui $r_3 = 1{,}730 \ ohm.$

Si è così tracciata la curva di marcia III.

Quarta tacca. — Per il valore di r_4 abbiamo:

$$\frac{4{,}94}{7{,}32} = \frac{500 - (1{,}214 + r_4) \times 110}{366{,}5}$$

da cui $r_4 = 1{,}080 \ ohm.$

Possiamo quindi tracciare la curva di marcia IV.

Quinta tacca. — Ricaviamo il valore di r_5 dalla relazione:

$$\frac{6{,}16}{7{,}32} = \frac{500 - (1{,}214 + r_5) \times 110}{366{,}5}$$

da cui $r_5 = 0{,}530 \ ohm.$

Abbiamo tracciato così la curva di marcia V.

Passando alla tacca successiva, si marcia con i motori connessi in serie con resistenze escluse, con una corrente massima di 113 A.

Il leggero scarto rispetto al valore massimo prefissato è senz'altro ammissibile, specialmente in vista del fatto che i valori delle resistenze dovranno — come vedremo — essere ritoccati.

Sesta tacca. — Sulla tacca «motori in serie con resistenze escluse» si marcia fino a raggiungere la corrente limite inferiore di 90 ampere, cioè fino a raggiungere la velocità di 8,25 km/ora. Si passa allora alla:

Settima tacca. — Il valore della resistenza da inserire su questa tacca è data dalla relazione:

$$\frac{8{,}25}{17{,}40} = \frac{500 - (0{,}607 + 2\,r_1') \times 110}{500 - 0{,}607 \times 110}$$

da cui $r_1' = 1{,}037 \ ohm.$

La velocità su questa tacca, per $I = 90$ ampere, è:

$$v_1 = 18{,}70 \times \frac{500 - (0{,}607 + 2 \times 1{,}037) \times 90}{500 - 0{,}607 \times 90} = 10{,}85 \text{ km/ora.}$$

Scegliendo per I altri valori si è tracciata la curva per la tacca di marcia VII.

Ottava tacca. — Per contenere la corrente a 110 ampere per motore occorre prevedere una resistenza risultante dalla relazione:

$$\frac{10{,}85}{17{,}40} = \frac{500 - (0{,}607 + 2\,r_2') \times 110}{433}$$

da cui $r_2' = 0{,}742 \ ohm.$

Nona tacca. — Per questa tacca il valore di r_3' è dato dalla relazione:

$$\frac{13{,}10}{17{,}40} = \frac{500 - (0{,}607 + 2\,r_3') \times 110}{433}$$

da cui $r_3' = 0{,}488 \ ohm.$

Decima tacca. — Il valore di r_4' è ottenuto dalla solita relazione:

$$\frac{15{,}03}{17{,}40} = \frac{500 - (0{,}607 + 2\,r_4') \times 110}{433}$$

da cui $r_4' = 0{,}269 \ ohm.$

Undicesima tacca. — Ricaviamo il valore di r_5' dall'espressione:

$$\frac{16{,}68}{17{,}40} = \frac{500 - (0{,}607 + 2\,r_5') \times 110}{433}$$

da cui $r_5' = 0{,}083 \ ohm.$

Col solito procedimento si sono tracciate le curve di marcia VIII, IX, X, XI.

Passando da questa ultima tacca alla successiva (motori in parallelo con resistenze escluse), si assorbe una corrente sensibilmente minore della massima (100 ampere invece di 110 ampere). La cosa ci era già nota perchè emersa dai calcoli eseguiti coi due metodi precedenti.

Riepilogando, i valori di $r_1 \div r_6$ ed $r_1' \div r_6'$ ottenuti con questo metodo sono:

---

(2) E' facile dimostrare l'indentità della formula ora scritta con quella del Richey. Abbiamo infatti:

$$\frac{v_1}{v_3} = \frac{E - R_2 \times I_1}{E - 2\,r \times I_1} \ (a).$$

Sappiamo d'altro lato che:

$$e = E - R\,I = k \cdot \phi \cdot v,$$

quindi:

$$v_1 = \frac{E - R_1 \times I_2}{k\,\phi_2} \qquad v_3 = \frac{E - 2\,r \times I_1}{k\,\phi_1}$$

e tenendo presente la (*a*):

$$\frac{E - R_1 \times I_2}{k\,\phi_2} = \frac{E - 2\,r \times I_1}{k\,\phi_1} \times \frac{E - R_2 \times I_1}{E - 2\,r \times I_1};$$

semplificando:

$$\frac{E - R_1 \times I_2}{\phi_2} = \frac{E - R_2 \times I_1}{\phi_1}$$

da cui:

$$R_2 = \frac{E - \dfrac{\phi_1}{\phi_2}\,(E - R_1\,I_2)}{I_1}$$

Sostituendo a $\dfrac{\phi_1}{\phi_2}$ il valore *b*, come si è giustificato parlando del metodo del Richey, si trova dimostrato quanto propostoci.

Motori connessi in serie	Motori connessi in parallelo	
$r_1 = 3{,}336$ ohm	$r_1' = 0{,}987$ ohm	
$r_2 = 2{,}446$ »	$r_2' = 0{,}742$ »	
$r_3 = 1{,}730$ »	$r_3' = 0{,}488$ »	(4)
$r_4 = 1{,}080$ »	$r_4' = 0{,}269$ »	
$r_5 = 0{,}530$ »	$r_5' = 0{,}083$ »	
$r_6 = 0{,}000$ »	$r_6' = 0{,}000$ »	

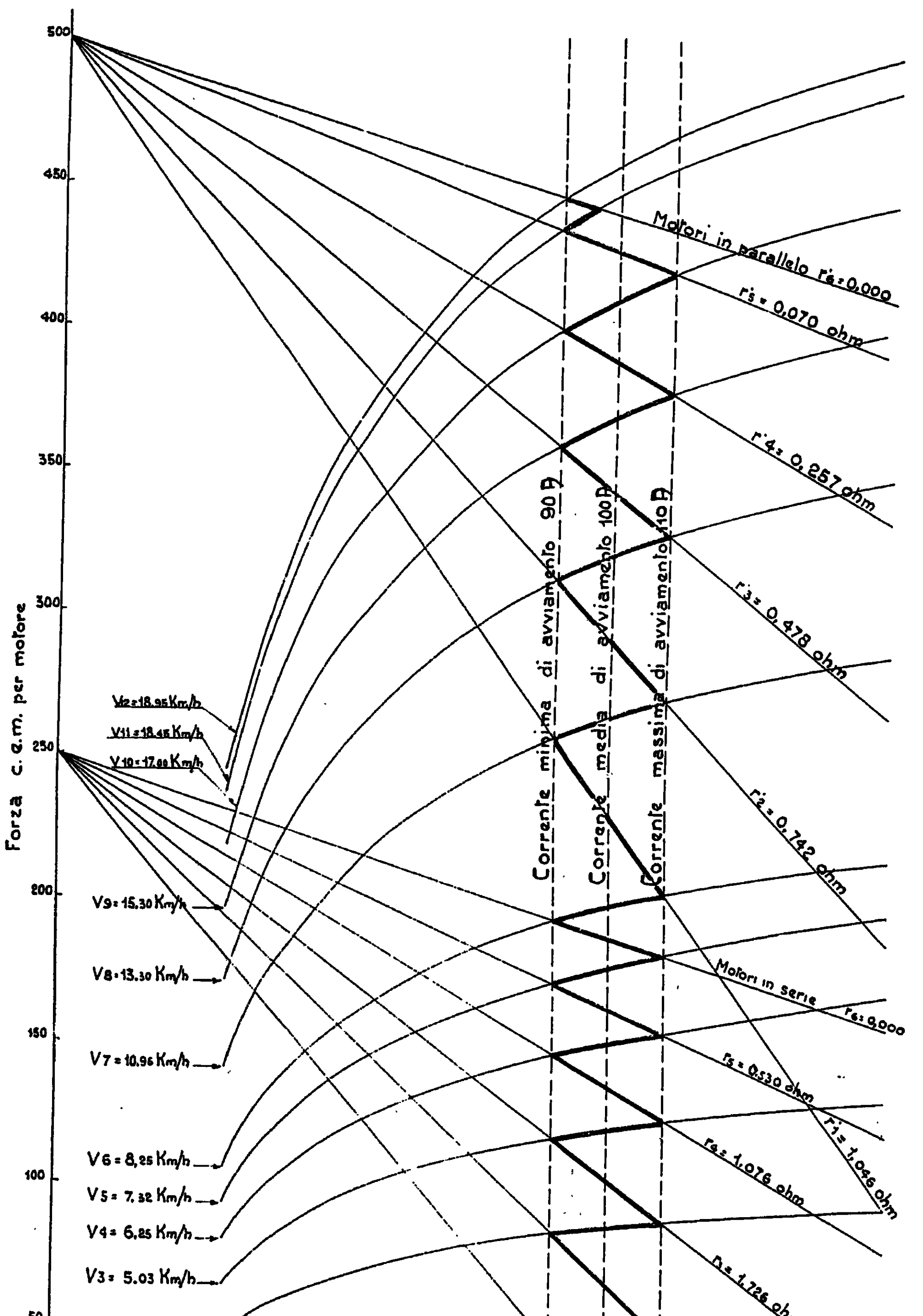


Fig. 4. — Diagramma teor. di avviamento - (2° Metodo analitico-grafico).

d) *Quarto metodo.*

Abbiamo visto che l'avviamento reostatico si effettua a tratti alternativamente a resistenza ohmica costante e a velocità costante.

Riferendoci a due assi cartesiani, per i quali le ascisse rappresentano la corrente e le ordinate la forza c. e. m. sviluppata da ciascun motore, i tratti a resistenza costante risultano delle rette le quali tagliano l'asse delle ordinate costantemente in corrispondenza di metà tensione (250 volt) o della piena tensione (500 volt) per il collegamento dei due motori in serie ed in parallelo. Per il tracciamento delle curve a velocità costante, rammentiamo la relazione fra velocità e forza c. e. m. Detti: e la forza c. e. m., N il numero delle spire del motore, n il numero di giri al 1', p il numero delle coppie di poli, ϕ il flusso in milioni di linee, abbiamo:

$$e = \frac{2 \cdot N \cdot n \cdot p \cdot \phi}{6000}.$$

Nel nostro caso abbiamo: $N = 270$, $p = 2$; quindi:

$$e = \frac{2 \times 270 \times 2 \times n \times \phi}{6000} = 0{,}18\ n\phi \qquad (5)$$

Sostituendo alla velocità in giri al 1' quella in km/ora, tenendo presente che per il rapporto di trasmissione e per il diametro delle ruote di corsa previsti si ha fra le due velocità la relazione $n = 45{,}2 \times v$, abbiamo:

$$e = 0{,}18 \times 45{,}2 \times v \times \phi = 8{,}15 \times v \times \phi.$$

Per una certa v costante, la forza c. e. m. corrispondente ad una certa corrente risulta direttamente proporzionale al flusso.

Occorre quindi conoscere la curva di magnetizzazione del motore, e nella fig. 1, l'abbiamo appunto riportata.

Ciò posto, vediamo come si fissano i valori delle resistenze di avviamento per le varie tacche (fig. 4).

Cominciamo a tracciare le due rette corrispondenti alla marcia a resistenze escluse per i motori connessi in serie ed in parallelo. La prima retta partirà dall'asse delle E in corrispondenza di 250 volt, il punto di questa per la corrente di 150 A avrà l'ordinata data dalla relazione:

$$e = 250 - 0{,}607 \times 150 = 159 \text{ volt.}$$

(Per la verifica, dalla (5), abbiamo:

$$v = \frac{e}{8{,}15 \times \phi} = \frac{159}{8{,}15 \times 3{,}2} = 6{,}12 \text{ km/ora,}$$

coincidente con la velocità risultante in fig. 3).

La seconda retta partirà dall'asse delle E in corrispondenza di 500 volt, ed il punto di questa per la corrente di 150 A avrà l'ordinata data dalla relazione:

$$e = 500 - 0{,}607 \times 150 = 409 \text{ volt.}$$

Prima tacca. — Per spuntare con una corrente massima di 110 A, la resistenza da inserire è, come si è visto coi precedenti metodi, di $r_1 = 3{,}336$ ohm. Tracciamo sul diagramma la retta corrispondente a $3{,}336 + 1{,}214 = 4{,}55$ ohm, la quale, come è evidente, taglierà l'asse delle ascisse in corrispondenza di $i = 110$ ampere.

Seconda tacca. — Per calcolare la resistenza da inserire sulla seconda tacca, tracciamo la curva della forza c. e. m. ricorrendo alla (5). Essa ci dice intanto che la curva si riferisce alla velocità di:

$$v_1 = \frac{e}{8{,}15\phi} = \frac{45{,}5}{8{,}15 \times 2{,}875} = 1{,}94 \text{ km/ora.}$$

E' pure evidente che per contenere sulla seconda tacca la corrente a 110 A, si deve inserire una resistenza la cui retta rappresentativa nel diagramma passa per l'intersezione della curva della f. c. e. m. ora tracciata con la verticale dei 110 A.

La retta incontra l'asse delle ascisse al valore di $i = 136$ A, quindi il valore di r_2 è individuato dalla relazione:

$$500 = (1{,}214 + r_2) \times 136 \text{ da cui } r_2 = 2{,}466 \text{ ohm.}$$

Terza tacca. — Tracciamo la curva della f. c. e. m. passante per il punto d'intersezione della retta corrispondente ad r_2 con la verticale per $i = 90$ A. Essa curva corrisponde alla velocità di:

$$v_2 = \frac{84,5}{8,15 \times 2,875} = \frac{84,5}{23,45} = 3,6 \text{ km/ora.}$$

Tracciata la curva della forza c. e. m., si fa passare la retta rappresentativa della resistenza complessiva sulla terza tacca per l'intersezione della curva con la verticale per 110 A.

Il valore della resisenza r_3 si calcola ricorrendo alla relazione:

$$500 = 2 \times 88,6 - (1,214 + r_3) \times 110 \text{ da cui } r_3 = 1,726 \text{ ohm.}$$

Quarta tacca. — Si traccia la curva della f. c. e. m. passante per il punto d'intersezione della retta corrispondente ad r_3 con la verticale dei 90 A. La velocità cui corrisponde la curva è:

$$v_3 = \frac{118}{23,45} = 5,03 \text{ km/ora.}$$

Per l'incontro della curva con la verticale dei 110 A si fa passare la retta della r_4, il cui valore è dato dalla solita relazione:

$$500 = 2 \times 124 - (1,214 + r_4) \times 110 \text{ da cui } r_4 = 1,076 \text{ ohm.}$$

Quinta tacca. — Tracciamo la curva della f.c. e. m. passante per il punto di intersezione della r_4 con la verticale dei 90 A, e ricaviamo la velocità corrispondente alla curva:

$$v_4 = \frac{146,5}{23,45} = 6,25 \text{ km/ora.}$$

Si fa passare la retta della r_5 per l'incontro della curva con la verticale dei 110 A, e si calcola r_5 con la relazione:

$$500 = 2 \times 154 - (1,214 + r_5) \times 110 \text{ da cui } r_5 = 0,530 \text{ ohm.}$$

Sesta tacca. — La curva della f. c. e. m. passante per il punto d'intersezione della r_5 con la verticale dei 90 A, e che corrisponde alla velocità:

$$v_5 = \frac{171,5}{23,45} = 7,32 \text{ km/ora}$$

taglia la verticale dei 110 A approssimativamente nel punto di intersezione con questa della retta corrispondente alla marcia dei motori in serie con resistenze escluse, il che ci conferma quanto già trovato con gli altri metodi.

Settima tacca. — Col passaggio a questa tacca, i motori sono connessi in parallelo. Tracciamo la curva della f. c. e. m. passante per il punto di intersezione della r_6 con la verticale dei 90 A, e ricordiamo che questa curva corrisponde alla velocità di *8,25* km/ora.

Facciamo passare la retta della r_7 per l'incontro della curva con la verticale dei 110 A, e calcoliamo r_7 con la relazione:

$$500 = 202,5 - (0,607 + 2\,r_7) \times 110, \text{ da cui } r_7 = 1,046 \text{ ohm.}$$

Ottava tacca. — Tracciata la curva della f. c. e. m. rispondente alla solita condizione, e ricavato il valore di v_7:

$$v_7 = \frac{257}{23,45} = 10,96 \text{ km/ora;}$$

si fa passare la retta r_9 per il punto d'intersezione della curva con la verticale dei 110 A; il valore di r_8 è dato da:

$$500 = 270 - (0,607 + 2\,r_8) \times 110 \text{ da cui } r_8 = 0,742 \text{ ohm.}$$

Nona tacca. — Tracciamo la curva della f. c. e. m. come al solito, ricaviamo la velocità v_8 cui è riferita:

$$v_8 = \frac{312}{23,45} = 13,30 \text{ km/ora;}$$

e facciamo passare la r_9 per il punto d'incontro della curva della f. c. e. m. con la verticale dei 110 A, determinando il valore di r_9 con la relazione:

$$500 = 328 - (0,607 + 2\,r_9) \times 110 \text{ da cui } r_9 = 0,478 \text{ ohm,}$$

Decima tacca. — Si traccia col solito procedimento la curva della f. c. e. m. si calcola il valore di v_9 e si calcola il valore della r_{10} passante per l'incontro della curva con la verticale dei 110 A:

$$v_9 = \frac{358,5}{23,45} = 15,30 \text{ km/ora;}$$

$$500 = 377 - (0,607 + 2\,r_{10}) \times 110 \text{ da cui } r_{10} = 0,257 \text{ ohm.}$$

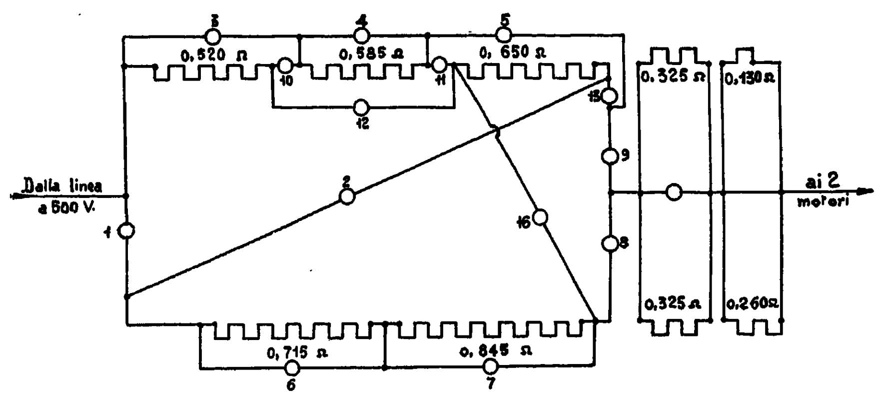
Undicesima tacca. — Tracciata la curva della f. c. e. m., calcoliamo il valore di v_{10}, e di r_{11} la cui retta passa per l'incontro della curva con la verticale dei 110 A:

$$v_{10} = \frac{399}{23,45} = 17 \text{ km/ora;}$$

$$500 = 418,5 - (0,607 + 2\,r_{11}) \times 110 \text{ da cui } r_{11} = 0,07 \text{ ohm.}$$

Dodicesima tacca. — Si traccia la curva della f. c. e. m. come al solito; essa taglia la r_{12} in corrispondenza di 96,5 A; si vede cioè che, come già sapevamo, la dodicesima tacca è poco sfruttata.

Per completezza, abbiamo tracciato le curve della f. c. e. m. passanti rispettivamente per l'intersezione con la verticale dei 90 A delle due rette r_{11} ed r_{12}.



Contatto / Tacche di marcia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Resistenza inserita: Valore assoluto	Resistenza inserita: Percentuale
Tacca I		O						O		O	O			O	O		3,316 ohm	100 %
» II		O					O	O		O	O			O	O		2,470 »	74,5 %
» III		O				O	O	O		O	O			O	O		1,755 »	53 %
» IV		O			O	O	O	O		O	O			O	O		1,150 »	34,7 %
» V		O		O	O	O	O	O		O	O			O	O		0,520 »	15,7 %
» VI		O	O	O	O	O	O	O		O	O			O	O		0,000 »	—
» VII	O							O	O	O	O		O		O		0,987 »	29,8 %
» VIII	O				O				O	O			O	O	O	O	0,736 »	22,2 %
» IX		O	O		O			O	O			O		O	O		0,482 »	14,5 %
» X			O		O			O	O			O		O	O	O	0,275 »	8,3 %
» XI			O	O	O				O					O			0,0866 »	2,6 %
» XII			O	O	O				O					O	O		0,000 »	—

O Significa chiuso

Fig. 5. — Schema delle connessioni delle resistenze e tabella della successione dei contatti.

Riassumendo, i valori di $r_1 \div r_6$, $r_1' \div r_6'$ risultanti con questo metodo sono:

$$\begin{array}{ll} r_1 = 3,336 \text{ ohm} & r_1' = 1,046 \text{ ohm} \\ r_2 = 2,466 \text{ »} & r_2' = 0,742 \text{ »} \\ r_3 = 1,726 \text{ »} & r_3' = 0,478 \text{ »} \\ r_4 = 1,076 \text{ »} & r_4' = 0,257 \text{ »} \\ r_5 = 0,530 \text{ »} & r_5' = 0,070 \text{ »} \\ r_6 = 0,000 \text{ »} & r_6' = 0,000 \text{ »} \end{array} \qquad (6)$$

5. - Formazione del corredo di resistenze.

Dopo aver determinato i valori di $r_1 \div r_5$ ed $r_1' \div r_5'$ con i quattro metodi, vediamo come si debbono modificare questi valori in relazione alla resistenza unitaria delle griglie del commercio e ai loro possibili collegamenti.

Adottando elementi in ghisa galvanizzata della Ditta Bezzi, aventi una resistenza ohmica di 0,065 e dimensionati per una corrente di avviamento intorno ai 100 ampere, abbiamo:

Tacche	Valori determinati coi metodi				Numero di griglie impiegate	Valore effettivo ohm
	I ohm	II ohm	III ohm	IV ohm		
I	3,336	3,336	3,336	3,336	51	3,315
II	2,446	2,466	2,446	2,466	38	2,470
III	1,730	1,786	1,696	1,726	27	1,755
IV	1,080	1,056	1,056	1,076	17	1,105
V	0,530	0,506	0,536	0,530	8	0,520 (a)
VI	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000
VII	1,037	1,016	1,017	1,046	61 (b)	0,987
VIII	0,742	0,719	0,727	0,742	51 (c)	0,736
IX	0,488	0,447	0,477	0,478	51 (d)	0,482
X	0,269	0,274	0,277	0,257	17 (e)	0,275
XI	0,083	0,077	0,087	0,070	6 (f)	0,086
XII	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000

(a) Questo valore consente di diminuire lo scarto di corr. massima al passaggio alla tacca VI (v. fig. 3).

(b) Di cui 51 utilizzando le griglie previste per la tacca I, ponendole in due gruppi di 27 e 24 in parallelo (res. ohmica tot. 0,8255) e 10 aggiunte e poste in due gruppi di 5 in parallelo (res. ohmica tot. 0,1615).

(c) Dividendo le 51 griglie di cui sopra in due gruppi di 34 e 17 in parallelo.

(d) Dividendo le 51 griglie di cui sopra in due gruppi di 42 e 9 in parallelo.

(e) Utilizzando le 17 griglie previste per la tacca IV in 2 gruppi di 9 ed 8 in parallelo (questa suddivisione esiste già per ottenere le 8 griglie necessarie per la posizione di marcia V).

(f) Ottenuta con 6 griglie aggiunte alle 61 già previste, disposte in 2 gruppi di 2 e 4 in parallelo.

Le diverse connessioni fra le resistenze, secondo quanto sopra esposto, sono graficamente realizzate nello schema (fig. 5) e nella tabella della successione dei contatti annessa alla figura stessa.

Sulla base dei valori pratici delle resistenze $r_1 \div r_5$ $r_1' \div r_5'$ abbiamo tracciato nella fig. 6 le curve di marcia e ridisegnato il diagramma di avviamento, dal quale si possono osservare gli scarti di corrente rispetto ai limiti teoricamente fissati.

Come si rileva dalla fig. 5, vi sono alcune griglie che, per pochi secondi, sopportano una corrente abbastanza elevata; così ad es., sulla ottava tacca, essendo le griglie poste in due gruppi di 34 e 17, la corrente media sopportata dalle 17 sarà di:

$$200 \times \frac{34}{51} = 133 \text{ ampere ca.}$$

Sulla nona tacca, essendo le griglie poste in due gruppi di 42 e 9, la corrente media sopportata dalle 9 griglie sarà di:

$$20 \times \frac{42}{51} = 164{,}5 \text{ ampere.}$$

Questi valori son ben ammissibili per le griglie scelte, dato che si accettano correnti di breve durata fino a 8-10 ampere per mm², e che la sezione delle griglie è di 20 mm² (correnti massime istantanee ammissibili 160-200 A).

6. - Determinazione del peso e del costo del corredo.

Il fabbisogno per il corredo può approssimativamente ritenersi il seguente:

	Peso Kg.	Prezzo L.
N. 67 griglie da kg 0,410, a L. 3 cad.	27,50	201,—
» 4 testate in ghisa malleabile, da kg 4,5 a L. 6/kg.	18,—	108,—
» 30 morseti in bronzo, kg 0,15 a L. 1,75 . .	4,50	52,50
Lamiera di ferro per copertura cassette . . .	6,—	9,—
Ferro trafilato	6,—	9,—
Tubo di amianto bakelizzato	0,70	28,—
80 ranelle amianto bakelizzato	0,30	32,—
4 molle di acciaio	0,20	10,—
Viti varie	3,30	26,—
Totale . . . kg.	66,50	L. 475,50
Mano d'opera (comprese le Spese generali)		» 350,—
		L. 825,50

Circa cioè L. 825,—

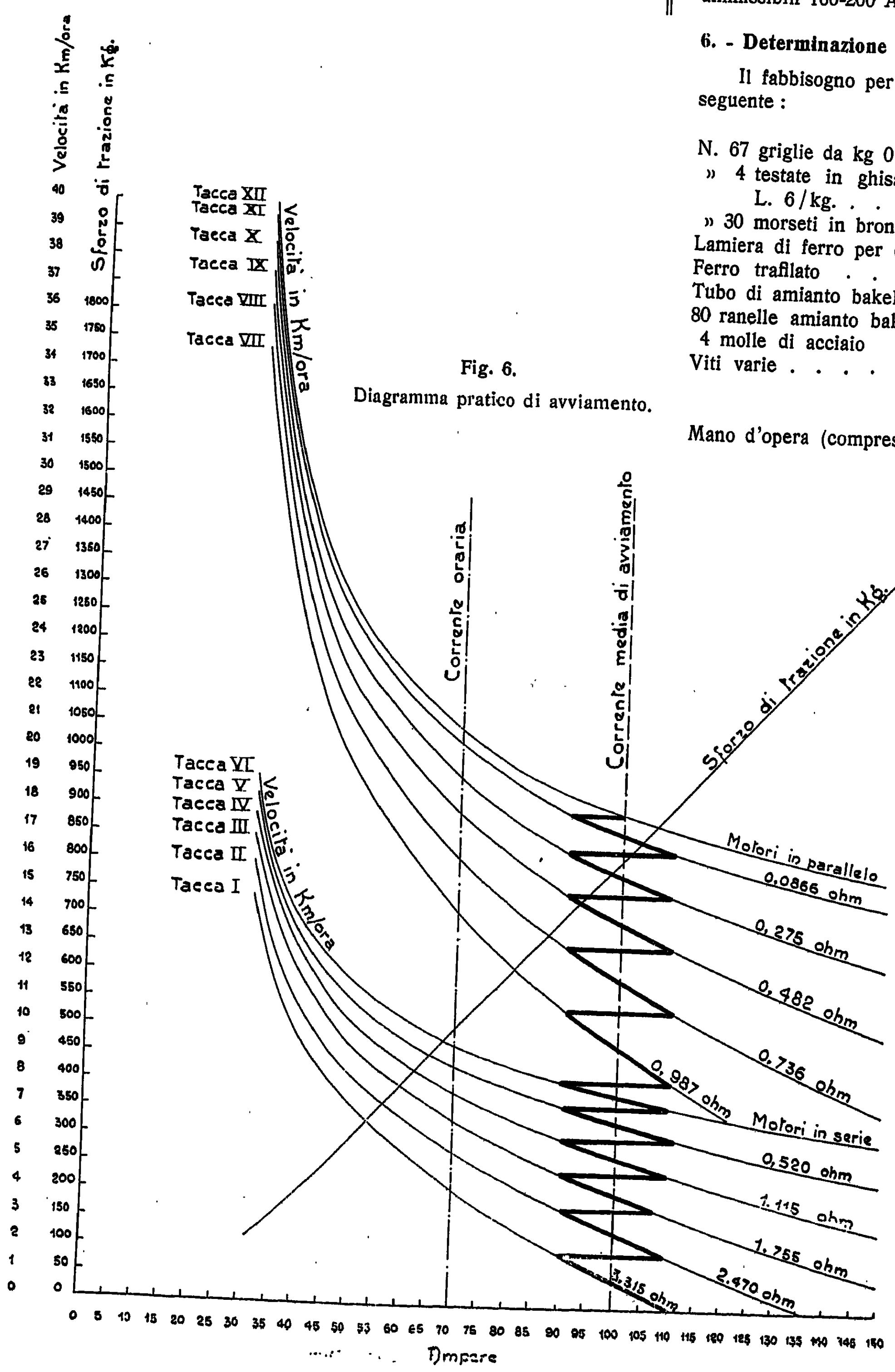


Fig. 6.
Diagramma pratico di avviamento.

7. - Diagrammi di avviamento [3].

Vediamo adesso quali sono i diagrammi di avviamento per l'equipaggiamento considerato, supponendolo montato su di una vettura automotrice a due assi del peso a carico di 14 tonn., rimorchiante una vettura pesante a carico 10 tonn. (Peso totale del convoglio 24 tonn.).

Per semplicità di analisi, riteniamo che il profilo della linea sulla quale circola l'automotrice sia ad uniforme pendenza, ad es., del 10 per mille.

La forza di trazione disponibile per l'accelerazione è data in ogni istante dalla differenza fra la forza di trazione sviluppata dai due motori e la forza resistente.

La forza resistente è costituita da due parti: una indipendente dalla velocità, e dipendente invece dal profilo della linea; l'altra in parte indipendente dalla velocità ed in parte proporzionale all'area trasversale della motrice e al quadrato della velocità.

Il valore della prima parte, avendo supposto che il profilo della linea sia in uniforme pendenza del 10 per mille e trascurando la resistenza supplementare per il moto in curva, è come è noto dato in kg/tonn. dallo stesso numero che misura la pendenza per mille; in questo caso

(3) Per più dettagliate notizie su questo argomento, rimandiamo all'esauriente trattazione dell'Ing. P. Verole, contenuta nel n. 1, anno 1930, della Rivista.

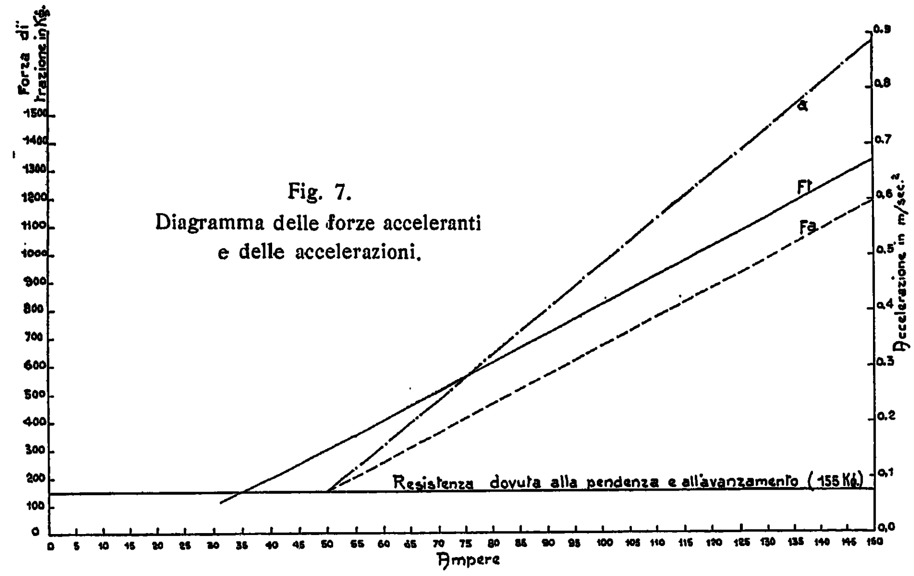


Fig. 7.
Diagramma delle forze acceleranti e delle accelerazioni.

quindi 10 kg/tonn; per il peso dell'automotrice afferente ciascun motore (12 tonn.) la resistenza suddetta risulta quindi di 120 chilogrammi.

Il valore della seconda parte si può esprimere in funzione della velocità, con la nota formula:

$$v = (2{,}5 + 0{,}00015\, v^2 \times Q + (1{,}25\, n + F) \times 0{,}0065\, v^2;$$

dove:

Q = peso totale del convoglio = 24 tonnellate; n = numero dei rimorchi = 1; F = superficie frontale del convoglio = circa 8 m².

Per $v = 0$, abbiamo:

$$v = 2{,}5 \times Q = 60 \text{ kg};$$

cioè:

$$k = \frac{60}{24} = 2{,}5 \text{ kg per tonn.}$$

Per $v = 18{,}70$ km/ora, abbiamo:

$$w = (2{,}5 + 0{,}00015 \times 18{,}70^2) \times 24 + (1{,}25 + 8) \times 0{,}0065 \times 18{,}70^2 = 61{,}25 + 21 = 82{,}25 \text{ kg};$$

cioè:

$$k = \frac{82{,}25}{24} = \text{circa } 3{,}33 \text{ kg.}$$

Per il campo di velocità entro il quale si sviluppa il diagramma di avviamento considerato, l'aliquota di resistenza all'avanzamento dipendente dalla velocità è assai piccola. Posto infatti nella formula $n = 1$, $S = 8$ m², $v = 7$ km/h, essa resistenza varia fra 0 a 0,83 kg/tonn. Non si commette perciò errore apprezzabile ritenendo quest'aliquota di resistenza costante ed uguale a 0,40 kg/tonn.

La forza resistente risulta perciò complessivamente di 10 + 2,5 + 0,4 = 12,9 kg/t. e per il peso di treno relativo a ciascun motore, di 12,9 × 12 = *155* kg circa.

La forza di trazione disponibile per la accelerazione in corrispondenza di ogni valore della corrente è data dalla lunghezza dei segmenti verticali compresi fra la curva degli sforzi di trazione e l'orizzontale corrispondente allo sforzo resistente. Nella figura 7 sono riportate: la curva degli sforzi di trazione F_t; la linea dello sforzo resistente F_r; la curva della forza accelerante F_a, avente per ordinate la differenza fra le ordinate corrispondenti della F_t e la F_r.

I valori dell'accelerazione, espressi in metri al secondo-secondo si ottengono da quelli della forza accelerante dividendoli per la massa del treno per motore. La massa del treno per motore è:

$$\frac{12.000 \times 1{,}10}{9{,}81} = \mathit{1344} \text{ kg / massa}$$

dove 1,10 è un coefficiente che tien conto della inerzia delle masse rotanti.

Nella citata fig. 7 è riportata la curva che esprime il valore dell'accelerazione in metri al secondo in funzione della velocità, riferita al peso del convoglio già visto.

Il tracciamento della curva velocità-tempo, di quella spazio-tempo e di quella ampere-tempo può farsi per punti. Per ogni tacca di marcia leggiamo per un certo numero di punti i valori della corrente, della velocità e dell'accelerazione. Computando lo scarto di velocità fra un punto e l'altro e dividendolo per la media delle due accelerazioni corrispondenti alle due velocità abbiamo per punti la curva velocità-tempo; moltiplicando la media delle due velocità per il tempo, abbiamo un punto della curva spazio-tempo, e così si può tracciare per punti anche questa curva. Dal diagramma infine corrente-tempo si può ricavare l'ordinata media, cioè la corrente media assorbita, che ci permette di determinare il consumo di energia all'avviamento. Nella fig. 8 sono riportate le curve suddette. Dall'esame di essa si rileva che la durata dell'avviamento reostatico è di circa 11 secondi, lo spazio percorso è di m 28,8 e che la corrente media di avviamento risulta di 98,8 A contro i 100 A teorici desiderati.

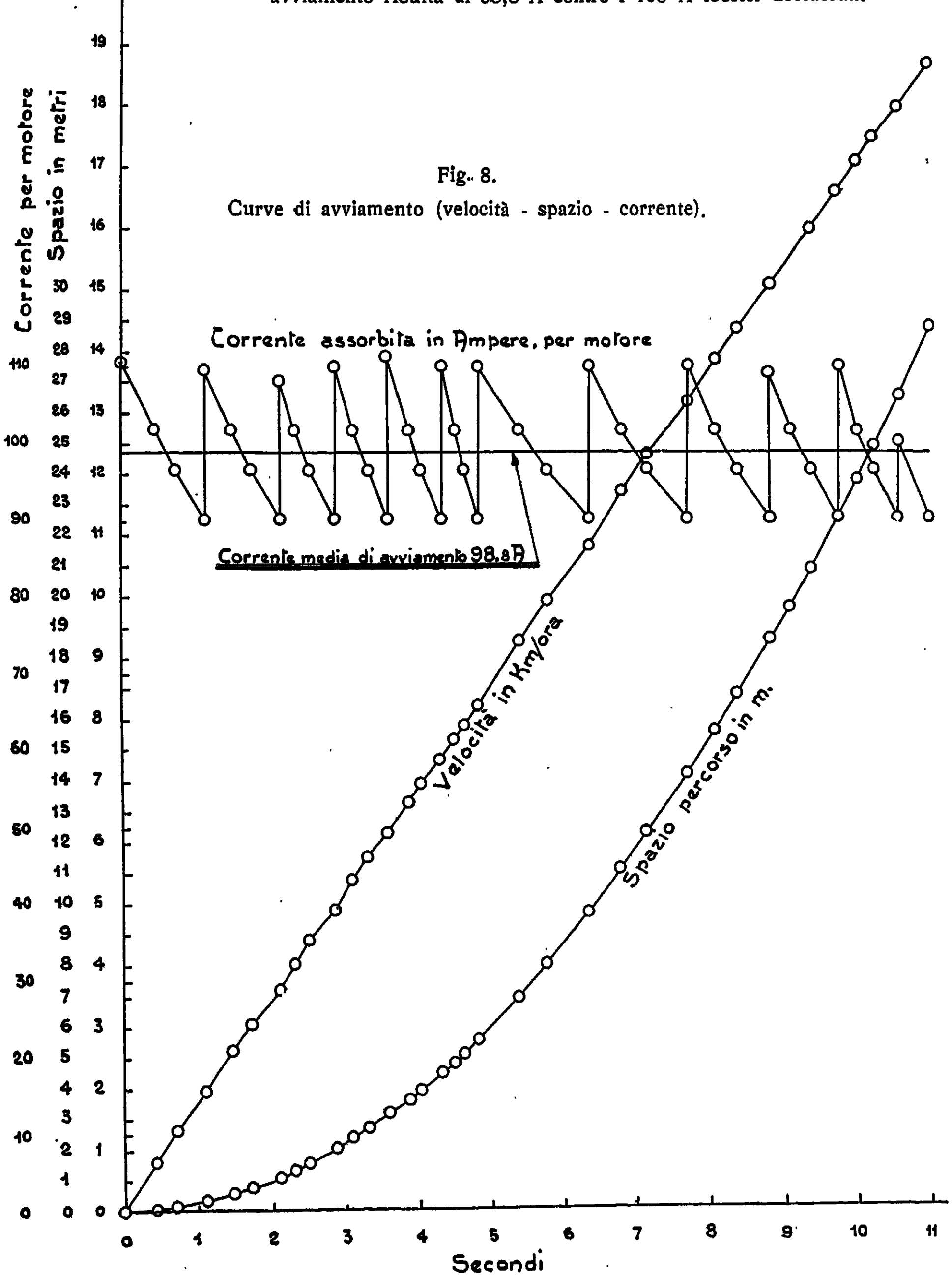


Fig. 8.
Curve di avviamento (velocità - spazio - corrente).

Il consumo di energia per tonn/km, limitatamente s'intende all'avviamento reostatico, e tenendo presente che esso si verifica per 4,8 secondi coi motori connessi in serie, e per 6,2 secondi con gli stessi connessi in parallelo, si calcola tenendo presente che per la prima fase gli ampere × secondi risultano 475,8, e per la seconda fase 611,7. Abbiamo perciò:

$$\frac{250 \times 475{,}8 + 500 \times 611{,}7}{0{,}0288 \times 3600 \times 12} = 341 \; Wh \; per \; tonn/km.$$

Se avessimo fatto l'ipotesi di un avviamento reostatico con una corrente media di 100 A, un'accelerazione media corrispondente di 0,48 m/sec², avremmo avuto:

— Durata dell'avviamento:

$$\frac{18{,}70}{3{,}6 \times 0{,}48} = \text{circa } 10{,}80 \text{ secondi.}$$

— Spazio percorso durante l'avviamento:

$$\frac{18{,}70}{2 \times 3{,}6} \times 10{,}8 = 28 \text{ metri.}$$

— Consumo di energia (ritenendo che le due durate di avviamento siano proporzionali alle relative variazioni di velocità (cioè

$$t_1 = 10{,}8 \times \frac{8{,}25}{18{,}70} = 4{,}85 \; , \; t_2 = 10{,}8 - 4{,}75 = 6{,}05):$$

$$\frac{250 \times 100 \times 4{,}75 + 500 \times 100 \times 6{,}05}{0{,}0288 \times 3600 \times 12} = 338 \; Wh \; per \; tonn/km.$$

Come si rileva, si può in pratica risparmiare il laborioso metodo seguito per il tracciamento delle curve della velocità e dello spazio.

Ammettendo che durante l'avviamento reostatico l'accelerazione si mantenga costante, è evidente che la velocità, che ne è l'integrale primo, risulterà una retta inclinata, e lo spazio, che è l'integrale secondo, risulterà una parabola.

Genova-Cornigliano, dicembre 1930 - IX.

IL MOTORE A COMBUSTIONE INTERNA NELLA TRAZIONE

E. M. PIAZZA

Dopo un accenno allo sviluppo delle applicazioni Diesel- e Benzo-elettriche alla trazione, si fa un breve esame dei vari sistemi di regolazione e se ne discutono svantaggio e vantaggio. Vengono illustrati in particolare modo i sistemi Westinghouse e General Electric Co. con speciale riguardo alla alimentazione dei servizi ausiliari. Segue un esame dettagliato dell'avviamento di un treno in base alle caratteristiche del sistema General Electric e si dimostra come in pratica si sfrutti completamente la potenza costante del motore primo.

Premessa.

Come stanno ad indicare recenti articoli e relazioni sulla stampa tecnica, si comincia ora anche in Italia a guardare con maggior interesse all'impiego dei motori a combustione interna nella trazione ferroviaria.

L'esperienza Americana, che dura ormai da più di 7 anni, ha visto entrare ed affermarsi vittoriosamente in ogni campo della trazione ferroviaria il motore a combustione interna. Le automotrici benzo-elettriche hanno permesso di riportare in attivo l'esercizio di molte linee secondarie, che, colla trazione a vapore, risultavano ineluttabilmente passive.

L'esercizio di locomotori Diesel-Elettrici per il servizio di smistamento sugli scali è risultato molto più economico di quello con locomotive a vapore. Oggi parecchie Amministrazioni ferroviarie usano correntemente locomotori Diesel-Elettrici per il servizio dei treni merci, e qualcuna anche per servizio passeggeri. Tutte con ottimi risultati ed economie d'esercizio.

Per farsi un'idea dello sviluppo che hanno assunto queste varie applicazioni americane del motore a combustione interna, basta consultare le statistiche pubblicate dalla American Railway Association (1930 Report of Committee on Automotive Rolling Stock). (1). Qualora si ponga mente al fatto che, senza eccezioni, si adopera la trasmissione elettrica tra motore primo ed assi, si può nettamente affermare che solo l'uso di una dinamo accoppiata al motore primo, e di motori da trazione di tipo normale (serie), ha permesso di adattare alle esigenze della trazione ferroviaria un motore senza elasticità come il motore a combustione interna.

In Europa, e con questo vogliamo dire quasi unicamente Russia, Germania e Svizzera, si è un po' in ritardo come sviluppo di applicazioni. Forse questo è dovuto al fatto che dapprincipio si sono volute tentare le applicazioni di svariati sistemi di trasmissione tra motore primo e assi, con enormi spese di sviluppo, pochi risultati e conseguenti mancate realizzazioni. Quando finalmente i primi successi americani sono stati resi noti, e si è realizzata la praticità della trasmissione elettrica col sistema a corrente continua, dinamo-motore a campo serie, si sono finalmente volte a questa soluzione anche le case europee. Oggi sono parecchie le case Svizzere, Tedesche e Danesi che possono offrire sul mercato automotrici e locomotori a combustione interna, entrando persino in concorrenza colle due più note case Americane, General Eletric Co. e Westinghouse Co. sui mercati esteri del Sud-America, Africa ed Estremo Oriente.

I sistemi di regolazione.

L'uso della trasmissione elettrica introduce, oltre alla regolazione del motore primo, anche la regolazione della parte elettrica.

Da questo punto di vista la pratica Americana e quella Europea sono nettamente differenziate. L'ingegnere americano è incline a rendere semplice la costruzione e facile (automatica), la manovra di qualsiasi macchina. L'ingegnere europeo è più teorico e qualche volta sacrifica la semplicità pur di avvicinarsi di più a quella soluzione ideale che talvolta non è ottenibile se non a prezzo di complicazioni che ne possono annullare i maggiori vantaggi.

E' quindi successo che istradati da criteri differenti gli americani hanno realizzato la *regolazione* della trasmissione elettrica *completamente automatica* per tutto il campo di capacità della dinamo e dei motori da trazione, di modo che il comando della locomotiva o dell'automotrice si riduce in effetto alla manovra dell'acceleratore del motore primo, che è si noti bene *a velocità variabile, non regolata,* sia nel sistema di comando Westinghouse che in quello della General Electric Co. come diremo meglio in seguito.

Gli europei invece sono passati per vari stadi, fino ad usare un motore primo con *velocità costante* e regolatore centrifugo di velocità.

Il motore primo è la parte vitale del locomotore od automotrice. Ogni motore a combustione interna ha una potenza definita e un determinato numero di giri, basata su un optimum di pressione media effettiva e di velocità di traslazione dei pistoni.

E' pacifico che la caratteristica della dinamo e lo schema del comando elettrico debbano esser progettati in modo che la potenza richiesta ai cerchioni non possa mai per nessuna ragione eccedere le suesposte caratteristiche del motore primo in qualsiasi condizioni di esercizio.

Una delle maggiori difficoltà del problema in questione è di adattare la caratteristica della dinamo alla caratteristica del motore primo. Tracciata in coordinate cartesiane in volt e ampere la potenza costante del motore primo assume la forma di una iperbole equilatera. La caratteristica ideale della dinamo dovrebbe quindi coincidere con questa iperbole.

Una tale caratteristica della dinamo è difficilmente ottenibile senza eccessivamente complicare il comando.

Praticamente, modificare la caratteristica della dinamo significa agire sulla sua eccitazione. A questo proposito è molto importante un articolo tecnico pubblicato sul fascicolo del 28 aprile 1928 della *Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure* dall'Ing. Süberkrüb delle Ferrovie Statali Tedesche. In esso viene dimostrato che il metodo di comando con un motore primo a velocità variabile è nettamente superiore a quello con motore primo a velocità costante (regolata) dal punto di vista:

a) Del costo di impianto e del rendimento del sistema di regolazione.

b) Della semplicità di manovra, e di una più comoda e meno affaticante azione da esplicarsi dal macchinista.

c) Della uniformità nella variazione dello sforzo di trazione in uno colla perfezione di adattamento della caratteristica dell'equipaggiamento elettrico a quella (potenza costante) del motore primo.

d) Della sicurezza di funzionamento.

Ora, a parte il vantaggio tutt'altro che trascurabile del maggior rendimento del motore primo che debba funzionare ai carichi ridotti, quando col carico si fanno diminuire anche i giri, è evidente il vantaggio della regolazione a velocità variabile se si pone mente che la variazione di tensione sulla dinamo si ottiene già in parte colla variazione del numero dei giri e quindi i reostati di regolazione di campo

(1) Vedi anche fascicolo del marzo 1930 de *Il Politecnico,* pag. 171: «Locomotori ed Automotrici a combustione interna in America».

risultano meno ingombranti quindi meno costosi in paragone di quelli per una dinamo di analoga potenza accoppiata ad un motore primo a velocità costante. In questo caso infatti la regolazione della tensione può solo avvenire con manovra dei reostati. Per quanto riguarda la discussione del miglior sistema di regolazione della eccitazione della dinamo (separata, shunt, ecc.) mi rimando all'articolo succitato dell'Ing. Süberkrüb.

E ancora più autorevole in proposito appare il Prof. Lomonosoff. Egli è stato infatti in Europa il pioniere dell'applicazione del motore a combustione interna alla trazione ferroviaria. Per conto del Governo Russo egli ha intrapreso questo studio e lo ha fatto con vastità di intendimenti. I locomotori da lui progettati e studiati comprendono ben 3 sistemi di trasmissione tra motore primo e assi e precisamente: trasmissione meccanica a ingranaggi, trasmissione idraulica e trasmissione elettrica che è poi quella che ha dato i migliori risultati.

E' stato appunto secondo la soluzione da lui indicata e per primo adottata che si sono indirizzati i costruttori europei. Sono quindi assai importanti i giudizi che espone in proposito il Prof. Lomonosoff nel suo libro: Die Diesel-Elektrische Lokomotive, tradotto in tedesco dall'Ing. Mrongovius nel 1929.

Notiamo incidentalmente che il primo locomotore Diesel-Elettrico Lomonosoff, il numero 001 delle Ferrovie Russe, aveva comando separato per la regolazione del Diesel e della dinamo. La possibilità di false manovre da parte del macchinista e l'abilità richiestagli erano molte e gli inconvenienti successi per le manchevolezze del macchinista imposero poi nei locomotori in seguito costruiti di aver almeno regolata automaticamente la velocità del Diesel. E così si è giunti alla soluzione europea odierna del motore primo a velocità regolata. Questo però non elimina l'inconveniente di sovraccaricare il motore primo se per disattenzione del macchinista, durante le manovre, viene richiesta alla dinamo una potenza superiore a quella normale. Con questa premessa assumono un valore maggiore le affermazioni del Prof. Lomonosoff nel capitolo sulla «Trasmissione Elettrica».

A pag. 151 esso si esprime così:

«Possiamo dunque dire che sul locomotore 001 la variazione dell'ammissione del combustibile produce nei cilindri una pressione media effettiva *variabile*, mentre la variazione della eccitazione della dinamo (principale) influisce sulla velocità dei motori (da trazione) non solo ma anche su quella della dinamo». (N. d. Tr. - in quanto accoppiata al Diesel, mentre varia il carico sulla dinamo stessa). «Quest'ultima regolazione richiede una notevole attenzione da parte del macchinista che deve continuamente sorvegliare il tachimetro del Diesel. D'altra parte questo metodo di comando rende possibile un campo di variazione molto grande della regolazione e permette di far lavorare il Diesel nelle migliori condizioni quando il suo miglior rendimento non è necessariamente legato alla sua più alta velocità».

Siccome questo sistema aveva dato inconvenienti per false manovre gli altri locomotori Russi ebbero un Diesel a velocità costante e i costruttori europei si misero su questa strada. Ancora a pag. 151 le parole del Prof. Lomonosoff dicono:

«Tutti gli altri locomotori Diesel-Elettrici costruiti in Europa lavorano sul principio di mantenere costante la velocità del motore primo mediante un regolatore centrifugo. In questo caso la regolazione della velocità del motore primo è sottratta al controllo del macchinista.

«Il metodo americano di mantenere costante la potenza è *più corretto*, in quanto non si varia la coppia fornita dal motore primo, ma si varia invece l'eccitazione della dinamo principale e la velocità del motore primo vien comandata a mano. Questo metodo è stato sviluppato per primo dalla General Electric Co [3]. Non è necessario mantenere sempre costante il valore della potenza, ma il macchinista agendo sull'acceleratore del Diesel può variare il valore della potenza nel modo più adatto alle esigenze del servizio.

A pag. 152 precedendo la descrizione dei metodi di regolazione si esprime:

«I risultati dei vari metodi di regolazione descritti in questo capitolo sono ottenuti *variando la velocità* del motore Diesel.

In altre parole in tutti questi metodi di regolazione il macchinista controlla a mano la potenza erogata dal Diesel, mentre la regolazione dello sforzo di trazione e della velocità (del locomotore) *entro la capacità di funzionamento dell'equipaggiamento elettrico è automatica.*

«Questo è un grande vantaggio della trasmissione elettrica. Mediante l'uso di questo comando il macchinista del locomotore non ha bisogno di un fuochista (N. d. Tr. - in contrasto alle locomotive a vapore) ed il suo compito consiste nel determinare il valore di pressione media effettiva nei cilindri (ossia apertura dell'acceleratore) il chè non richiede una intelligenza particolarmente sveglia. Un Re delle Ferrovie Americane ha affermato che il principale vantaggio del locomotore Diesel-elettrico consiste nel fatto che qualunque imbecille lo può guidare».

Appare quindi che al giorno d'oggi la trasmissione elettrica con corrente continua è nell'opinione dei tecnici la miglior soluzione del problema della trazione con motori a combustione interna.

Tra i vari sistemi di regolazione sembra che si possa affermare sia dal punto di vista teorico che da quello pratico una superiorità del sistema a velocità variabile (non regolata) del motore primo.

Questo è il sistema adottato in America mentre l'unica regolazione di questo tipo dovuta ad una casa Europea, è quella sviluppata dalla «Forges et Ateliers de Constructions Electriques de Jeumont, Paris».

Prendiamo brevemente in esame i due metodi:

Regolazione a velocitá costante.

Il motore primo è munito di un regolatore centrifugo che tiene costante il numero di giri. Al macchinista è devoluto il compito di variare il rapporto di trasmissione, cioè agire sulla regolazione dell'equipaggiamento elettrico. La dinamo funziona a velocità costante, tutta la regolazione deve avvenire agendo sull'eccitazione a mezzo dei reostati (col controller). Le particolarità del comando variano da costruttore a costruttore e consistono essenzialmente sul modo nel quale si ottiene l'eccitazione della dinamo principale. In generale esiste una eccitatrice ausiliaria che fornisce una parte dell'eccitazione sul campo della dinamo principale, che ha anche il campo di eccitazione shunt. Per gli avviamenti del treno può esservi anche un campo di eccitazione alimentato da una batteria. Se i motori da trazione sono più di uno, la regolazione della tensione può avvenire anche combinandoli in serie e parallelo dall'avviamento alla marcia.

Nessuno di questi sistemi di comando è automatico o *semi-automatico.*

Regolazione a velocitá variabile.

Il motore primo è a velocità variabile. Il macchinista varia la potenza erogata e la velocità del motore primo agendo sull'acceleratore del motore stesso. La regolazione elettrica è fatta ancora variando l'eccitazione della dinamo. Ma con questo si varia la tensione con un doppio effetto: 1°) variando l'eccitazione; 2°) variando la velocità del motore primo, e quindi della dinamo, in quanto variando l'eccitazione varia il carico sulla dinamo e sul motore primo, per una stessa apertura dell'acceleratore.

Tanto nel comando Westinghouse che in quello della General Electric Co. la regolazione elettrica è *completamente automatica.* L'unico comando europeo a velocità variabile, quello della Jeumont, è *semiautomatico.*

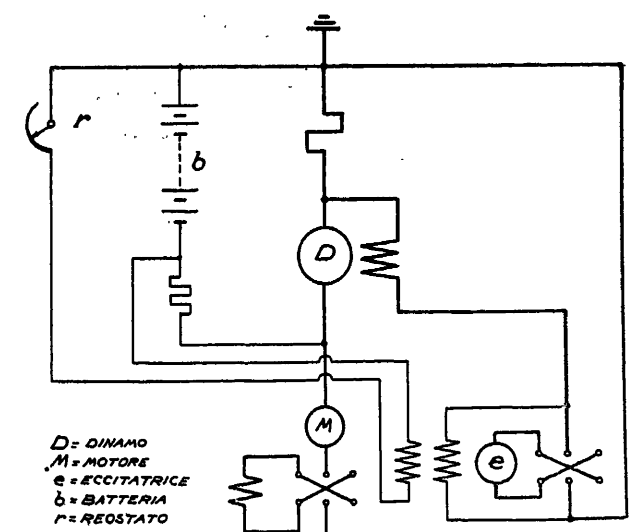


Fig. 1.

Comando Jeumont: (v. fig. 1). — La dinamo principale *D* è eccitata mediante una eccitatrice comandata da uno degli assi della vettura. L'eccitatrice *e* è a campo shunt, ma ha anche un campo di eccitazione separata, alimentato dalla batteria, e regolato da un reostato collegato alla leva dell'acceleratore.

All'avviamento essendo nulla la velocità dell'eccitatrice quindi nullo il campo della dinamo principale, occorre provvedere allo spunto

[3] La Westinghouse ha sviluppato un sistema di comando, basato ancora su motore primo a velocità variabile, che ottiene in sostanza gli stessi risultati, con una apparecchiatura però alquanto più complicata.

mediante un campo di eccitazione separata sulla dinamo principale alimentato dalla batteria e non indicato in figura. Appena il treno si avvia l'eccitazione sulla dinamo è data unicamente dalla eccitatrice *e*.

Siccome occorre agire sulla eccitazione della dinamo principale colla manovra del reostato *r*, sia pur collegata rigidamente a quella dell'acceleratore, il comando può esser definito solo *semiautomatico*.

L'organo di manovra a disposizione del macchinista è però unico.

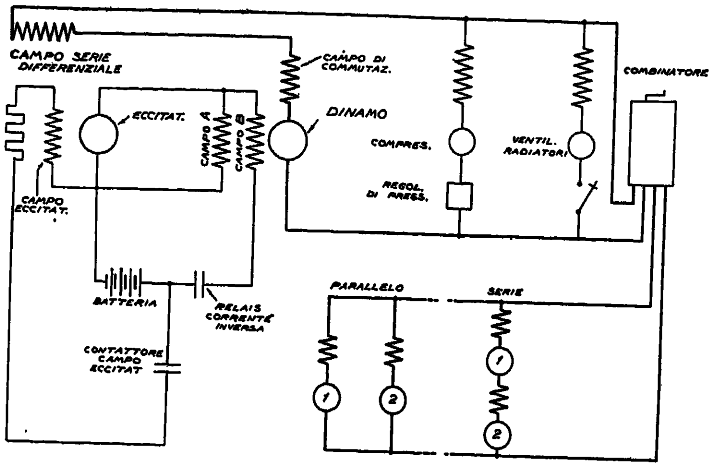


Fig. 2.

Comando differenziale della General Electric Co. — La figura 2 rappresenta schematicamente il sistema di comando differenziale della General Electric Co. La dinamo è direttamente accoppiata al motore primo e porta a sbalzo l'eccitatrice. La dinamo principale fornisce la energia ai motori da trazione, ai compressori e al ventilatore del radiatore del motore primo.

I motori vengono connessi in serie o in parallelo (e spesso anche possono venir shuntati i campi), mediante un combinatore a mano o a comando indiretto, magari automatico.

La regolazione elettrica è intrinseca all'equipaggiamento elettrico cioè è completamente automatica. Si noti che questo sistema è *l'unico che non richieda relais e reostati* per la regolazione della tensione.

Lo schema è realmente il più semplice che si possa immaginare.

La tensione della dinamo dipende unicamente dal numero di giri del motore primo, la cui velocità dipende a sua volta dalla posizione dell'acceleratore.

Il campo dell'eccitatrice è alimentato dalla batteria di accumulatori. Inoltre vi è un campo contro-compound (differenziale) in serie con indotto della dinamo principale.

L'eccitatrice alimenta due campi sulla dinamo principale: il campo *A*, che è un vero campo di eccitazione separata, ed il campo *B* che è in serie colla batteria e funziona come resistenza di carica della stessa.

Come si vede, se una complicazione c'è, è quella costruttiva del campo differenziale sulla eccitatrice e dei due campi sulla dinamo. Ma la caratteristica della dinamo che si ottiene in questo modo evita ogni complicazione di relais o reostati di regolazione. La sicurezza di funzionamento è ottima e la manutenzione è ridotta al minimo.

Comando Westinghouse. — Questo sistema di comando ideato dalla Westinghouse, per giungere agli stessi risultati cioè caratteristica della dinamo il più possibile coincidente colla iperbole di potenza costante, è basato sul funzionamento di uno speciale relais chiamato Torque relays, relais di coppia. L'idea è di mantenere una coppia costante sulla dinamo principale, il che per una data apertura dell'acceleratore, cioè velocità del motore primo, significa erogare potenza costante. Questa coppia costante sul motore viene mantenuta a mezzo del relais di coppia il quale funziona in modo simile ad un regolatore Tirrill, inserendo ed escludendo una resistenza sul campo di eccitazione della dinamo. Il relais di coppia consiste essenzialmente di un motore a corrente continua da circa 1/2 HP, senza collettore e col movimento dell'indotto limitato alla chiusura ed apertura di due contatti, ed in contrasto con una molla. Questi due contatti comandano a loro volta l'apertura o chiusura di un contattore che cortocircuita la resistenza in serie col campo della dinamo.

L'indotto del relais di coppia porta una corrente proporzionale alla corrente di carico sulla dinamo principale. L'induttore del relais di coppia porta una corrente proporzionale alla corrente della dinamo principale. Per questo il relais può essere regolato in modo da funzionare ad un dato valore della coppia, senza riguardo al fatto se la coppia è dovuta ad una forte corrente e piccola tensione, o limitata corrente e tensione elevata. Questo regolatore può quindi essere tarato in modo da ottenere una caratteristica della dinamo approssimativamente coincidente colla iperbole di potenza costante. E' questo il merito principale del sistema di comando Westinghouse. E' ottenuto però a scapito della semplicità con un relais che richiede una manutenzione molto accurata ed il cui funzionamento non sembra ancora così sicuro come sarebbe desiderabile.

Abbiamo così passato in rivista le varie soluzioni date dai costruttori al problema della trasmissione elettrica. Riguardo ai due metodi di regolazione si discute ancora oggi tra i tecnici europei, ma si riconoscono dai più al metodo a velocità variabile i seguenti vantaggi:

1) Funzionamento del motore primo sempre all'andatura più economica;

2) Regolazione automatica della trasmissione elettrica;

3) Semplicità di manovra e di schema.

L'unica obbiezione che si fa a questo metodo, in contrapposto a quello a velocità costante, è che per il funzionamento degli ausiliari elettrici (motocompressori, ventilatori, ecc.) non si ha disponibile per tutta la durata del servizio una tensione costante come, si dice, è desiderabile.

Questo della disponibilità continua di energia a tensione costante per gli ausiliari è *forse* l'unico vantaggio che si può invece riconoscere al metodo a velocità costante. Infatti l'eccitatrice della dinamo può fornire questa energia a tensione costante anche quando il motore primo funziona a carico ridotto o a vuoto.

Abbiamo detto forse: infatti nelle linee a forte pendenza con lunghe discese è ovvio che non conviene far marciare il motore primo a vuoto al solo scopo di fornire energia agli ausiliari. E in tali casi è prevista l'alimentazione o dalla batteria o da un gruppetto motore a scoppio-dinamo esclusivamente per il servizio degli ausiliari. E questa soluzione può esser adottata indipendentemente in entrambi i metodi di regolazione.

Gli ausiliari.

Ma la questione dell'alimentazione degli ausiliari merita una più ampia discussione; i servizi ausiliari consistono: nel moto-compressore, nel ventilatore del radiatore, e nella carica della batteria.

Gli Americani (Westinghouse e General Electric) hanno generalmente inserito il ventilatore attraverso la dinamo principale. Questo sistema funziona in modo completamente soddisfacente poichè il ventilatore funziona ogni qualvolta la dinamo principale è eccitata, ossia quando vi è richiesta di potenza sul motore primo.

Il motocompressore è generalmente alimentato anch'esso dalla dinamo principale col regolatore di pressione in serie.

E' quindi evidente che il compressore funziona solo quando la dinamo è eccitata e il motore primo gira al numero massimo di giri o quasi. Il compressore non funziona quando la vettura marcia per inerzia o in discesa, o è ferma col motore primo al minimo. Nella gran maggioranza dei casi però la dinamo principale è eccitata per un percento sufficientemente elevato del tempo in servizio, e non si ha difficoltà a mantenere sufficiente pressione nei serbatoi. In caso di pressione insufficiente è presto fatto, durante gli arresti del treno, girare il combinatore dei motori da trazione nella posizione di «Zero» per escluderli dal circuito e avanzare leggermente la leva dell'acceleratore per far funzionare il compressore.

Ma nella maggiore parte dei servizi il sistema normale di alimentazione degli ausiliari è pienamente soddisfacente. In alcune poche applicazioni con automotrici in servizio di tipo suburbano, con fermate ogni 1,5-2 km la richiesta d'aria è così elevata che l'equipaggiamento normale non basta. In tali casi la General Electric fa uso di un compressore a bassa tensione alimentato dall'eccitatrice. Un contattore separato comandato indipendentemente corto-circuita la resistenza fissa di regolazione sul campo dell'eccitatrice, quando il motore è al minimo. La tensione è allora sufficiente al funzionamento del compressore e per la carica della batteria. Naturalmente l'eccitatrice risulta più ingombrante per avere la maggior capacità che le è richiesta ma lo schema generale non viene complicato. La Westinghouse usa invece in questi casi ancora la stessa eccitatrice normale ed un compressore a bassa tensione. Quando il motore primo è al minimo il circuito di carica della batteria e il moto compressore vengono attaccati direttamente sulla dinamo principale. Si evita così l'uso di una eccitatrice di maggior capacità ma si complica l'equipaggiamento per il fatto che, ad evitare false manovre ed inconvenienti occorre introdurre numerosi circuiti di blocco a scapito della semplicità e della sicurezza di funzionamento.

Però sia la Westinghouse che la General in alcuni casi, generalmente quando si tratta di motori primi di elevata potenza per evitare il funzionamento antieconomico al minimo, adottano l'uso di un gruppo motore primo-dinamo per la carica della batteria e il servizio degli ausiliari. Il numero di queste applicazioni, che sono una eccezione alla regola, è per ora molto limitato; tre o quattro in tutto.

Il problema della carica della batteria presenta una interessantis-

sima soluzione nello schema differenziale della General Electric. Riferendoci alla fig. 2 notiamo che la dinamo ha due campi di eccitazione.

Il campo « A » alimentato direttamente dalla eccitatrice; e il campo « B » che è in serie colla batteria attraverso l'eccitatrice e porta quindi la corrente di carica della batteria. Il campo « B » esplica ammirabilmente 3 funzioni distinte.

1) Utilizza per l'eccitazione una parte dell'energia che andrebbe altrimenti dispersa nella resistenza di carica della batteria.

2) Stabilizza l'erogazione di energia dalla dinamo. La cosa si può spiegare così: La tensione attraverso il campo « B » è data dalla differenza di tensione tra batteria ed eccitatrice. Quindi la tensione e la corrente attraverso il campo « B » variano rapidamente col variare della tensione ai morsetti dell'eccitatrice. Per questo ad ogni variazione di velocità del motore primo, cioè di tensione ai morsetti dell'eccitatrice, il campo « B » agisce in modo da equilibrare rapidissimamente il carico della dinamo colla energia erogata dal motore primo.

3) Il campo « B » migliora la caratteristica di carica della batteria in quantochè l'uso del campò « B » e di quello « A » sulla dinamo principale permettono di dare all'eccitatrice una caratteristica differenziale cadente in modo meno rapido che se ci fosse il solo campo « A ». Il che significa che il campo di variazione della tensione dell'eccitatrice può esser così ridotto al minimo.

Il campo « B » è la caratteristica più importante dei brevetti della General Electric Co. e gioca una parte essenziale nell'adeguazione automatica della caratteristica della dinamo all'iperbole di potenza costante.

Discussione sullo schema differenziale General Electric.

Parlando della caratteristica della trasmissione elettrica abbiamo detto che lo schema deve esser progettato in modo da dare una caratteristica elettrica della dinamo tale da avvicinarsi il più possibile alla iperbole di potenza costante.

Abbiamo visto che il sistema di comando Westinghouse a coppia costante raggiunge con buona approssimazione questo scopo, sia pure con qualche complicazione di apparecchiatura e di funzionamento.

Il sistema di comando General Electric, detto anche « differenziale », ha il pregio di una semplicità unica, di richiedere un minimo di manutenzione, e di avere la massima sicurezza di funzionamento.

Nella figura 3 è rappresentata l'iperbole di potenza costante.

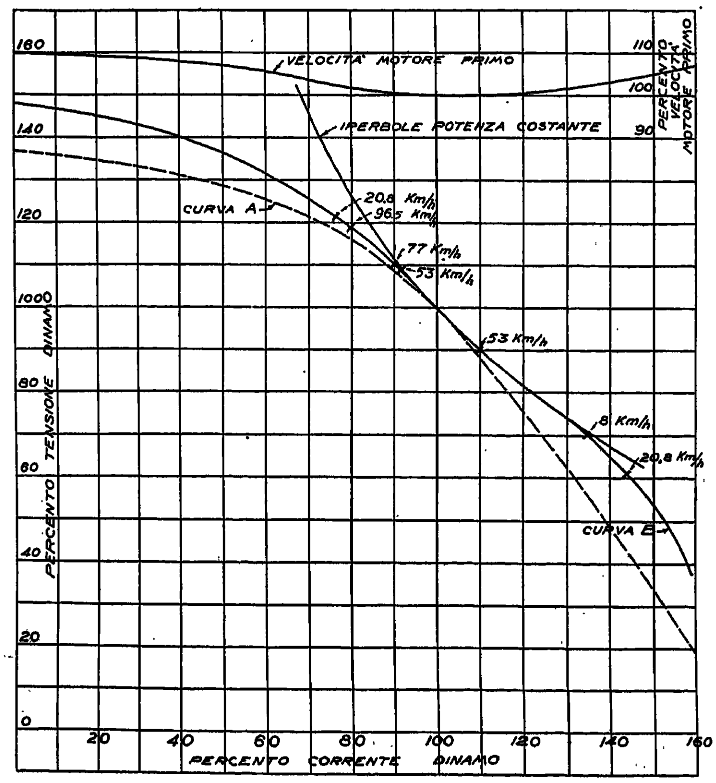


Fig. 3.

La caratteristica differenziale della dinamo (curva *A*) tocca la iperbole in un solo punto. Apparentemente quindi da questo si sarebbe indotti a ritenere che la potenza erogata dal motore primo può esser completamente utilizzata solo in un punto. Ma esaminiamo le cose più da vicino e vediamo con quale approssimazione noi possiamo in realtà utilizzare la piena potenza del motore primo (Incidentalmente diremo che la fig. 3 si riferisce ad un equipaggiamento normale per automotrice).

Come si vede dalla fig. 3, ad un carico del 100 % in ampere la caratteristica della dinamo tocca l'iperbole di potenza costante. Per valori di corrente maggiori o minori di questa vi è la tendenza a scaricare il motore primo col risultato di far aumentare il suo numero di giri. Mentre la curva *A* è la caratteristica a velocità normale, consideriamo la curva *B*, la quale tien conto di queste maggiori velocità del motore primo, e che è veramente quella che rappresenta il funzionamento effettivo della trasmissione elettrica. Notiamo subito che la curva *B* presenta una sentita rientranza che si adagia per un tratto relativamente esteso sull'iperbole equilatera.

Noi vogliamo dimostrare che la trasmissione elettrica avviene su questo tratto comune per una notevole parte del tempo. Sarà necessario descrivere brevemente quali connessioni si fanno sui motori e cosa succede durante un avviamento dallo spunto alla velocità di regime.

L'equipaggiamento consiste di due o più motori da trazione, in questo caso due. All'avviamento i due motori sono in serie mentre durante la marcia sono in parallelo attraverso la dinamo principale. Allo spunto abbiamo quindi due motori in serie mentre il manovratore accelera il motore primo e la dinamo riceve la massima eccitazione. Quindi la corrente della dinamo corrisponde alla corrente in ciascun motore dando il massimo sforzo di trazione. In pochi secondi, circa 7-8 la vettura raggiunge una velocità di 8 km/ora il che corrisponde sulla caratteristica B al punto dove essa tocca l'iperbole di potenza costante. Man mano che la vettura accelera la corrente assorbita dai motori diminuisce e la tensione della dinamo varia secondo la caratteristica B.

Ad un carico di corrente del 73 % si raggiunge una velocità del treno di 20,8 km/ora. A questo punto notiamo che l'energia assorbita non utilizza completamente l'erogazione del motore primo.

Se ora si passa alla connessione serie dei motori alla connessione parallelo il carico di corrente della dinamo viene quasi raddoppiato e la tensione approssimativamente dimezzata.

I valori di corrente e di tensione della dinamo diventano infatti rispettivamente il 144 ed il 61 %. L'accelerazione del treno continua, coi motori in parallelo fino a raggiungere una velocità di 53 km/ora. La corrente erogata dalla dinamo è qui del 92 % e la tensione è il 109 %.

Shuntando i campi dei motori di trazione la corrente assorbita dai motori diventa il 110 % e di nuovo il treno accelera mentre corrente e tensione della dinamo variano sull'iperbole. Ora con una corrente del 90 % e tensione del 110 % otteniamo una velocità di 77 km/ora. Con una corrente dell'80 % e tensione del 119 % otteniamo una velocità di 96,5 km/ora.

Questo esame dettagliato di quello che accade accelerando da 0 a 96,5 km/ora dimostra che benchè la caratteristica della dinamo non segua in modo assoluto l'iperbole equilatera per tutto il campo di funzionamento, si utilizza però la porzione di curva che coincide colla iperbole per un elevato percento del tempo. E' vero che a 20,8 km/ora si resta in difetto per un 7-8 % ed oltre i 77 km/ora si è pure qualcosa in difetto. Ma le velocità superiori sono di riserva e non sono normali e quindi non sarebbe una buona pratica il complicare gli schemi e aggiungere dell'apparecchiatura per migliorare l'utilizzazione della potenza anche a velocità superiori ai 77 km/ora.

Questo che abbiamo detto si può ripetere e constatare per altri equipaggiamenti per servizi completamente differenti. Tutto sta a scegliere l'opportuna caratteristica della dinamo e il rapporto adatto per gli ingranaggi del motore in modo che nel campo di funzionamento normale dell'equipaggiamento si utilizzi la dinamo entro quella parte di caratteristica che coincide colla iperbole a potenza costante.

Data la semplicità dello schema e del funzionamento non si ritiene di dover introdurre complicazioni semplicemente per garantire la completa utilizzazione della potenza per quelle condizioni di funzionamento che sono rare e anormali.

Conclusione.

Con questa rapida scorsa ai diversi metodi di regolazione e di comando riteniamo di aver fatto cosa utile a chi si interessa in Italia delle applicazioni del motore a combustione interna alla trazione ferroviaria, cercando di lumeggiare obiettivamente svantaggi e vantaggi delle diverse soluzioni date dai costruttori.

▢ MISURE ASSOLUTE DI FREQUENZA ALLA RICEZIONE ▢ ▢ ▢ ▢ ▢

U. RUELLE

Si riportano dati e notizie su misure assolute di frequenza effettuate dal R. Istituto Elettrotecnico e delle Comunicazioni della Marina, in collaborazione con il Laboratoire National de Radioèlectricitè di Parigi.

1. — Nel 1930 l'I. E. C. ha avuto occasione di collaborare con il «Laboratoire National de Radioélectricité» di Parigi eseguendo misure di precisione a distanza di una frequenza acustica di modulazione (∼ 1024 p/sec) e di una frequenza di onda portante (∼200.000 p/sec). La stazione trasmittente (Torre Eiffel) ha eseguito in giorni prestabiliti una o più emissioni continue di durata non inferiore a 10 minuti, e le frequenze sono state contemporaneamente misurate presso il L. N. R. ed a Livorno presso l'I. E. C.

METODI E RISULTATI SPERIMENTALI (1)

2. - *Misura della frequenza acustica di modulazione.* — La frequenza di modulazione di ∼ 1024 p/sec ricavata dal triodo raddrizzatore dell'apparato ricevente viene inviata attraverso uno o due circuiti filtro all'entrata del penultimo stadio del Banco di demoltiplicazione I. E. C. (2), con sincronizzazione dello stadio stesso su rapporto unitario (3). La frequenza di uscita dell'ultimo stadio, 7 o 8 volte più bassa della frequenza di entrata, aziona il motorino sincrono, i cui giri vengono registrati sulla striscia cronografica contemporaneamente ai segnali del pendolo. Se la ricezione è accompagnata da disturbi, provocati ad es. da atmosferici o da manipolazione di stazioni radiotelegrafiche, questi, in generale, non arrestano il movimento del movimento del motore sincrono, e non riducono di molto la precisione della misura.

In fig. 1 sono riportati i grafici di due serie di determinazioni, eseguite in due giorni diversi, ambedue in condizioni assai poco fa-

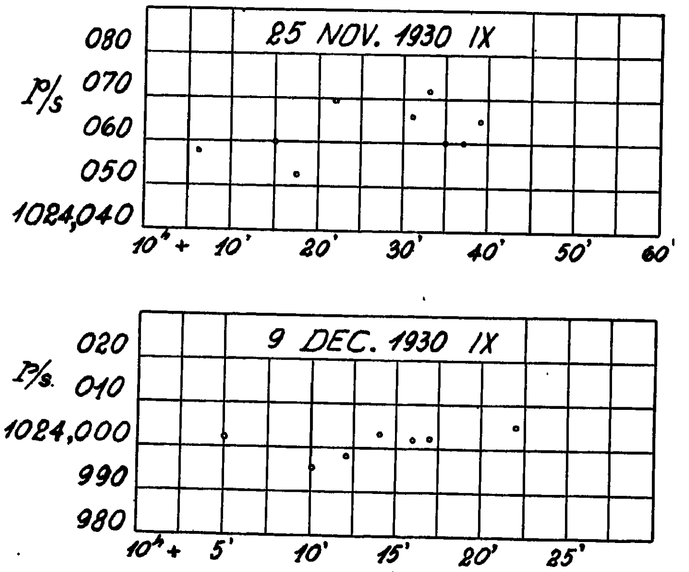


Fig. 1.

vorevoli per ciò che si riferisce ai disturbi. La precisione effettiva di ciascun rilievo, della durata di circa un minuto, appare non molto inferiore a quella intrinseca del metodo di misura, di circa uno su 2.10⁵.

Per la serie di misure eseguite il 25 novembre, la frequenza probabile risultante dalle misure di Livorno, comunicata al L. N. R. è di 1024.060 p/sec, e la frequenza data successivamente dal L. N. R., misurata direttamente sull'oscillatore di modulazione (elettrodiapason), è egualmente di 1024.060 p/sec. Nelle altre due serie di misure effettuate il 9 ed il 16 dicembre, l'accordo tra i valori I. E. C. ed i valori L. N. R. è di circa 1 su 10^5.

3. - *Misura diretta della frequenza portante mediante la demoltiplicazione.* — Dei due diversi metodi I. E. C. adoperati per la misura alla ricezione delle radiofrequenze, l'uno consiste nel ricorrere alla demoltiplicazione, eseguendola con un certo numero di stadii successivi, direttamente a partire dall'oscillazione ricavata all'uscita dell'amplificatore. Per arrivare dalla frequenza di ∼200 kp/s a quella di 100-200 p/s del motorino sincrono, sono necessari almeno tre stadi.

L'esperienza ha insegnato che è assai opportuno schermare, mediante collocamento entro una scatola di rame, almeno il primo stadio dell'installazione di demoltiplicazione, per evitare reazioni dannose esercitate da parte dell'oscillazione demoltiplicata, direttamente sull'oscillazione di più alta frequenza all'entrata dell'amplificatore. Si riportano i risultati di una serie di misure eseguite con questo metodo il 19 novembre. Le misure sono della durata di un minuto ciascuna, con una precisione intrinseca al metodo di circa uno su 2.10^6. La ricezione era disturbata, ma non fortemente.

19 novembre 1930

ore	10,17m, 30s	207,3745 kp/s
»	10,19m, 30s	207,3635 »
»	10,21m, 30s	207,3617 »
»	10,26m, 30s	207,3564 »

La discordanza tra le varie determinazioni sembra essere dovuta, almeno in massima parte, a reali variazioni di frequenza del trasmettitore che è, anche a quanto risulta dalle misure L. N. R., assai poco stabile, e molto influenzata dal valore della tensione di alimentazione. I valori L. N. R. sono:

10h 20m	207,361 kp/s
10h 24m	207,359 »
10h 28m	207,355 »

Il confronto tra i valori I. E. C. e L. N. R. è assai significativo, ma lo sarebbe certamente di più se le rispettive determinazioni si corrispondessero esattamente nel tempo.

4. - *Misura della frequenza portante con l'intermediario del frequenziometro a lettura diretta.* — Il frequenziometro a triodi a lettura diretta, realizzata nel 1929 presso l'I. E. C. (4), si è rivelato di assai utile uso in molte applicazioni nelle quali è necessario eseguire misure di frequenza di una certa precisione, entro un intervallo di tempo assai piccolo. Tra le varie caratteristiche dell'apparecchio, si ha, come è stato messo in evidenza, quella assai importante di un'assoluta indipendenza della lettura dalla forma e dall'ampiezza della tensione di entrata, quest'ultima potendo variare in rapporti come da 1 a 100 ed oltre. La gamma di frequenza dell'apparecchio si estende almeno tra 10 e 20.000 p/sec.

La misura di radiofrequenza mediante il frequenziometro a lettura diretta, viene eseguita con l'aiuto di un'eterodina locale a frequenza regolabile, molto stabile, che si fa battere con l'oscillazione in arrivo. I battimenti (depurati accuratamente dell'alta frequenza) vengono applicati all'entrata del frequenziometro, mentre la frequenza dell'eterodina viene rilevata mediante la demoltiplicazione con riferimento al pendolo. E' chiaro che, fissata una certa precisione per la misura dell'alta frequenza in arrivo, la precisione richiesta nella determinazione, a lettura diretta, della frequenza differenziale, è tanto più piccola quanto più quest'ultima frequenza è bassa di fronte all'alta frequenza considerata. Così nel caso di un'alta frequenza di 200.000 p/sec, una precisione di appena 1 % raggiunta nella misura di una frequenza differenziale di ∼ 100 p/sec diviene una precisione di uno su 2.10^5, nel confronto tra le due alte frequenze (frequenza in arrivo e frequenza prodotta localmente). Si comprende egualmente che, invece, la precisione richiesta nella determinazione dell'alta frequenza dell'eterodina debba essere necessariamente superiore alla precisione desiderata per la frequenza in arrivo. In pratica, nelle misure effettuate, la frequenza dell'eterodina, realizzata in vista di ottenere un'elevata stabilità, subisce, a causa delle variazioni di temperatura, una leggera variazione progressiva nel tempo. Tuttavia il controllo di tale frequenza per mezzo della demoltiplicazione, eseguito con un certo numero di rilievi periodici, all'inizio, alla fine e durante la serie di misure sulla frequenza di battimenti, permette di conoscere la frequenza dell'eterodina stessa

(1) Per i metodi di misura adoperati presso il L. N. R., vedi B. Decaux: «Le fréquencemétre étalon absolu du Laboratoire National de Radioélectricité». — *L'Onde Electrique*, volume IX, ottobre 1930, pagine 449-466.

(2) F. Vecchiacchi. — Banco di demoltiplicazione statica per la misura di frequenze sino a 10^8 p/sec. Dati e memorie del Consiglio Nazionale delle Ricerche, 1930, e Pubblicazione I. E. C., n. 46 - Livorno, 1930.

(3) E' verosimile che i risultati ottenuti non sarebbero molto differenti ove si sincronizzasse l'ultimo stadio dell'installazione, direttamente con la frequenza da misurare.

(4) F. Guarnaschelli - F. Vecchiacchi. — Un frequenziometro eterodina ed un frequenziometro a lettura diretta per la gamma acustica. - *L'Elettrotecnica*, vol. XVII, 5 aprile 1930, n. 10 e Pubblicazione I. E. C., n. 48 - Livorno, 1930.

ai tempi desiderati, con una precisione assai prossima a quella delle misure assolute effettuate con la demoltiplicazione.

E' chiaro come il vantaggio del metodo con l'uso in parallelo del frequenziometro a lettura diretta e della demoltiplicazione sia, di fronte al metodo della demoltiplicazione diretta, quello di consentire precisioni assai elevate, con rilievi di assai più breve durata. Durante una certa emissione, anche relativamente poco stabile, è così possibile eseguire, con tanti rilievi pressochè istantanei, punto per punto tutta la curva di variazione della frequenza misurata. Altro vantaggio dell'uso del frequenziometro è infine quello che i rilievi, nei caso di ricezione fortemente disturbata, possono essere eseguiti negl'intervalli tra un disturbo e l'altro; sono così possibili misure anche in condizioni che escluderebbero l'uso di qualunque altro sistema.

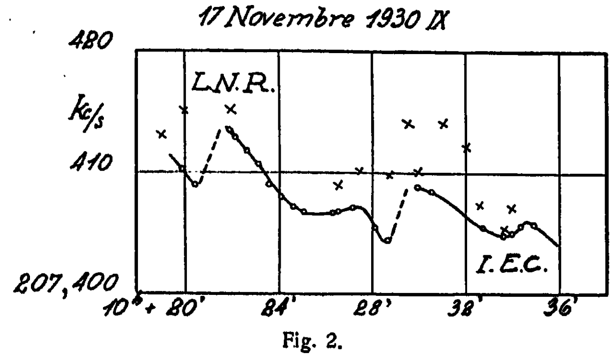


Fig. 2.

In fig. 2 è riportata la curva delle frequenze rilevate con tale metodo presso l'I. E. C., sulla portante di ∿ 200 kp/s il 17 dicembre. Sullo stesso grafico, sono anche riportati i valori ricavati presso il L. N. R. Gli scarti, tra le due serie di misure, non arrivano mai, nel caso più sfavorevole, ad essere superiori ad uno su 50.000, e l'accordo appare in realtà notevole se si pensa che si tratta di una frequenza non solo instabile, ma anche variabile nel tempo con una notevole irregolarità.

5. - *Precisione intrinseca dell'installazione I. E. C. di demoltiplicazione.* — I due grafici riportati nella fig. 3 possono dare chiaramente un'idea dei risultati che l'installazione I. E. C. di misura assoluta di frequenza mediante demoltiplicazione può dare, quando si tratta di misurare sul posto una frequenza molto lentamente variabile nel tempo. I grafici sono relativi a due serie di misure eseguite, il 27 e 28 gennaio 1931, su di un piezooscillatore del « Laboratoire National de Radioélectricité » di Parigi, alla presenza dell'Ing. Decaux del Laboratorio medesimo. I valori di frequenza sono ottenuti mediante rilievi periodici eseguiti a distanza di 10 minuti l'uno dall'altro, durante un funzionamento continuo della demoltiplicazione, della durata di circa un'ora. Il piezooscillatore, a causa di guasti subiti durante il viaggio, non aveva frequenza perfettamente stabile, ma assai variabile in maniera apprezzabile anche nello spazio di tempo di pochi minuti. I singoli rilievi di frequenza possono essere messi in curva con una precisione di circa uno su 10^7, ciò che sembra mostrare la possibilità di arrivare, in ogni misura della durata di circa 10 minuti, ad una precisione nel confronto col pendolo anche assai prossima ad uno su dieci milioni.

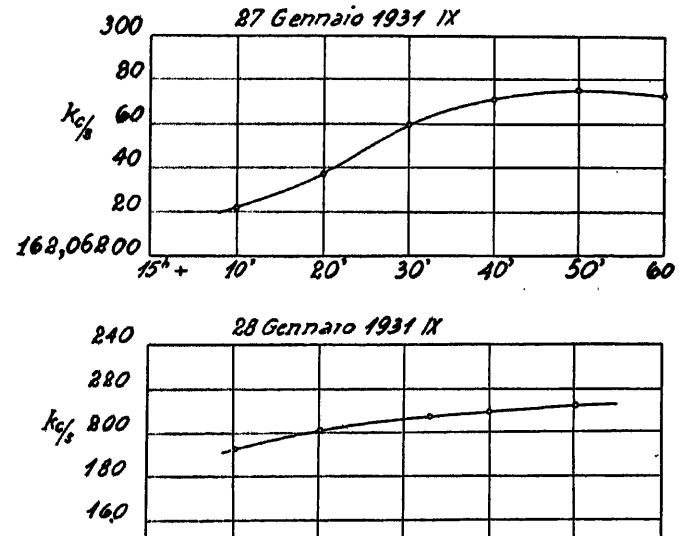


Fig. 3.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPLICAZIONI VARIE.

M. Gaze — **Il comando elettrico dei compressori a pistone di grande potenza.** (A. E. G. Mitteilungen, luglio 1930, pag. 465).

L'A. esamina i particolari costruttivi dei motori asincroni trifasi destinati al comando diretto dei grossi compressori a pistone. Oltre a dover portare essi stessi le masse volano necessarie a ottenere il grado voluto di regolarità, tali motori devono quasi sempre lavorare in officine esposte ai pericoli d'incendio, e devono quindi rispondere alle apposite norme del V. D. E. che prescrivono la protezione, meccanica e contro l'acqua sgocciolante, delle parti sotto tensione, la limitazione di 10° C del sovrariscaldamento degli avvolgimenti isolati, la limitazione a 200° C del riscaldamento degli avvolgimenti non isolati, e l'aumento dell'intraferro.

Nelle realizzazioni esaminate dall'A. la protezione degli avvolgimenti è ottenuta con lamiere di forma appropriata; per l'intraferro, dato che si tratta di motori lenti per i quali le norme non fissano valori assoluti, si cura in modo particolare la rigidità della carcassa e quella dell'albero (flessione massima permessa 1/10 ÷ 1/15 dell'intraferro) in modo da escludere il pericolo di strisciamenti. Quanto al calcolo elettrico, per evitare fattori di potenza troppo bassi ai carichi parziali che deriverebbero dal ridurre di 10° C il sovrariscaldamento del rame, si consiglia rinunciare al coefficiente di sicurezza sul consumo del compressore. Per gli anelli collettori, le norme prescrivono o una scatola blindata, o l'aerazione con aria esterna; l'A. descrive e illustra quest'ultima soluzione.

Infine l'A. esamina i motori in corto circuito particolarmente adatti al servizio in esame perchè più difficilmente producono scintille; specialmente nel tipo a doppia scanalatura che riduce la corrente d'avviamento e permette quindi di non superare i 200° C tollerati dalle norme, anche in caso di avviamenti frequenti.

A. Bs.

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

M. A. Savage — **Progressi nell'economia della costruzione di turbogeneratori negli Stati Uniti d'America.** (Gen. Elec. Rev., agosto 1930, pag. 444).

Si è riusciti a ridurre le proporzioni dei grandi turbo-generatori riducendone le perdite, perfezionando i sistemi di ventilazione, migliorando le proprietà fisiche dei materiali.

Nei turbo-alternatori hanno notevole valore le perdite supplementari a carico. Le cause di queste perdite, fino a pochi anni fa conosciute molto vagamente, vennero studiate a fondo sperimentalmente dalla G. E. Co., apportando i perfezionamenti suggeriti da queste esperienze, si ottennero per le più grandi unità rendimenti del 98 ÷ 98,5 % in luogo di quelli di 96,5 ÷ 97 % prima ritenuti normali.

Il cosidetto rapporto di corto circuito, cioè il rapporto tra l'eccitazione a vuoto a tensione normale e l'eccitazione in corto circuito a corrente normale, si tiene in America superiore a 0,9, mentre in Europa si tende ad abbassarlo intorno a 0,5. Dato il tipo di servizio, al quale sono destinati i grandi turbo-generatori negli Stati Uniti, viene richiesto un alto rapporto di corto circuito sia per il miglior rendimento a pieno carico, sia per avere una maggiore stabilità.

Le forti velocità periferiche dei turbo-alternatori fanno sì che le perdite di ventilazione siano una parte considerevole delle perdite totali. Dalle prove fatte sinora risulterebbe che con raffreddamento ad idrogeno un alternatore potrebbe erogare una potenza del 25 % circa superiore a quella che si ha con raffreddamento ad aria.

In seguito ad esaurienti studi sulla disposizione dei condotti d'aria e sulle velocità e pressioni dell'aria nei vari punti, si riuscì ad applicare sistemi di ventilazione così efficaci da ottenere per esempio che le perdite di ventilazione di un turbo-generatore da 62.500 kW si limitassero allo stesso valore di quelle di una macchina da 30.000 kW ventilata col vecchio sistema.

Vi sono tre tipi di rotori: 1) rotore formato da uno o più pezzi fucinati; 2) rotore composto da una serie di piastre o dischi serrati assieme; 3) rotore formato da un albero fucinato lavorato a code di rondine, portante il pacco lamiere, nelle cui cave è posto l'avvolgimento. La G. E. Co. propende per il primo tipo, data la sua buona riuscita.

I rotori più grandi sono in tre pezzi: uno cilindrico centrale cavo, la cui fucinatura è facilitata e può essere controllata anche internamente, e due mozzi flangiati.

Un generatore da 100.000 kVA, 16.500 volt, 1500 giri, e uno da 160.000 kVA, 11.400 volt, 1500 giri, 25 periodi sono finora i più importanti e più tipici esempi di queste macchine costruite dalla G. E. Co.

Per il primo, non potendosi compiere avvolgimento e impaccatura sul posto, la carcassa venne divisa in due parti: una interna a gabbia portante il pacco lamiere e l'avvolgimento, l'altra esterna di sostegno. Si ottenne in questo modo facilità di trasporto e di montaggio, venendo così limitato il lavoro sul posto alla chiodatura delle varie membrature della carcassa di sostegno esterna sulle corrispondenti costole della gabbia portante interna.

Per il secondo la carcassa è totalmente in ferro saldato. Le due flange pressapacco in acciaio antimagnetico e gli scudi sono le uniche parti fuse. Si ottenne così la massima leggerezza unita alla maggiore robustezza meccanica. Questa è la prima macchina a due avvolgimenti, in cui cioè l'avvolgimento statore è diviso in due circuiti completamente indipendenti alimentanti due sistemi di sbarre e di linee pure indipendenti. In caso di corto circuito su uno dei due sistemi, la forte mutua induzione tra i due avvolgimenti riduce la corrente a valori assai limitati. *C. G. E.* (*)

IMPIANTI.

A. E. SILVER - H. L. MELVIN — **Fattori essenziali nella coordinazione dell'isolamento delle linee, delle stazioni e degli apparecchi.** (J. A. I. E. E., agosto 1930, pag. 684).

Dopo avere riassunto le nozioni relative alle sovratensioni negli impianti elettrici, sia di origine atmosferica sia di origine interna all'impianto, gli AA. mettono in evidenza l'importanza del razionale coordinamento del grado di isolamento negli impianti in modo da proteggere il più possibile le parti più delicate e costose per confinare gli eventuali accidenti nelle parti in cui le loro conseguenze riescono meno gravi. In base alle loro considerazioni gli AA. propongono quattro gradi crescenti di isolamento. Quello inferiore deve essere riservato al tronco di linea vicino all'entrata in cabina o in centrale, e deve avere un margine di sicurezza rispetto alla massima sovratensione derivante da manovre di interruttori o da altre cause derivanti da manovre interne del sistema. Il secondo grado di isolamento, più elevato, dovrebbe essere quello delle sbarre e loro connessioni; il terzo grado, quello dei passanti dei trasformatori e degli apparecchi, e finalmente il massimo grado di resistenza dovrebbe essere riservato all'isolamento interno del macchinario. L'isolamento della linea, oltre il tronco prossimo alla stazione, può essere determinato indipendentemente da quello del resto dell'impianto. Come differenza fra i 4 gradi predetti, gli AA, propongono 10 % fra il primo e il secondo e 5 % fra gli altri. Lo schema generale proposto può naturalmente subire varianti in casi speciali: così ad esempio in cabine nelle quali sia essenziale l'integrità delle sbarre, dovrà ad esse essere attribuito il massimo grado di isolamento.

Gli AA. rilevano la insufficienza delle nostre attuali conoscenze dei fenomeni coinvolti in questi problemi e auspicano la collaborazione più intensa fra studiosi e costruttori per portare la maggior luce su queste questioni che sono diventate di vitale interesse per gli impianti elettrici. *R. S. N.*

E. SOLDATI — **La centrale idroelettrica automatica di Riedji (Svizzera).** (Revue Brown Boveri, n. 8, agosto 1930).

La centrale è stata costruita in prossimità della camera di carico della centrale d'Ackersand nel Canton Vallese. Il suo equipaggiamento comprende uno ruota Pelton da 600 kW che sfrutta una caduta d'acqua di 205 m ed una portata massima di 0.4 m³/sec. La turbina è direttamente accoppiata ad un alternatore trifase da 750 kVA, 5000 V, 50 per./sec., 500 g./min.

Il funzionamento dell'impianto è completamente automatico ed è controllato dalla centrale di Ackersand: le due centrali sono collegate mediante una terna trifase a 15 kV.

Al posto di controllo è sistemato un voltmetro la cui indicazione segna caso per caso le condizioni della centrale: a 220 V, il gruppo è fermo ma è pronto ad entrare in servizio; a 110 V, il gruppo è in servizio, ma pronto ad essere disinserito; a 0 V, il gruppo è stato arrestato per controllo od a causa di qualche perturbazione. Dal posto di controllo, la centrale viene messa in funzione con la manovra di un pulsante: l'elettromagnete di un servomotore idraulico che comanda le valvole di immissione dell'acqua nel distributore vien eccitato e il gruppo si avvia; un regolatore di sincronizzazione regola la turbina alla velocità sincrona colla frequenza della rete a 15 kV; si verifica il controllo automatico della concordanza di fase fra l'alternatore e la rete e quindi la chiusura dell'interruttore principale del gruppo. La messa in servizio è così effettuata ed il gruppo funziona normalmente. La messa fuori servizio è fatta, con la manovra dello stesso pulsante, dal posto di controllo: si verifica successivamente l'apertura dell'interruttore principale, il funzionamento della valvola d'immissione nella turbina e la messa fuori servizio della turbina.

Le perturbazioni di carattere passeggero, come i corto circuiti sulla linea a 15 kV, non provocano la messa fuori servizio della centrale: un regolatore-limitatore di corrente interviene diminuendo l'eccitazione dell'alternatore e riducendo la corrente di corto circuito. Se il corto circuito permane, scatta l'interruttore principale ed il gruppo continuerà a funzionare, essendo pronto per una nuova messa in parallelo che si effettuerà automaticamente appena la linea avrà ripreso la sua tensione normale. Le perturbazioni più gravi sono indicate da un relais a ritorno d'energia, un relais a massima tensione, un contatto ausiliario su quest'ultimo e dei termostati sui differenti supporti del gruppo. Questi relais provocano l'arresto ed il blocco del gruppo, la cui rimessa in servizio non potrà essere effettuata che dopo la verifica e l'eliminazione della perturbazione che ne ha provocato l'arresto. Il collegamento dei vari apparecchi di comando è stato scelto in modo da evitare false manovre alla messa in o fuori servizio dell'impianto. *V. D. Ma.*

C. L. FORTESCUE — **Razionalizzazione dell'isolamento delle stazioni rispetto a quello delle linee di trasmissione.** (J. A. I. E. E., agosto 1930, pag. 674).

Riassunte le note difficoltà per arrivare ad un razionale coordinamento fra il grado di isolamento delle linee di trasmissione e delle stazioni, cabine o centrali, ad esse collegate, l'A. espone i risultati di studi sperimentali eseguiti a tale scopo nel laboratorio per alte tensioni di Trafford. Assunta una forma d'onda simile a quelle delle più pericolose sovratensioni finora osservate, vennero determinate le curve dei ritardi di scarica in funzione della tensione di cresta caratteristiche di varie catene di isolatori e di spinterometri. Analogo lavoro fu fatto con vari tipi di scaricatori. Sulla base di questi risultati ed ammesse sovratensioni aventi una forma d'onda del tipo di quella sperimentale, è possibile disporre gli organi di protezione in punti opportuni per essere certi che se un'onda di sovratensione sopraviene essa venga eliminata dallo scaricatore prima che possa arrivare all'organo che deve essere protetto. L'applicazione pratica del metodo è chiarita con qualche esempio concreto coll'uso delle curve sperimentali ottenute e che l'A. riporta; viene così dimostrato come si possa, su basi razionali, proporzionare l'isolamento della linea su un tratto da 300 a 1500 metri prima della stazione in modo che questa resti completamente protetta. *R. S. N.*

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

E. HUDEC — **Un dispositivo per la determinazione con grande precisione del numero di giri a scopo di taratura.** (E. T. Z., n. 38 del 18 settembre 1930, pag. 1322).

I processi per la misura di precisione del numero dei giri sono abbastanza costosi e complicati, e questo per il fatto che normalmente l'inizio e la fine della misura sono lasciati all'arbitrio dell'operatore. Invece l'A. descrive un sistema nel quale la misura del numero dei giri viene fatta fare da un pendolo: per questo scopo si usano movimenti di orologeria e relais quali si adoperano comunemente in telefonia. In questo modo si può misurare in 30 sec. il numero dei giri con una precisione del 1 ‰. *T. S.*

R. DAVIS - G. W. BOWDLER - W. G. STANDRING — **La misura delle tensioni molto elevate e in modo particolare del valore massimo.** (J. I. E. E., Londra, settembre 1930, pag. 1222).

L'uso dei riduttori di tensione elettrostatici accoppiati con voltmetri elettrostatici può presentare degli errori quando le armature dei condensatori portano delle cariche di elettricità residue che si sommano a quella di linea alterando il valore del rapporto di riduzione. Si può eliminare questo inconveniente disponendo una grande resistenza in parallelo col condensatore di maggiore capacità.

Il valore massimo di una tensione alternativa si può misurare a mezzo di un raddrizzatore di corrente che lasci passare soltanto le semionde di uno stesso segno dirette allo strumento di misura, di solito si mette in parallelo con questo un condensatore di una capacità abbastanza rilevante. Se il raddrizzatore ha una certa capacità interna si ha una causa di errore in quanto questa capacità si somma a quella del condensatore di bassa tensione del riduttore elettrostatico; il rapporto di questo ne risulta perciò alterato. Per eliminare tale inconveniente bisognerà scegliere un tipo di valvola che abbia una piccola capacità interna; oltre a ciò la valvola non deve lasciare passare corrente al circuito di placca quando la tensione si annulla o diventa negativa. L'isolamento dei condensatori e del voltmetro elettrostatico deve essere sempre ottimo. La forma d'onda ha in generale una scarsa influenza sulla misura del valore massimo; si valuta che l'errore non superi il 0,5 % quando la forma d'onda è triangolare rispetto al valore che si avrebbe con un'onda sinusoidale. Un altro metodo di misura del valore massimo è quello di raddrizzare la corrente assorbita da un condensatore fra le armature del quale è applicata la tensione da misurare; la corrente raddrizzata viene misurata con amperometro a corrente continua; la deviazione di questo risulterà proporzionale al valore medio della tensione alternata. L'approssimazione della misura può scendere anche al 0,1 % purchè l'impedenza del raddrizzatore sia piccola e la forma d'onda sia sinusoidale. Il metodo non si presta quando la forma d'onda non è simmetrica o presenta più di un massimo in ogni semionda. Con tensioni perfettamente sinusoidali i due metodi permettono di valutare il valore massimo con delle differenze che non superano il 0,2 % del massimo stesso. *I. L.*

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

R. BRUDERLINK — **Sull'avviamento dei motori.** (E. u. M., n. 22, 1 giugno 1930).

Il calore totale generato nel rotore durante l'avviamento di un motore asincrono con indotto in corto circuito è eguale all'equivalente termico dell'energia accumulata dalla parte rotante del motore.

L'A. dimostra che la formula di Rüdenberg $A_2 = ½ \; (2 \pi n_1)^2 J$,

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

esprimente tale proprietà, si può ricavare senza fare alcuna ipotesi sull'andamento della coppia del motore. La dimostrazione parte dall'equazione di equilibrio fra la potenza impressa al rotore e la somma dell'energia meccanica utilizzata e quella dissipata. Le espressioni trovate dimostrano che la proprietà, oltre che per i motori con indotto a gabbia di scoiattolo, è valida anche per altri tipi di motori asincroni e per il motore a corrente continua eccitato in derivazione. L'analogia di comportamento tra quest'ultimo motore e quello asincrono è spiegata dal fatto che in entrambi la coppia è proporzionale alla potenza impressa al rotore, la quale si divide in due parti che stanno fra loro in un rapporto costante, ed infine, dall'esistenza di una velocità finale in corrispondenza della quale, la corrente del rotore, la coppia e la potenza impressa all'indotto sono nulle. Questa analogia non sussiste per il motore a corrente continua in serie, per il quale la legge di Rüdenberg non è più soddisfatta. *V. D. Ma.*

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

G. B. Warren — **Recenti progressi e possibili futuri sviluppi riguardanti l'economia del funzionamento di grandi turbine a vapore negli Stati Uniti d'America.** Parte I. (Gen. Elec. Rev., agosto 1930, pag. 434).

Nello sviluppo delle grandi turbine a vapore negli Stati Uniti d'America, con particolare riguardo alle costruzioni della G. E. Co., si possono oggi riscontrare le seguenti direttive: 1) aumento della potenza unitaria; 2) aumento della potenza specifica riferita all'unità di superficie di scarico nell'ultimo salto; 3) applicazione di cicli di maggior rendimento; 4) aumento del rendimento del gruppo derivante da miglioramenti di progetto.

La scelta del tipo di turbina e delle condizioni fondamentali d'impianto è prevalentemente un problema di massima convenienza economica, e soltanto quando si abbia parità da questo punto di vista, entrano in campo coefficienti di altra natura.

Riguardo alle pressioni di ammissione sembra che in avvenire quelle più adottate saranno comprese in due gruppi: 20 ÷ 30 atm. e 70 ÷ 90 atm.

La scelta del tipo di turbina (mono o multicilindrica) dipende dalle specifiche condizioni d'impianto, tenuto presente che la turbina monocilindrica ha un costo proprio minore e richiede minor spazio e perciò minori fondazioni nonchè edifici meno costosi, ma ha un minor rendimento. In base all'esperienza già fatta, sembra che fino a 80.000 kW, a 40 atm. ed a 400° sia preferibile la turbina monocilindrica; l'altro tipo si rende necessario, non solo quando i dati superano quelli specificati, ma soprattutto quando sia necessario il surriscaldamento intermedio.

Per gli impianti ad alta pressione le tendenze si vanno delineando verso due tipi di impianti: 1) gruppi ad a. p. preinseriti ad impianti a b. p. esistenti; carico base affidato ai gruppi ad a. p. preinseriti; conseguentemente loro funzionamento a potenza e contropressione costanti; 2) gruppi ad a. p. impiantati *ex-novo* con corrispondenti gruppi a b. p.: funzionamento del tutto ordinario della turbina bicilindrica ad assi indipendenti così costituita: conseguentemente pressione di passaggio fluttuante col carico.

Quando occorra installare un gruppo policilindrico in uno spazio deficiente, si ricorre con successo al tipo « vertical-compound » costituito da due gruppi ad assi indipendenti paralleli e sovrapposti verticalmente.

Una serie di mezzi posti in atto per aumentare il rendimento (ed anche qualche maggior perdita cinetica ammessa) hanno dato per risultato collaterale l'aumento della potenza riferita all'unità di area di scarico, ossia l'aumento della potenza totale d'impianto. Questo è stato determinato non tanto da aumento di potenza di centrali, quanto dalle interconnessioni fra molte di esse in grandi reti.

Una rassegna delle più recenti costruzioni può dare un'idea della situazione attuale. Le turbine monocilindriche raggiungono potenze di 80.000 kW a 1800 giri con pressioni di 30 atm. e di 40.000 kW pure a 1800 giri con pressioni di 42 atm. La potenza unitaria di 160.000 kW a 1500 giri è raggiunta con una turbina bicilindrica uniassica a doppio scarico. Applicando il surriscaldamento intermedio con potenze simili si adottano turbine tricilindriche ad assi indipendenti con un corpo di a. p. e due di b. p. in parallelo; per potenze minori (52.500 kW) è sufficiente dividere la turbina in due parti creando un gruppo bicilindrico uniassico a scarico unico. La potenza « record » di 208.000 kW è stata ottenuta con una turbina tricilindrica ad assi indipendenti coi due corpi di b. p. a doppio scarico. Per le alte pressioni si adottano turbine schematicamente simili a quelle descritte, salvo nei casi in cui le condizioni d'impianto impongano l'adozione dei gruppi bicilindrici ad assi sovrapposti già citati. *C. G. E.*

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

R. M. Wilmotte — **La distribuzione dell'irradiazione delle antenne nei piani verticali.** (J. I. E. E., Londra, settembre 1930, pag. 1191).

Per le sue ricerche sperimentali l'A. si è servito di un aeroplano che attraversando il campo circostante all'antenna permetteva di rilevarne l'intensità in ogni punto molto rapidamente. La stazione ricevente era montata sul velivolo e comprendeva un radioricevitore ed un millivoltmetro registratore per misurare l'ampiezza dei segnali emessi dall'antenna. L'aeroplano doveva muoversi secondo una linea retta inclinata sull'orizzonte e passante per il sostegno dell'aereo, il pilota poteva correggere la sua rotta ricevendo dei segnali convenzionali che la stazione emetteva ogni 10″ in base ai rilievi fatti da terra. La posizione del velivolo lungo la sua rotta veniva determinata a mezzo di un teodolite ogni 10″. L'aereo che serviva alla trasmissione era teso orizzontalmente a 27,5 m da terra; una parte dell'energia si irradiava verso l'alto ed un'altra parte verso il basso, questa si rifletteva contro la terra e ritornava verso l'alto a sommarsi con la prima.

Le curve segnate dall'apparecchio registratore sono state riportate su un sistema di assi cartesiani facendo le seguenti ipotesi: che l'intensità del campo in un punto dello spazio attorno all'antenna trasmittente sia inversamente proporzionale alla sua distanza dall'antenna e che la lunghezza dell'aereo ricevente sia piccola rispetto alla lunghezza d'onda usata (entrambe queste ipotesi sono state confermate da successivi esperimenti). L'intensità del campo segnata in una scala arbitraria, in funzione dell'angolo che il raggio emesso forma con la verticale, scende diverse volte a valori minimi (quasi nulli) facendo variare il suddetto angolo da 0 a 90°. Le esperienze sono state eseguite con una lunghezza d'onda di 41,2 m ed hanno confermato l'esistenza dei minimi previsti dalla teoria.

Le prove sono state ripetute anche con una lunghezza d'onda di 22 m ottenendo analoghi risultati. In generale si osservano in tutte le curve trovate delle deviazioni rispetto alle curve teoriche; l'A. ritiene che esse siano causate dalla presenza di conduttori immersi nel terreno circostante all'antenna trasmittente, e in causa dei quali la distribuzione del campo elettromagnetico risulterebbe alterata. *I. L.*

TRASFORMATORI.

K. K. Palueff — **Effetto delle tensioni transitorie nei trasformatori.** (J. A. I. E. E., agosto 1930, pag. 670).

Proseguendo una serie di studi sull'argomento, l'A. si occupa del comportamento, rispetto alle sovratensioni, dei trasformatori, sia di tipo a nucleo che a mantello, con neutro isolato oppure messo a terra attraverso impendenze di varie caratteristiche.

Nei trasformatori a neutro isolato le onde di sovratensione di origine atmosferica producono spesso l'elevazione della tensione dell'intero avvolgimento compreso il neutro ad un valore eguale almeno alla tensione applicata; le sovratensioni provenienti da manovre di interruttori possono anch'esse elevare la tensione di tutto l'avvolgimento, neutro compreso, a un valore notevolmente superiore a quello di linea; esperienze eseguite con onde del tipo di quelle derivanti dalle manovre di interruttori hanno rivelato agli oscillogrammi tensioni eguali a quattro volte quella di linea.

L'inserzione di resistenza, o induttanza o capacità nel collegamento del neutro a terra, contribuiscono a ridurre le sovratensioni interne soltanto quando sono verificate certe relazioni che l'A. precisa fra l'impedenza del collegamento a terra, le caratteristiche del circuito del trasformatore e la forma d'onda di sovratensione; in tal caso le sovratensioni interne possono essere ridotte all'ordine di grandezza di quelle di un trasformatore con neutro direttamente a terra. A questo proposito l'A. indica il modo di costruire un apparecchio, che chiama « impedor » il quale pur presentando, alla frequenza normale, una impedenza voluta qualunque, si comporta rispetto alle frequenze proprie delle onde di sovratensione come se avesse impedenza zero.

Questo « impedor » può essere convenientemente usato per la messa a terra del neutro dei trasformatori antioscillanti i quali, come è noto, sono progettati per neutro direttamente a terra, senza di che si comportano presso a poco come i trasformatori ordinari; l'inserzione dell'impedor lascia inalterate le particolari caratteristiche del trasformatore antioscillante. *R. S. N.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

B. Koetzold — **Servizio meteorologico nell'esercizio di grandi reti ad alta tensione.** (E. T. Z., n. 34, del 21 agosto 1930, pag. 1189).

L'A. mostra nell'articolo quali vantaggi possano derivare alla sicurezza dell'esercizio di linee ad alta tensione dall'adozione di servizi meteorologici preannunziatori dei temporali: questo è stato dimostrato praticamente dai provvedimenti presi dalla « Thüringische Landeselecktrizitätsversorgung A. G. Thüringerwerk » le cui reti ad alta tensione attraversano tutto il territorio della Turingia: appena l'ufficio meteorologico avverte che un temporale si sta avvicinando alla Turingia, manda un dispaccio di avviso alla direzione dell'esercizio, la quale può così prendere le misure necessarie per eliminare i pericoli di sovratensioni sulla rete. In tal modo, da quando il servizio è stato istituito, nell'estate del 1928, si può dire che nessun temporale è giunto inaspettato, ma è sempre stato preavvisato almeno due ore prima.

Quando è preannunciato un temporale, il personale, che si trova in riposo o in riserva, deve immediatamente assumere il suo posto di guardia e la rete viene poi divisa metallicamente, senza per altro interrompere il funzionamento in parallelo. *T. S.*

R. E. Jones — **La costruzione delle linee rurali nell'Ontario.** (J. A. I. E. E., luglio 1930, pag. 550).

La distribuzione di energia elettrica nei distretti rurali nella provincia di Ontario (Canadà) ha preso un grande sviluppo tanto che si contano quasi 8000 chilometri di circuiti primari. L'A. riporta una quantità di notizie intorno alle particolarità di installazione di questa rete di linee. Da prima la distribuzione era fatta mediante rete pri-

maria alla tensione di 4000/2300 V ma dal 1926 si cominciò a fare uso di tensione più elevata e precisamente 8000/4600 V. Sono ormai in esercizio circa 700 chilometri di linee a questa tensione le quali non hanno dato luogo ad alcuna maggiore spesa o difficoltà per la loro manutenzione.

Di grande importanza economica è la scelta opportuna della lunghezza delle campate; si cominciò con campate di 55 metri; attualmente molte linee sono in esercizio con campate da 80 metri. Si è trovato conveniente l'uso di conduttori di alluminio, rinforzati in acciaio, perchè permettono campate più lunghe e sono più resistenti a carichi accidentali che quelli di rame.

Le palificazioni sono in legno, spesso non impregnato. La distribuzione alle utenze è fatta a 115/230 V, tensione ricavata mediante trasformatori per lo più del tipo a palo. Sono anche installati oltre 200 chilometri di cavo per le linee ad alta tensione primarie a 4000/2300 volt; l'uso del cavo si è dimostrato molto utile sia per gli attraversamenti sia nei tratti di linea che devono passare accanto a grandi alberi che non si possono abbattere. *R. S. N.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

VON STRITZL — **L'elettrificazione delle ferrovie dell'India britannica.** (E. T. Z., n. 32 del 7 agosto 1930, pag. 1135).

La rete delle ferrovie indiane raggiunge una lunghezza complessiva di circa 75.000 km: di questi, due terzi sono allo scartamento ordinario di m 1,676, il resto è allo scartamento di m 1. I primi tentativi di elettrificazione furono fatti nel 1912: attualmente vi sono quattro gruppi di linee elettrificate: 1) linee a carattere suburbano nei dintorni di Bombay; 2) linea di valico della catena occidentale del Rand; 3) tronco suburbano Bombay-Borioli; 4) tronco suburbano Madras-Tambaram.

Nel 1929 erano stati elettrificati complessivamente 252 km di linee ed erano in corso di elettrificazione altri 110 km. I tronchi intorno a Bombay vengono alimentati dalla rete a 100 kV della Tata Hydroelectric Power Supply Co. e da una centrale termica appositamente costruita e di proprietà delle ferrovie. Le linee attorno a Madras sono alimentate pure da centrale termica con una linea a 5000 volt. Il sistema di elettrificazione scelto su tutte le linee è a 1500 volt, corrente continua. Circa il materiale mobile, vi sono oltre 60 locomotori per viaggiatori e merci, di tipi diversi, adottati ancora in via sperimentale, e numerose automotrici. *T. S.*

W. KLEINOW — **I locomotori della Zugspitzbahn in Baviera.** (El. Bahnen, n. 8, agosto 1930).

La ferrovia dello Zugspitz collega Garmisch, a 700 m sul livello del mare, con Schneeferner a 2650 m. Il primo tronco, ad aderenza, è lungo 18,47 km, presenta una pendenza massima del 37 ‰ ed ha uno scartamento di 1 m. Il secondo tronco, a cremagliera « Riggenbach », è lungo 1,1 km e presenta una pendenza massima del 250 ‰. La ferrovia è stata elettrificata con corrente continua a 1500 V; la linea di contatto è alimentata da una sottostazione equipaggiata con raddrizzatori a vapore di mercurio che convertono in continua la corrente trifase 8500 V, 50 per/sec.

Lungo il primo tronco, il servizio è disimpegnato da locomotori ad aderenza a due assi la cui cassa comprende una cabina di manovra centrale e due cofani laterali. L'equipaggiamento elettrico comprende due motori tipo « tram » da 112 kW orari a 20 km/h e 74 kW continuativi a 22,5 km/h, nonchè tutti i dispositivi di comando, controllo e misura. Fra questi sono da ricordare: il pantografo, una bobina di self ed uno scaricatore di protezione, un interruttore di massima, due contattori, il controller a 10 posizioni, un corredo di resistenze d'avviamento in ghisa, un gruppo moto-pompa a vuoto per il freno Hardy, un gruppo moto compressore a 5,5 ÷ 7 atm. l'impianto di illuminazione con lampade derivate dalla tensione di linea, l'impianto di riscaldamento ed, infine, un dispositivo di sicurezza.

I locomotori a dentiera sono a 2 assi aderenti e 4 assi con ruota dentata che ingrana colla dentiera. I tre motori di trazione da 170 kW orari a 1500/3 V, 860 giri/min. sono sopraelevati e montati nell'interno della cassa. Il pignone di ciascun motore, montato sull'albero con giunto a frizione, comanda un albero intermediario, il quale, con trasmissione bilaterale e dentatura obliqua, trasmette il moto al tamburo dentato. La corrente viene captata alla linea di contatto con un pantografo a due pattini: due archetti montati alle due estremità del tetto della cassa hanno lo scopo di liberare, alla occorrenza, il filo di contatto dalla neve o dal ghiaccio. Completano l'equipaggiamento elettrico il controller di comando e tutte le apparecchiature normali.

Le caratteristiche meccaniche dei due tipi di locomotori, che l'A. descrive ampiamente, si possono così riassumere:

Lunghezza dei respingenti . . .	mm	6900	6300
Larghezza massima	»	2600	2600
Diametro delle ruote aderenti . .	»	1200	600
Diametro delle ruote motrici dentate		—	796
Rapporto di trasmissione		1 : 6,06	1 : 12.7
Peso in ordine di marcia . . .		27	28.7
Potenza oraria	kW	224	510
Potenza continuativa	»	148	360
Velocità massima	km/h	50	9

V. D. Ma.

CRONACA

APPLICAZIONI TERMICHE.

Il trattamento termico degli alberi di acciaio si può fare con vantaggio usando l'energia elettrica (*The El. J.* settembre 1930, pag. 511). Gli alberi vengono immersi in un bagno di piombo fuso e mantenuto alla temperatura di 760° C mediante delle resistenze elettriche con un impegno complessivo di 65 kW; le resistenze sono disposte attorno alla vasca fatta di nichel-cromo (avente le seguenti dimensioni 0,3 m di larghezza e di profondità e 1,5 m di lunghezza) appese alle murature di refrattario che la circondano. Il rinvenimento dell'acciaio si compie in un'altra vasca contenente dei sali fusi alla temperatura di 300° C in modo da dare ai pezzi quella tinta bluastra caratteristica; la potenza necessaria per scaldare questo bagno è di 57 kW, la vasca ha una lunghezza di 1,17 m. La temperatura nelle due vasche è mantenuta costante rilevandone il valore a mezzo di coppie termoelettriche tanto da garantire delle oscillazioni, attorno al valore medio, inferiori ai 10° C. La produzione media di questo impianto durante quattro mesi di prova è stata di 1435 assi temperati per ogni mese e per ogni vasca. Il riscaldamento elettrico dei bagni si presenta più vantaggioso economicamente di quello a gas per la sua facilità di regolazione e dà inoltre un prodotto di durezza più uniforme. *I. I..*

APPLICAZIONI VARIE.

Un *nuovo tipo di rivelatore « pick-up »* elettrodinamico che è particolarmente adatto pei film sonori che usano l'incisione grammofonica e che può anche essere trasformato in apparecchio incisore, è stato presentato alla seduta 15 gennaio 1931 dall'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere dall'Ing. G. Giulietti del Politecnico di Milano. Gli apparecchi analoghi finora in uso sono del tipo a bobina fissa e armatura magnetica mobile; una imperfezione che essi in generale presentano consiste nel fatto che verificandosi, durante il loro funzionamento, continue modificazioni nella distribuzione delle linee di forza e nella riluttanza, è difficile che la riproduzione corrisponda in modo perfetto alla curva incisa sul disco. Questo inconveniente è eliminato nel nuovo pick-up che è costituito essenzialmente di una bobina mobile senza nucleo magnetico collegata alla punta esploratrice; mentre la punta si sposta sul disco, la bobina si sposta in un campo magnetico uniforme e, guidata in modo speciale, diviene sede di forza elettromotrice d'induzione, variabile con legge che risponde perfettamente agli spostamenti subiti dalla punta: la riproduzione fonica riesce quindi molto chiara e precisa.

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

R. Rüdenberg riassume in *E. u. M.* del 22 giugno 1930 alcuni risultati sperimentali che hanno condotto alla determinazione di un coefficiente adatto per il calcolo della *corrente di corto circuito* di un generatore, in funzione della reattanza di dispersione. L'A. richiama un suo precedente lavoro (*E. u. M.*, n. 43, 1925) e mette in rilievo l'importanza del tipo di alternatore e della presenza o meno di smorzatore nel rotore agli effetti delle correnti di corto circuito. *V. D. Ma.*

Una comunicazione di Th. Bödefeld, all'Istituto Elettrotecnico del Politecnico di Karlsruhe, sulle *oscillazioni proprie delle macchine sincrone*, è riportata in *E. u. M.* del 20-27 giugno 1930. Nella memoria dell'Autore, condotta con criteri rigorosamente matematici, è messa in particolare rilievo l'influenza della dispersione del campo sul fenomeno delle oscillazioni pendolari; la trattazione si può ritenere più generale di quelle di Dreyfus e Rogoroski sull'argomento. I risultati teorici ottenuti sono confermati dagli esperimenti effettuati sopra un motore trifase. *V. D. Ma.*

IMPIANTI.

L'*Influenza del carico* sul rendimento medio di una centrale termica è esaminata e discussa da J. Hok in *E. u. M* del 27 luglio 1930. L'A. dimostra che fra le due grandezze non si può rigorosamente stabilire una diretta legge di dipendenza notando che ha importanza particolare, agli effetti del rendimento, una razionale utilizzazione delle caldaie. Il conveniente aggruppamento di queste influisce sul rendimento medio in una misura che può essere valutata, almeno con approssimazione, mediante una formula riportata dall'A. *V. D. Ma.*

Nel numero di luglio di *A.E.G. Metteilungen* è esaminata *la posa delle condutture e dei cavi nell'interno delle centrali elettriche* della quale è superfluo rilevare l'importanza somma per il funzionamento del servizio. Dopo l'esposizione dei principii ai quali deve informarsi il progetto, nell'articolo sono esaminate alcune realizzazioni fatte in centrali importantissime come la « Schulau » dell'« Elektrizitätswerk Unterelbe A. G. », la « Klingenberg » della « B.E.W.A.G. », e la « Else » della « Bayernwerk A. G. » nelle quali i cavi sono stati posati in canali speciali: corridoi sotterranei, oppure tombini accessibili dall'alto, secondo il numero di cavi da alloggiare. Per la necessaria aera-

zione i canali sono prolungati fino all'esterno e chiusi da griglie. Analogamente per la rete dei cavi di comando e di misura che sono riuniti in gruppi determinati e posati orizzontalmente su supporti distinti.

A. Bs.

Alcuni dispositivi che realizzano il *comando ed il controllo a distanza degli impianti elettrici* sono descritti in *E. u. M.* del 3 agosto 1930. L'A. accenna, in modo particolare, come può essere realizzato semplicemente il comando a distanza di trasformatori di regolazione, inseritori a gradini, interruttori, ecc., nonchè la segnalazione di relais di terra, di relais Buchholz, di altri relais di protezione e la misura delle grandezze elettriche che interessano gli impianti.

V. D. Ma.

MATERIALI.

Una nuova lega per cuscinetti, che possiede la singolare qualità di fornire da sè la lubrificazione occorrente, ha suscitato notevole interesse negli Stati Uniti. Motori ad azione intermittente (come, per esempio, motorini d'avviamento per automobili), muniti di questi cuscinetti, funzionano ora senza alcun lubrificante, mentre i motori per servizio continuo non richiedono che uno strato sottilissimo di lubrificante e possono continuare a funzionare per lungo tempo anche se la lubrificazione fosse diventata insufficiente. La nuova lega, crata dalla Westinghouse, offre un'altissima resistenza all'azione riscaldante dell'attrito, e viene realizzata combinando alcune polveri metalliche con sostanze grasse sotto la pressione di circa 2800 kg/cm² che viene poi gradualmente portata a 14.000 km/cm², mentre la temperatura raggiunge 200° C. Questi cuscinetti vengono ora montati sulle macchine rotanti meccaniche ed elettriche per le più svariate applicazioni: dagli aeroplani alle macchine da scrivere, dai piroscafi ai telescopi, ecc.

A. P.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Della proprietà del prisma di raddrizzare le immagini invertite dalle lenti è stata di recente fatta una applicazione a un *nuovo tipo di stroboscopio.* Per l'analisi del movimento di una macchina i dispositivi usati, come il disco stroboscopico o la lampada al neon, permettono di studiare un punto per volta del ciclo, mentre il metodo della camera oscura ultrarapida permetterebbe di fotografare diverse posizioni durante un ciclo, ma l'equipaggiamento è costoso e l'analisi delle fotografie non sempre facile.

Questi apparecchi sono usati per meccanismi, nei quali il ciclo si completa in uno o più giri; se il ciclo non si ripete, è necessaria una continua osservazione dell'apparecchio. E' stato studiato perciò un sistema che viene descritto nella *Gen. El. Rev.* dell'ottobre 1930 (p. 566) e che è basato sull'uso di un prisma raddrizzatore nell'interno di un supporto a sfere, in modo che il centro del campo visivo nella porzione raddrizzata sia concentrico con l'asse di rotazione del prisma. Se un oggetto viene guardato attraverso il prisma e quest'ultimo ruota di un certo angolo, la sua immagine ruota di un angolo doppio di quello del prisma, nello stesso senso; se però contemporaneamente si ruota l'oggetto di un angolo doppio di quello del prisma, la sua immagine non si sposta. Con questo dispositivo si può realizzare uno stroboscopio a visione continua.

Laboratorio per prove ad altissime tensioni. Nel n. 79 (giugno 1930, pag. 47) della Rivista « World Power » è descritto l'impianto che la Società Prodotti di Steatite e Porcellana di Stourport ha costruito per le prove su isolatori e catene di isolatori.

I laboratori hanno sede in un edificio costruito appositamente e costituito da un salone centrale a pianta rettangolare adiacente al quale, su tre lati, si sviluppano i fabbricati secondari. Il salone centrale, nel quale sono installati i trasformatori ad alta tensione, non ha alcuna finestra e costituisce una grande camera oscura atta all'osservazione delle scariche luminose, effetto corona, ecc. Nei fabbricati secondari trovano posto oltrechè il locale macchine:

il laboratorio meccanico, fornito di potente macchinario per le prove alla trazione, compressione, flessione e torsione;

la camera della nebbia, così detta perchè è costituita da un ambiente perfettamente stagno (osservabile dal salone centrale attraverso un'ampia vetrata) nel quale le prove su isolatori possono essere riprodotte nelle volute condizioni di pesanti nebbie, nebbie salate, pioggia, fumo, fuliggine, ecc.;

In tutti i laboratori dove si devono fare prove sotto tensione, l'alta tensione è trasmessa dal salone centrale mediante un sistema di sbarre sospese al soffitto. Un sistema di blocco non permette la contemporanea messa sotto tensione delle sbarre appartenenti a più di un laboratorio, e sullo stesso sistema di blocco agiscono pure i relais comandati dalla apertura e chiusura delle porte di accesso ai locali sotto tensione.

Per le prove sono disponibili le seguenti tensioni:

a) corrente alternata a frequenza normale 1.000.000 V effettivi (fra i poli o verso terra);
b) corrente ad alta frequenza 1.500.000 V max (verso terra);
c) tensione per prove ad impulso 1.800.000 V max.

L'alta tensione a frequenza normale è ottenuta mediante due trasformatori « Ferranti » da 450 kVA connessi in cascata e isolati verso terra, mediante sostegni di porcellana, l'uno per una tensione di 250 kV, l'altro per una tensione di 750 kV. I due trasformatori sono alimentati da un generatore monofase a 6000 V (500 kVA) la cui eccitatrice è a sua volta eccitata da una batteria di accumulatori. Oltre ad una regolazione accurata, è prevista l'inversione della corrente di eccitazione allo scopo di ridurre a zero la tensione del generatore.

All'alta tensione ed alta frequenza, provvede un trasformatore di Tesla, avente il primario isolato in aria ed il secondario (alta) in olio. L'alimentazione del trasformatore può essere effettuata con corrente alternata ed allora si ottengono 100 treni d'onda al secondo, oppure con corrente unidirezionale e la frequenza può allora essere variata a piacere. Per questo impianto è previsto il raddoppiamento della tensione.

Per le prove ad impulso l'alta tensione è ottenuta mediante un sistema di condensatori che riuniti in parallelo per la carica, vengono poi connessi in serie per la scarica.

La descrizione è completata con la rassegna dei mezzi di cui è dotato il laboratorio atti a facilitare il lavoro di ricerche e cioè, installazioni per lo spostamento di pesanti isolatori e catene d'isolatori, vasche per le prove nell'olio, dispositivo per le prove sotto l'influenza di archi di grande potenza, ecc.

R. Ga.

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

La questione della *corrosione del materiale refrattario usato per il rivestimento dei focolari delle caldaie,* causata dalle scorie del carbone, è esaminata da *A. E. G. Mitteilungen* nel numero di giugno 1930. Tale corrosione è naturalmente dipendente dal tipo di carbone impiegato, e quindi per ogni carbone va scelto il materiale più adatto. L'articolo esamina appunto le prove a ciò necessarie, durante le quali le scorie sono riscaldate per un tempo abbastanza lungo insieme al materiale refrattario per constatare poi se la scoria è penetrata nel refrattario, oppure se l'ha attaccato. Fotografie fatte durante le prove mostrano chiaramente l'influenza del carbone, del refrattario, e della temperatura, sul grado di corrosione. Inoltre si osserva che le scorie di uno stesso carbone si comportano in modo differente secondo il modo di produzione. Questi fenomeni sono spiegati per mezzo di curve di rammollimento delle scorie stesse.

A. Bs.

TRASFORMATORI.

Un contributo alla costruzione del *diagramma circolare del trasformatore in aria* è portato da G. Hauffe in *E. u. M.* del 29 giugno 1930. L'A. parte dalle equazioni vettoriali di equilibrio fra le f.e.m. dei circuiti primario e secondario e risale all'equazione vettoriale del cerchio. Il risultato è interessante perchè porta alla deduzione immediata del diagramma di Ossanna per il motore asincrono.

V. D. Ma.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

La New York Edison Company ha da alcuni anni in esercizio una *piccola sottostazione trasportabile* costituita da un trasformatore normale da 37,5 kVA montato su apposito carrello. Questa sottostazione è molto utile per sostituire sottostazioni fisse in caso di cambio e di riparazione dei trasformatori di distribuzione, generalmente del tipo da palo. Inoltre essa viene utilizzata anche per disgelare le condotte di acqua ghiacciate, e per riforzare il servizio nel caso di feste, cerimonie od altro. Nel caso di guasti improvvisi ai trasformatori, essa permette al personale di ristabilire immediatamente il servizio isolando il trasformatore guasto senza dover ricorrere ad una squadra di operai, il che, specialmente di notte, riuscirebbe più lento e più costoso.

C. G. E.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Gli *autobus elettrici con doppio trolley* sono stati recentemente introdotti a Chicago nel ragguardevole numero di 55 esemplari (*The El. J.* settembre 1930, pag. 522). L'autobus è montato su pneumatici e i due trolley appoggiano su 2 fili aerei collegati ai poli di un generatore di c. c.; la propulsione della vettura è assicurata da 2 motori da 37 kW di tipo molto veloce e leggero (pesano circa il 40 % di un motore normale per tram della stessa potenza) completamente sospesi sulle molle della vettura. L'avviamento e la regolazione della velocità sono comandati a pedale come nelle automobili con l'intermediario di un servomotore elettrico che agisce direttamente sui reostati corrispondenti; con un comando a mano si può realizzare l'inversione di marcia e la frenatura dinamica della vettura; in quest'ultimo caso i motori devono essere staccati dalla linea e collegati ad una resistenza in modo da farli funzionare da dinamo a spese dell'energia cinetica della vettura. Il peso medio dell'autobus per 40 passeggeri compresi i motori stà fra 7.250 e 8.200 kg; l'accelerazione massima è di circa 4 km/ora per sec.; la velocità massima è di 55 km/ora, la velocità media, e tenuto conto di 5 fermate ad ogni km di 8 secondi ciascuna, è di 22 km/ora. Il consumo medio di energia per questo servizio è compreso fra 1,25 e 1,40 kWh per km in piano.

Il costo per la manutenzione dell'autobus a trolley è minore rispetto al tipo a benzina ed è di circa 0,60 lire al km e per vettura. Questo sistema di trazione richiede una spesa d'impianto maggiore rispetto alla trazione a benzina e minore rispetto al tram; la spesa di esercizio è pure compresa fra i valori soliti per i due sistemi ora detti e di uso più frequente.

I. L.

AEI

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO.

Riunione del 16 febbraio 1931.

La sera del 16 febbraio, davanti ad un uditorio numeroso che affollava il salone Sociale di via San Paolo 10, il socio Ing. Prof. Comm. **Angelo Barbagelata** tenne l'annunciata comunicazione **« Sulla misura delle perdite per via calorimetrica e sulla misura delle temperature nelle macchine elettriche »**.

Dopo che il Presidente, Ing. *Manfredi,* gli ebbe rivolto un cortese saluto, compiacendosi vivamente per il numeroso e scelto uditorio che l'annuncio della Sua comunicazione aveva richiamato (opportuno richiamo per l'Assemblea Generale che avrebbe seguito poi), il Prof. Barbagelata inizia il suo dire. Ricordate la genesi e le caratteristiche del *metodo calorimetrico per la misura delle perdite* delle macchine elettriche e le difficoltà e le lungaggini derivanti dalla necessità di determinare la portata dell'aria di ventilazione mediante una serie di misure di velocità, fatte generalmente coll anemometro, il Prof. Barbagelata espone una variante del procedimento, con la quale tanto la misura delle perdite che quella della portata sono desunte per semplice proporzionalità da facili misure di resistenze ohmiche.

Il testo della comunicazione è stato pubblicato integralmente sul n. 8 del Giornale.

Passando al secondo argomento e cioè alla *misura delle temperature nelle macchine elettriche,* il Prof. Barbagelata ha premesso che quanto stava per esporre doveva considerarsi come una semplice notizia preliminare, per il fatto che le esperienze relative al nuovo procedimento di misura non hanno potuto ancora essere condotte a termine. Dopo avere ricordato le difficoltà che, con le moderne macchine di tipo chiuso, si incontrano per la misura delle temperature ed in particolare come il metodo « per resistenza » perda praticamente ogni valore per il fatto di dovere attendere per fare la misura che la macchina sia ferma, il Conferenziere illustrò alcuni schemi che permetterebbero di misurare la resistenza ohmica degli avvolgimenti sede di f.e.m. alternative. Gli schemi derivano dal concetto di generare per induzione, nel circuito di misura, una f.e.m. che sia sempre praticamente uguale ed opposta a quella indotta nell'avvolgimento sotto misura. Le prove finora eseguite, colla collaborazione dell'Ing. Piva, lasciano sperare di potere giungere a risultati soddisfacenti che saranno resi noti a suo tempo insieme con i particolari del procedimento.

Cessati gli applausi che salutarono l'Oratore alla fine della comunicazione, il socio, Ing. *Crivellari,* chiede se constasse essere stata attuata qualche applicazione sul sistema di misura dei rendimenti dei motori primi idraulici a mezzo di misure di temperature sull acqua, prima e dopo il motore idraulico.

Il socio, Ing. *Ratti,* a questo riguardo informa che non gli consta che il metodo sopradetto, proposto dal francese Barbillon, abbia avuto pratiche applicazioni. La differenza di temperatura, per cadute di 300 metri e con turbine di rendimento 0.80, si aggirerebbe attorno ai 0,6 decimi di grado centigrado e simili minime differenze di temperatura bastano da sole a spiegare la scarsa praticità del metodo.

Nessuno più chiedendo la parola, il Presidente vivamente ringrazia il Prof. Barbagelata per la interessante comunicazione, fatta colla consueta, limpida, avvincente chiarezza. Le mie parole, dice il Presidente, nulla potrebbero aggiungere alla fama di ricercatore, di sperimentatore, della quale tanto meritatamente gode il Prof. Barbagelata. Noi lo ringraziamo per la comunicazione fattaci, sia sulla variante al procedimento per la misura delle perdite col metodo calorimetrico, sia per la interessante notizia che Egli ci volle portare sul nuovo sistema della temperatura nelle macchine elettriche, da Lui ideato e tentato, formando l'auspicio sicuro che le ricerche e gli esperimenti in corso raggiungeranno quei risultati desiderati dagli sperimentatori e da noi, che stassera abbiamo avuto la fortuna di udire l esposizione del metodo dalla parola dello stesso ideatore.

Un lungo prolungato applauso sottolineò queste parole del Presidente.

Alla comunicazione del Prof. Barbagelata seguì l'*Assemblea Generale della Sezione,* di cui diamo in seguito il resoconto.

*

Assemblea Generale ordinaria - 16 febbraio 1931.

Dopo la Comunicazione del Prof. Barbagelata, di cui al precedente resoconto, ebbe luogo alle ore 22, colla presidenza dell'*Ing. Manfredi,* l'*Assemblea Generale Ordinaria* convocata col seguente Ordine del Giorno:

1° Comunicazioni della Presidenza;
2° Discussione ed approvazione del Rendiconto 1930 e del Conto Preventivo 1931;
3° Rinnovazione delle cariche sociali.

1. — *Comunicazioni della Presidenza.*

Presidente: Come per mesta consuetudine, il nostro pensiero si rivolge anzitutto ai Soci che sono mancati dalla nostra ultima Assemblea Generale del 27 gennaio 30 ad oggi:

Pomini Ing. Prof. Comm. Ottorino - Magatti Ing. Prof. Emilio - Simonetta Ing. Cav. Giuseppe - Grassi Prof. Francesco - Bonomi Ing. Comm. Gaetano - Perego Cav. Uff. Arturo - Anelli Ing. Ferdinando - Urbini Ing. Raffaele - Sabbatini Ing. Rinaldo - Oudin Maurice (New York) *- Rubini Ing. Riccardo - Alfisi Ing. Cav. Emanuele - Canzi Bruno - Mantica Giuseppe - Maragliano Ing. Guido.* Aggiungo il nome del *Prof. Aldo Pontremoli,* tragicamente unito alla Spedizione Polare Nobile e già commemorato in altra nostra riunione.

A questi cari Consoci scomparsi, ma tuttora presenti in ispirito agli animi nostri, perchè ad Essi ci univano e ci uniranno sempre la colleganza in questo Sodalizio, i vincoli di amicizia e la consuetudine di lavoro, vada un mesto riverente saluto; alle Loro famiglie le rinnovate condoglianze di noi tutti.

Il movimento dei Soci si riassume così:

Totale Soci alla data dell'ultima Assemblea (27-1-1930) .		N. 1525
Nuove iscrizioni durante l'anno	N. 111	
Soci provenienti da altre Sezioni	» 21	
		» 132
		N. 1657
a dedurre:		
Soci defunti	N. 16	
» dimissionari	» 68	
» morosi ed irreperibili	» 54	
» trasferiti ad altre Sezioni	» 25	
		» 163
Totale Soci ad oggi .		N. 1494
dei quali:		
Soci perpetui	N. 5	
» vitalizi (viventi)	» 31	
» collettivi	» 102	
» individuali	» 1.356	
		N. 1494

Abbiamo quindi, rispetto l'ultima nostra Assemblea Generale, una diminuzione di N. 31 Soci, poichè, malgrado il rilevante numero di nuove iscrizioni, esso è stato superato dalle perdite, particolarmente dovute alla necessaria cancellazione di morosi ed a dimissioni.

Il fatto della diminuzione, certamente dovuto alle particolari condizioni del momento, non può destare preoccupazioni e confido che il numero dei Soci di questa nostra Sezione non si limiterà ad oscillare intorno alla cifra, pur rispettabile, di 1500, ma che si affermerà invece l'incremento già segnato per il passato. A questo fine raccomando a tutti i Colleghi la più viva opera di propaganda per l'iscrizione di nuovi Soci, scelti fra persone che effettivamente si interessino allo sviluppo dell'elettrotecnica e dei rami affini della scienza e della pratica.

L'attività della nostra Sezione, nel periodo che va dall'ultima Assemblea ad oggi, fu veramente notevole.

Si ebbero, con quella di stassera, ben 30 riunioni, di cui:

N. 22 comunicazioni.
» 8 visite, compresa in queste la gita Sezionale.

Ringrazio ancora una volta i Colleghi che colle loro interessanti comunicazioni hanno tenuta viva in questo campo l'attività della nostra Sezione. Rinnovo ringraziamenti agli Enti ed alle Società che ci diedero modo di visitare i loro Stabilimenti od i loro lavori e che qui voglio ricordare: Società Marelli, Società Edison, Direzione Lavori Nuova Stazione Ferroviaria Milano, Società Acciaierie e Ferriere Lombarde. Particolari ringraziamenti porgo ancora al Consorzio delle Città di Rovereto e di Riva ed all'Ente Adige-Garda, la cortesia dei quali ci permise di visitare il nuovo impianto del Ponale nella indimenticabile gita al Lago di Garda effettuatasi il 19 giugno u. s.

Le riunioni riuscirono tutte numerose e di grande interesse ai partecipanti, ed è con vivo piacere che la Vostra Presidenza lo ha constatato.

Il riordino e l'aggiornamento della nostra *Biblioteca* è continuato anche quest'anno, e, come risulta dal rendiconto dell'anno testè decorso che fra breve sarete chiamati ad approvare, la spesa per la Biblioteca è stata di circa L. 9000. Un particolare ringraziamento rivolgo al Consocio Ing. Cenerini che ha continuato anche quest anno ad occuparsi attivamente di questa nostra Biblioteca.

Per quanto riguarda la *Sede,* d'accordo colla Presidenza della Federazione delle Società Scientifiche, si è addivenuti ad un accomodamento, rinnovando per un anno ancora l'affitto degli attuali locali e provvedendo, a spese della proprietaria Società del Giardino, alle indispensabili opere di riordino.

Il problema è naturalmente sempre aperto, e nel Rendiconto 1930 è previsto un altro accantonamento per la Sede.

Regolamento della Sezione. — La nostra Presidenza Generale si è rivolta a tutti i Presidenti di Sezione affinchè ognuna di queste abbia

un proprio Regolamento. Per conseguire una certa uniformità nella linea fondamentale di essi, la Presidenza Generale ha diramato fin dal novembre scorso uno schema di questo Regolamento interno da servire come traccia. Lo schema suddetto fu già esaminato dal Consiglio Direttivo di questa Sezione, ma, innanzi di definire il nuovo Regolamento e di sottoporlo in Assemblea al Vostro voto, si è creduto opportuno attendere che sia avvenuto il rinnovo delle cariche sociali, in considerazione specialmente che quest'anno deve essere rinnovata la Presidenza e sembra giusto che il nuovo Regolamento debba essere approvato dalla nuova che da Voi sarà eletta.

Aggiungo che, per quanto riguarda la nostra Sezione, lo schema del nuovo Regolamento non differisce di molto dal Regolamento attuale e, anche perciò, un ritardo nella sua approvazione per i motivi suddetti è sembrato possibile.

2. — *Discussione ed approvazione del Rendiconto* 1930 *e del Conto Preventivo* 1931.

Il *Presidente* prega il Segretario di dare lettura di essi.

L'*Assemblea* esonera il Segretario da questa lettura, dato che i Bilanci sono stati distribuiti tempestivamente e sono a perfetta conoscenza degli intervenuti.

Il *Presidente* pone in evidenza l'ottimo andamento finanziario della Sezione che appare dal Rendiconto 1930, il quale si chiude con un avanzo di L. 5427,85 dopo un accantonamento di L. 30.000 per la Sede sociale. Rilevasi dallo stato patrimoniale che il patrimonio al 31 dicembre 1930 è di L. 112.063.38, mentre gli accantonamenti per la Sede sociale hanno raggiunto la somma di L. 155.000.

Queste risultanze hanno consentito al Consiglio di aderire al desiderio espressamente manifestato da molti Soci, di ridurre le quote dei Soci individuali per il 1931, come da circolare già diramata alla fine del dicembre scorso e come risulta dal Preventivo per l'anno 1931. La riduzione è stata praticata in maggiore misura sulla quota dei Soci individuali non residenti, per avvicinarsi maggiormente alle quote fissate dalle altre Sezioni per la stessa categoria di Soci. Il Consiglio ha quindi fissate le quote per il 1931 salvo ratifica da parte dell'Assemblea e il Presidente fa presente che colla approvazione di questo Conto Preventivo è implicita l'approvazione delle nuove quote.

La riduzione delle quote ha come conseguenza una sensibile diminuzione nelle attività del futuro esercizio, dimodochè nel Conto Preventivo 1931 non si prevedono accantonamenti per la Sede. Si prevede però ugualmente un margine di utili di circa L. 13.000, e sulla destinazione di questa somma sarà deciso a suo tempo.

Chiede se qualcuno ha osservazioni da fare o ulteriori schiarimenti da richiedere circa il Rendiconto 1930, il Preventivo e lo stato Patrimoniale al 31 dicembre 1930.

Il Socio *Ing. Crivellari* chiede chiarimenti circa il contributo alla Sede Centrale, che gli vengono dati dal Presidente e confermati dal Prof. Barbagelata.

Presidente: Se nessuno più domanda la parola, pongo ai voti la approvazione del Rendiconto 1930, del Preventivo 1931 e dello stato Patrimoniale al 31 dicembre 1930.

L'Assemblea approva alla unanimità i bilanci suddetti e che qui sono riportati.

3. — *Rinnovazione delle cariche sociali.*

Presidente: E' l'ultima volta, o egregi Consoci che vi rivolgo la parola come Presidente di questa Sezione, essendo scaduto il triennio della carica alla quale la vostra benevolenza e fiducia mi hanno chia-

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA — SEZIONE DI MILANO

Rendiconto dell'anno sociale 1930

ENTRATA		Consuntivo 1930	Prevent. 1930
1. Contributi:			
N. 796 Soci indiv. resid. a L. 100	L. 79600,—		
» 511 » » non res. a » 90	» 45990,—		
» 57 » » all'est. a » 125	» 7125,—		
» 17 » studenti a » 50	» 850,—		
» 7 » coll. (Istit. cultura) a » 200	» 1400,—		
» 98 » » (Soc. Industr.) a » 350	» 34300,—		
» 1 » » (cessato nel 1930)	» 87,50		
» 33 » vitalizi	» 1560,—		
» 5 » perpetui... a L. 125	» 625,—		
	L.	171537,50	*171785,—*
N. 1525 Soci paganti 1930.			
2. Interessi attivi al 31 dicembre 1930	L.	10872,35	*10715,—*
TOTALE ENTRATE	L.	182409,85	*182500,—*
USCITA			
a) *Ordinarie:*			
1. Contributi alla Sede Centrale per:			
N. 1307 Soci individuali a L. 50,—	L. 65350,—		
» 57 » all'estero a » 95,—	» 5415,—		
» 17 » studenti a » 40,—	» 680,—		
» 105 » collettivi a » 150,—	» 15750,—		
» 1 » » (cessato nel 1930)	» 87,50		
» 23 » indiv. morosi (½ quote) a » 25,—	» 575,—		
» 4 Soci ind. mor. all'est. (½ quote) a L. 47,50	» 190,—		
	L.	88047,50	*87510,—*
2. Affitto, illuminaz., riscaldam. e servizi	» 22751,—		
3. Biblioteca: Period., libri e rilegature..	» 8905,—		
4. Amministrazione: Personale, posta, cancell., stamp., tasse e piccole	» 16665,30		
5. Spese per conferenze, visite (stamp., postali, ecc.)	» 9058,50		
6. Varie	» 1554,70		
	L.	58934,50	*74990,—*
b) *Straordinarie:*			
1. Accantonamento per sistemaz. Sede sociale	L.	30000,—	*20000,—*
TOTALE SPESE	L.	176982,—	
AVANZO ESERCIZIO 1930	»	5427,85	
Gennaio 1931. TOTALE	L.	182409,85	*182500,—*

Conto preventivo dell'anno sociale 1931

ENTRATA		Prevent. 1931
1. Contributi:		
N. 780 Soci individuali resid. a L. 90	L. 70200,—	
» 491 » individ. non resid. a » 75	» 36825,—	
» 60 » all'estero a » 125	» 7500,—	
» 30 » studenti a » 50	» 1500,—	
» 7 » collettivi (Istit. cult.) a » 200	» 1400,—	
» 95 » » (Soc. Ind.) a » 350	» 33250,—	
» 32 » vitalizi	» 1175,—	
» 5 » perpetui a L. 125	» 625,—	
	L.	152475,—
N. 1500 Soci paganti 1931.		
2. Interessi attivi al 31 dicembre 1931	L.	11525,—
TOTALE ENTRATE	L.	164000,—
USCITA		
a) *Ordinarie:*		
1. Contributi alla Sede Centrale per:		
N. 1271 Soci individuali a L. 50	L. 63550,—	
» 60 » all'estero a » 95	» 5700,—	
» 30 » studenti a » 40	» 1200,—	
» 102 » collettivi a » 150	» 15300,—	
	L.	85750,—
2. Affitto, illuminazione, riscaldam. e servizi	» 25000,—	
3. Biblioteca: Periodici, libri e rilegature	» 10000,—	
4. Amministrazione: Personale, posta, cancelleria, stampati, ecc.	» 18000,—	
5. Spese per conferenze, commissioni, ecc.	» 12000,—	
6. Varie a pareggio	» 13250,—	
	L.	78250,—
b) *Straordinarie:*		
— —		—
TOTALE	L.	164000,—

Stato Patrimoniale al 31 Dicembre 1930

ATTIVO:		
Contanti in Cassa	L. 237,93	
Conti Correnti presso Banca e Uff. Postale	» 270547,15	
Consolidato 5% (nom. L. 12800) al costo	» 11400,—	
	L.	282185,08
Contributi 1930 da esigere	» 855,—	
Anticipi Bilancio 1931	» 3494,55	
	L.	4349,55
	L.	286534,63

PASSIVO:		
Patrimonio al 31 Dicembre 1929	L. 106636,13	
Avanzo Esercizio 1930	» 5427,85	
	L.	112063,98
Accantonamenti per sistemaz. Sede sociale	»	155000,—
Conti a pagare	» 14382,65	
Contributi 1931, esatti nel 1930	» 5088,—	
	L.	19470,65
	L.	286534,63

PER MEMORIA:

Biblioteca:	
Spese al 31 dicembre 1929	L. 65370,10
Acquisti del 1930	» 8905,—
	L. 74275,10
Mobili	» 1,—
	L. 74276,10

I Revisori
Ing. G. B. BÒZZOLO - Ing. Prof. A. QUADRIO - Ing. C. SOLARI

Il Segretario
F. CARATI

Il Presidente
F. MANFREDI

Il Cassiere
G. A. RIGATTI

mato. Avendo già tenuto la Vice Presidenza per il triennio precedente, sono stato particolarmente legato a questa nostra Sezione per sei anni; ed il legame è valso a rendere più vivo in me, se possibile, l'affetto per questo nostro Sodalizio. L'attuale distacco, pure essendomi alquanto doloroso, è però necessario perchè, per il bene della Sezione, occorre rinnovare le persone, così come opportunamente prescrive lo Statuto.

Sono lieto di avere potuto imprimere, in questo triennio di Presidenza, una particolare attività a questa nostra Sezione che ben l'ha fatta figurare fra le altre, in mezzo alle quali già emerge per l'importanza del numero dei Soci e per il conseguente importante contributo finanziario che arreca alla Sede Centrale.

Ringrazio i Colleghi di Consiglio per la collaborazione datami ed in particolare il Vice Presidente, Ing. Bauchiero, che mi fu collaboratore intelligente e solerte, e ringrazio pure il Segretario Carati e l'attivo Cassiere, Ing. Rigatti. Rinnovo le lodi più vive, già altra volta fatte, al personale che coadiuva l'opera della Presidenza.

Ai Colleghi che scadono di carica aggiungo ai ringraziamenti i più cordiali saluti.

Cessano dalle cariche e non sono rieleggibili immediatamente alla stessa carica, salvo quanto in appresso indicato:

il *Presidente,* Ing. Francesco Manfrredi;
il *Vice Presidente,* Ing. Giuseppe Bauchiero;
il *Segretario* (rieleggibile) Ing. Filippo Carati;
due *Consiglieri di Sezione:* Ing. Comm. Francesco Massarelli; Ing. Cav. Uff. Natale Ratti;
quattordici *Consiglieri alla Sede Centrale:* Anau Ing. Renzo; Barni Ing. Cav. Edoardo; Castelli Della Vinca Dott. Ugo; Castelli Ing. Cav. Guglielmo; Costa Ing. Angelo; Cuccoli Ing. Giovanni; Furlanelli Ing. Lorenzo; Goisis Gr. Uff. Lodovico; Luzzati Ing. Gr. Uff. Riccardo; Panzarasa Ing. Alessandro; Taccani Ing. Gr. Uff. Alessandro; Tallero Ing. Comm. Emilio; Vannotti Ing. Ernesto; Zunini Ing. Prof. Comm. Luigi;
i *Revisori effettivi* (rieleggibili): Bòzzolo Ing. Giambattista; Quadrio Ing. Prof. Antonio; Solari Ing. Carlo;
i *Revisori supplenti* (rieleggibili): Bonazzi Dott. Ottavio; Faletti Ing. Noverino.

Circa i Consiglieri di Sezione, noto che, a norma del vigente Regolamento, essi dovrebbero rinnovarsi per un terzo ogni anno; ma che, in seguito all'aumento dei Consiglieri di Sezione da 6 a 12 effettuatosi nell'Assemblea straordinaria del 23 novembre 1928, le anzianità di carica non sono ancora maturate per un terzo del numero dei Consiglieri. Dato però che quest'anno già scadono Presidente, Vice Presidente e Segretario, il Consiglio ha ritenuto di proporre il rinnovo soltanto dei Consiglieri che hanno effettivamente compiuto il triennio di carica e cioè di due Consiglieri. La sistemazione delle scadenze, in armonia al Regolamento che sarete per approvare a suo tempo, potrà essere effettuata in altra occasione.

Dei Consiglieri Delegati alla Sede Centrale scadono per anzianità 14; quelli che restano in carica sono 17. Ma poichè il numero dei Consiglieri Delegati è propozionale al numero dei soci della Sezione (uno ogni cinquanta soci) e questo numero si prevede ora di 1500 circa, sono soltanto 13 i Consiglieri Delegati da eleggersi.

Ciò premesso, invito l'Assemblea a provvedere alle nuove nomine.

L'Ing. *Crivellari,* richiamandosi ad una simpatica tradizione, propone di eleggere per acclamazione i nomi che figurano in una lista che un gruppo di Soci ha fatto distribuire ai presenti e della quale dà lettura.

Il *Presidente* pone ai voti la proposta del socio Ing. Crivellari, ed essendo approvata, l'Assemblea elegge per acclamazione:

Presidente: **Norsa** Ing. Comm. Renzo;
Vice Presidente:: **Gasparoni** Ing. Cav. Luigi;
Segretario: **Scolari** Ing. Tito.
N. 3 *Consiglieri della Sezione:* (uno in più di quelli che scadono a sostituzione del Consigliere, Ing. Luigi Gasparoni, eletto Vice Presidente): **Correggiari** Ing. Francesco; **Molinari** Ing. Cav. Carlo Alberto; **Quadrio** Ing. Prof. Antonio.
N. 14 *Consiglieri Delegati alla Sede Centrale:* (uno in più di quelli da rinnovare a sostituzione del Consigliere, Ing. Renzo Norsa, eletto Presidente): **Bauchiero** Ing. Giuseppe; **Bottani** Ing. Prof. Ercole; **Campos** Ing. Gino; **Cesàri** Ing. Ettore; **Covi** Ing. Comm. Adolfo; **Ferrario** Ing. Arturo; **Forti** Ing. Angelo; **Forzani** Ing. Lorenzo Vittorio; **Giorgi** Ing. Gualtiero; **Manfredi** Ing. Francesco; **Pandiani** Ing. Agostino; **Ratti** Ing. Cav. Uff. Natale; **Semenza** Ing. Cav. Marco; **Taccani** Ing. Alberto.
Revisori effettivi: **Bòzzolo** Ing. Giambattista; **Faletti** Ing. Noverino; **Solari** Ing. Carlo.
Revisori supplenti: **Bonazzi** Dott. Prof. Ottavio; **Campini** Ing. Eugenio.

Il *Presidente uscente* si congratula coi nuovi eletti e colla Assemblea per la scelta felice, che dà sicuro affidamento per l'attività della Sezione ed esprime solo il rammarico che non siano presenti nè il nuovo Presidente nè il nuovo Vice Presidente per potere confermare loro di presenza questi sentimenti.

Termina cogli auguri e cogli auspici più vivi per la sempre crescente floridezza della Sezione di Milano e per quella dell'A. E. I.

L'Assemblea rivolge un lungo caloroso applauso al Presidente uscente, mentre Egli ringrazia per la dimostrazione tributatagli.

Alle ore 22,30 l'Assemblea ha termine.

*

Pubblichiamo qui i telegrammi del Presidente Generale in risposta alla lettera inviatagli dal Presidente *Ing. Manfredi* per deferente saluto e per annunciargli la nomina dell'*Ing. Norsa* a nuovo Presidente:

Ingegnere Manfredi - Milano.

RingrazioLa vivamente cortese saluto associomi incondizionatamente plauso certo meritatamente tributatoLe Colleghi Milano riconoscenti Sua efficace illuminata operosità, Sue molteplici benemerenze. Personali ringraziamenti cordiali saluti. — BORDONI.

Ingegnere Norsa - Milano.

PregoLa gradire vivissime felicitazioni meritato attestato stima Colleghi Milano. Cordiali saluti. — BORDONI.

* *

SEZIONE DI NAPOLI.

Assemblea del 30 dicembre 1930. — Il Presidente Ing. Brun, alle ore 20,45 dichiara aperta la seduta e comunica ai soci che per iniziativa della Presidenza Generale si propongono alcune modifiche al Regolamento interno della Sezione che si possono così riassumere:

Art. 2). Giurisdizione della Sezione comprendente le Provincie di Napoli, Salerno, Avellino, Benevento, Potenza, Catanzaro, Cosenza e Reggio Calabria.

Art. 4). Sono ammessi come soci studenti anche i diplomati negli Istituti industriali di terzo grado.

Art. 5). Necessità delle firme di almeno due soci presentatori sulle nuove domande di ammissione.

Art. 14 e 15). Istituzione dei Delegati provinciali.

Art. 27). Le modifiche al Regolamento interno sono approvate da un'Assemblea generale.

Il Presidente comunica che secondo le disposizioni del Regolamento ancora in vigore ad ogni socio sarà inviata una scheda per prendere parte al referendum che viene indetto sulle annunziate modifiche.

Il Presidente comunica che i seguenti soci si sono trasferiti alla nostra Sezione: Ing. Santomauro, Ing. Mercurio, Ing. Mortara, Ing. Oberziner, Ing. Picchio e Ing. Sacerdote.

Annunzia le seguenti ammissioni dei nuovi soci approvate dal Consiglio: Prof. Bakunine Marussia, Sig. Vittorio De Giorgio, Sig. Pietro Natale, Sig. Brun Riccardo, Sig. Comm. Avv. Muzj Riccardo, Ing. Russo Raffaele, Ing. Massa Renato e Ing. De Martino Gastone.

Il Presidente prega il Cassiere, Ing. Sersale di leggere il Bilancio consuntivo del 1930 e quello preventivo del 1931.

Il Cassiere, Ing. Sersale, espone i risultati e le previsioni come dai quadri seguenti:

BILANCIO CONSUNTIVO DELL'ANNO 1930.

Attivo:

Residuo attivo come da Bilancio 1929			L. 29.104,70
Quote esatte:			
Residenti 1930	313 × 80 + 5 =	L. 25.045,—	
» arretrati	15 × 80 + 25 =	» 1.225,—	
Non residenti 1930	101 × 75	» 7.575,—	
» » arretr. 1930	15 × 75	» 1.125,—	
Collettivi 1ª categoria	14 × 500 — 50 =	» 6.950,—	
Collettivi 2ª categoria	5 × 250	» 1.250,—	
Studenti	4 × 70	» 280,—	
Residenti estero 1930	5 × 120	» 600,—	
Resid. est. arretrati	1 × 120	» 120,—	
In conto 1931		» 140,—	
Ammissioni	59 × 10	» 590,—	
			L. 44.900,—
Rendita titoli			» 1.000,—
Vendita giornali			» 4,—
Totale			L. 75.008,70

Passivo:

Contributo Sede Centrale a saldo 1929	L. 628,—
» » » pel 1930	» 25.550,—
» » » in conto 1931	» 4.835,—
Pigione locali Sede	» 6.000,—
Compenso esazione	» 721,75
Spese postali	» 978,—
Abbonamento Riviste	» 940,—
Compenso per spediz. circolari ed assistenza conferenze	» 585,—
Stampati	» 1.817,—
Gratifiche e regalie	» 685,—
Spese varie	» 296,—
Totale	L. 43.035,75
Residuo attivo a pareggio	» 31.972,95
Totale	L. 75.008,70

BILANCIO PREVENTIVO PER L'ANNO 1931.

Attivo :

Residuo attivo come da Bilancio 1930			L. 31.972,95
Quote 1931 :			
Soci residenti	322 × 80	L. 25.760,—	
» » all'estero . . .	6 × 120	» 720,—	
» non residenti all'estero .	130 × 75	» 9.750,—	
» studenti	4 × 70	» 280,—	
» collettivi 1ª categoria . .	14 × 500	» 7.000,—	
» collettivi 2ª categoria . .	5 × 250	» 1.250,—	
			» 44.760,—
Quote arretrate esigibili :			
Ammissioni	10 × 10	» 100,—	
Soci residenti	28 × 80	» 2.240,—	
» non residenti	22 × 75	» 1.650,—	
			» 3.990,—
Rendita titoli			» 1.000,—
Un nuovo socio residente			» 90,—
» » » non residente			» 85,—
		Totale . . .	L. 81.897,95

Passivo :

Contributo alla Sede Centrale :			
Soci residenti	454 × 50	L. 22.700,—	
» studenti	4 × 40	» 160,—	
» » all'estero . . .	6 × 95	» 570,—	
» collettivi	19 × 150	» 2.850,—	
		L. 26.280,—	
	Già spedite	» 4.835,—	
			L. 21.445,—
Pigione locali			» 6.000,—
Percentuale esazione 1931			» 1.343,—
» » arretrate			» 120,—
Spese postali			» 1.000,—
Abbonamenti Riviste			» 1.000,—
Compensi per spedizioni ed assistenza			» 600,—
Stampati			» 2.000,—
Trasporto Annuari			» 500,—
Personale			» 800,—
Imprevisti			» 1.500,—
		Totale . . .	L. 36.308,—
		Totale attivo a pareggio	» 45.589,95
		Totale . . .	L. 81.897,95

L'Assemblea dei soci previo parere favorevole dei revisori approva il Bilancio.

Il Presidente quindi annunzia che avendo la Sezione superato il numero di 500 soci bisogna procedere alla elezione di 2 Consiglieri di Sezione e di 6 Consiglieri Delegati. Manda un ringraziamento ed un saluto agli uscenti: Ingg. Cangia, Coppadoro, Eller Vainicher, Guerra, Selmo. Per tanto mette in votazione le cariche suddette.

L'Ing. Gr. Uff. Schisano chiede la parola e annunzia come un folto gruppo di soci ha compilato la seguente lista:

Consiglieri di Sezione: Cangia Ing. Giuseppe Domenico, Selmo Ing. Luigi.

Consiglieri Delegati: Catalano Ing. Giorgio, Cerillo Ing. Guido, Levi Ing. Mario, Melazzo di S. Giorgio Prof. Giovanni, Pistilli Ing. Pasquale, Valery Ing. Nicola.

L'Ing. Froggia propone che la lista venga approvata per acclamazione. L'Assemblea infatti ad unanimità e tra vivissimi applausi acclama i nomi suddetti.

Il Presidente si congratula con gli eletti dai quali molto attende la Sezione di Napoli e dà la parola a S. E. il Prof. **Francesco Giordani** che svolge la comunicazione: « **I principii del funzionamento del cinema parlante** ».

L'Oratore in mezzo alla più viva attenzione dei presenti tratta le evoluzioni che ha subito il problema del cinema parlante, problema che all'inizio consisteva nell'ottenere il sincronismo tra il film della riproduzione fotografica e il disco per la riproduzione sonora.

Più tardi si pensò di riportare sullo stesso film le immagini fotografiche e i segni del suono in modo da assicurare la sincronia.

Sorsero così una serie di problemi che vengono elencati dallo Oratore nell'ordine: trasformazione delle modulazioni sonore in variazioni di grandezze elettriche; trasformazioni delle grandezze elettriche in modulazioni luminose e impressione fotografica di queste; trasformazione dei segni fotografici in modulazioni luminose, di queste in variazioni di grandezze elettriche e infine trasformazione delle grandezze elettriche in modulazioni sonore.

L'Oratore con la consueta chiarezza e competenza dà conto delle soluzioni adottate per ciascuno di questi problemi. Ricorda come la trasformazione delle modulazioni sonore in variazioni di grandezze elettriche e viceversa si faccia comunemente e su di esse si basano le trasmissioni radiofoniche. Per quanto ci riguarda dette trasformazioni segnano solo la necessità di non avere in tutte le altre fasi praticamente isteresi.

L'Oratore accenna quindi alla trasformazione delle variazioni elettriche in modulazioni luminose, soffermandosi sulle lampade a luminiscenza, sulle cellule derivanti dal galvanometro elettrodinamico e infine sulla cellula di Kerr mediante la quale può realizzarsi la esatta proporzionalità fra le modulazioni luminose e quelle elettriche fra cento e mille volt e fino a un milione di periodi.

Passando quindi a parlare della trasformazione delle modulazioni luminose in modulazioni elettriche accenna alle principali caratteristiche del fenomeno che deve avvenire senza inerzia.

Descrive i vari sistemi soffermandosi sul così detto Movietone realizzato mercè la collaborazione di tre dei più grandi organismi industriali americani (Theodore Case, Wiliam Fox, Western Electric Company). Vari dettagli sulla riproduzione del così detto binario fonico e sul modo di ritrarre le modulazioni vengono forniti dall'oratore.

L'amplificazione delle variazioni elettriche e la loro trasformazione in modulazioni sonore non ha nulla di diverso da quanto realizzato negli ordinari apparecchi radiofonici.

Un cenno speciale viene fatto dall'Oratore agli analoghi problemi della telefonia ottica oscura che ha scopi militarmente importantissimi e nel campo della quale eminenti fisici italiani come il Rolla e il Maiorana si sono grandemente affermati.

Concludendo l'Oratore rileva che mercè le trasformazioni dell'energia da una forma nell'altra possono sensazioni di una determinata categoria impressionare un altro senso umano, il che potrebbe farci pensare alla pessimistica rappresentazione del mondo esterno di Shopenahuer.

Invece l'Oratore guardando all'avvenire vede schiudersi altre possibilità al genio umano fino ad esternare insieme al gesto anche la parola dei Cari scomparsi.

La brillantissima conferenza viene alla fine salutata da unanimi applausi dei presenti che in gran numero si congratulano con l'Oratore.

Il Presidente dichiara sciolta la seduta alle ore 23.

* *

SEZIONE DI TORINO

La sera del 19 febbraio, il socio Ing. **Piero Gambarotta**, dinanzi ad uno scelto uditorio ha tenuta l'annunciata comunicazione sul tema: « **Sistemi di comando elettrico del traffico stradale** ».

Presentato dal Presidente, Ing. Guido Peri, l'oratore, dopo aver rapidamente richiamate le ragioni per le quali il sistema di « comando » del traffico « a gesti » tanto agli « incroci stradali » quanto agli « attraversamenti pedonali », si è dimostrato tecnicamente insufficiente ed economicamente gravoso e dopo aver accennato ai sistemi di comando puramente meccanico ed ai relativi inconvenienti, ha indicato le ragioni tecniche ed economiche che stanno alla base dello sviluppo che ormai va assumendo in Italia il « comando elettrico ». Con chiara sintesi illustrata con proiezioni di fotografie e di diagrammi, ha poi esposto il processo di evoluzione mediante il quale dai sistemi di comando elettrico « monocolore » si è passati ai sistemi « bicolori » e, in fine al modernissimo sistema a tre colori, esaminando poscia quest'ultimo nelle sue varie forme di realizzazione e precisamente: manuale, automatica indipendente, automatica sincronizzata, automatica progressiva, automatica progressiva flessibile a ciclo fisso e a ciclo variabile.

L'Ing. Gambarotta ha mostrato quanto siano state utili, in materia le conclusioni della « Conferenza per l'unificazione delle segnalazioni stradali urbane » promossa dal R.A.C.I. nel giugno scorso a Roma (conferenza che avrà un seguito durante la prossima Fiera di Milano, la quale a sua volta coinciderà con l'Esposizione Internazionale per la sicurezza della strada promossa dal R.A.C.I.) e come quelle conclusioni abbiano già permesso alla nostra città, come a Roma, a Milano, a Genova, a Palermo, ecc., di affrontare il problema della instaurazione del comando elettrico tricolore e di risolverlo in modo uniforme e standardizzate, con grande vantaggio della rapidità, dell'ordine e della sicurezza del traffico.

Il Conferenziere ha poi fornito interessantissime anticipazioni sulle prossime manifestazioni di Milano: la « zona modello » che si va apprestando, coi più moderni sistemi a tre colori, per il prossimo aprile, e gli specialissimi impianti di « comando elettrico tricolore a richiesta del pedone » che stanno per essere attuati, primi in Europa, in Italia.

Paragonando, infine, la strada urbana odierna ad un « detestabile e pericolosissimo » passaggio a livello aperto, incostudito e ininterrotto, l'Oratore ha concludo dicendo che il « comando elettrico » ha appunto scopo di far sì che la strada urbana diventi una successione di passaggi a livello ben noti, ben definiti e ben segnalati, tanto in corrispondenza degli « incroci » quanto degli « attraversamenti pedonali » per modo che non solo i tratti di strada compresi fra questi « passaggi a livello » diventino finalmente delle vere « oasi di pace » per i pedoni e per i veicoli, ma anche gli stessi « incroci » e gli stessi « attraversamenti » inquantochè la « pace » è sempre possibile là dove esistano comprensione e rispetto dei propri doveri.

La lucida esposizione dell'Ing. Gambarotta — che ha lungamente studiato i problemi della strada all'estero e in Italia, e che da noi, può essere considerato un pioniere in questo campo — è stata seguita con interesse dall'eletto uditorio il quale lo ha alla fine vivamente applaudito e poi ringraziato per bocca del Presidente, Ing. Peri.

Segue una breve discussione. L'Ing. Peri chiede al Conferenziere il suo parere su alcuni speciali tipi di lenti, di cui parlano special-

mente le Riviste tecniche americane, appositamente studiati per dare un fascio assiale di grande intensità luminosa in modo da rendere i segnali visibili da lontano, (cioè agli automobilisti) ed un fascio divergente a largo angolo adatto, in modo che il segnale risulti ben visibile anche a chi sta quasi al di sotto di esso (cioè ai pedoni).

L'Ing. Gambarotta risponde che sotto questo aspetto danno risultati pienamente soddisfacenti anche le lenti lavorate a punta di diamante, adottate da alcune Ditte di primaria importanza.

Il Presidente espone quindi brevemente quanto intende fare prossimamente il Comune di Torino in questo campo del comando elettrico del traffico stradale.

Le informazioni dell'Ing. Peri sono state accolte con viva soddisfazione e con applausi.

La seduta è tolta alle ore 10,45.

*

Seduta del 5 *febbraio* 1931. — La seduta si apre alle ore 21. Il vasto salone Sociale è affollatissimo quando il Presidente, Ing. Guido Peri, prende la parola per ringraziare la Direzione Generale della E.I.A.R. e per esso l'On. G. G. Ponti e l'Ing. Chiodelli, che, assenti da Torino, han voluto fasi rappresentare alla riunione dagli Ingegneri Carrara e Marietti, e nel presentare l'Oratore, Ing. **Alessandro Banfi** che tratta con la ben nota competenza il tema: « **La moderna tecnica radiofonica - Stato attuale della radiofonia in Italia** », egli rileva come l'inconsueto affollamento della sala testimoni del fascino che tutto ciò che è etereo e immateriale e pur tanto vicino alla nostra vita d'ogni giorno, esercita sull'animo e sulla mente degli uomini e degli studiosi.

La Convenzione Internazionale di Washington (1927) ha fissato per la radiofonia la ristretta gamma di onde compresa tra 230 e 550 metri: dato il gran numero di stazioni trasmittenti in tale banda di frequenze, l'etere risulta congestionato e diventa difficile poter ricevere in modo soddisfacente stazioni distanti oltre i 100 km. Da parte delle grandi stazioni si è cercato di vincere questa difficoltà accrescendo sempre più la potenza d'antenna in modo da sopraffare le altre stazioni: da potenze di frazioni di kW o di pochi kW si è giunti così ai 50 kW, ai 75 kW. L'Oratore ritiene che non convenga su questa via andare oltre.

Dopo di avere definito il *concetto di raggio di azione utile* di una stazione, l'oratore dice che lo schema di impostazione di una rete di radiodiffusione moderna si traduce nella formula: parecchie stazioni locali di media potenza distribuite in modo da poter coprire col loro raggio di azione utile i grandi centri abitati: una o due stazioni nazionali di grande potenza e quindi a grande raggio di azione.

Basandosi su questo concetto l'E.I.A.R. ha costrutto in Italia le stazioni piccole e medie di Milano, Torino, Genova, Bolzano e Napoli alle quali si aggiungeranno quanto prima quelle di Palermo, Trieste e Firenze; inoltre ha in funzione la grande stazione nazionale di Roma (Santa Palomba) con 50 kW antenna, ed in costruzione una seconda stazione da 50 kW nei pressi di Milano.

Dopo di aver ricordate succintamente le particolari caratteristiche della propagazione delle onde corte, comprese tra i 20 e 100 metri, l'Oratore illustra la stazione ad onde corte di Roma (Prato Smeraldo) di 15 kW antenna, costruita dall'E.I.A.R. per dar modo agli italiani sparsi in tutto il mondo di ascoltare la voce della Madre Patria e realizzare una efficace propaganda di italianità all'estero.

La stazione di Prato Smeraldo trasmette con onda di 25 metri per grandi distanze, e con onda di 80 metri per le distanze comprese tra i 500 e i 2000 km.

Le due antenne sono sostenute da un cavo di acciaio sospeso tra due torri in traliccio di ferro dell'altezza di 60 metri e distanti tra loro circa 50 metri. L'antenna per l'onda di 80 metri è un semplice filo verticale: quella per l'onda di 25 metri possiede invece una geniale conformazione a greca, frutto dei più recenti studi del Senatore Marconi.

L'Oratore descrive la due nuove stazioni di Roma esponendone i particolari tecnici di costruzione e di funzionamento, e poi passa rapidamente in rassegna le altre stazioni italiane.

Il Presidente complimenta l'Ing. Banfi e gli porge i ringraziamenti di tutti i soci. Nota come la Direzione Generale dell'E.I.A.R. segua un suo rigoroso programma non destinato a essere l'attuazione di un piano puramente commerciale o industriale, ma essenzialmente a mantenere vivi ed alti il lavoro ed il nome dell'Italia nel mondo, e ringrazia infine l'E.I.A.R. per il gentile consentimento alla visita della stazione trasmittente di Torino che avrà luogo sabato, 14 febbraio.

La seduta si scioglie alle ore 23.

*

Il giorno 14 febbraio ha avuto luogo l'annunciata *visita dei soci della Sezione di Torino alla locale Stazione Radiofonica dell'E.I.A.R.*

Circa 200 soci si sono dati convegno alle ore 14,30 nel Palazzo S.I.P. di via Bertola, accolti dall'Ing. Carrara, Vice Direttore Generale dell'E.I.A.R. in rappresentanza dell'Amministratore Delegato, On. Ponti e del Direttore Generale, Ing. Chiodelli, assenti da Torino. L'Ing. Carrara porge il saluto dell'E.I.A.R. ai numerosi intervenuti e presenta loro l'Ing. Marietti, Capo dei servizi tecnici della Stazione di Torino, che li guiderà nella visita agli impianti, illustrandone con la sua ben nota competenza le particolarità tecniche e costruttive.

La visita si inizia dal grandioso auditorio nel quale hanno luogo le esecuzioni musicali. L'Ing. Marietti spiega quali accorgimenti si debbano usare perchè la prima fase della trasmissione radiofonica, e cioè la trasformazione dei suoni in correnti elettriche, possa avvenire in modo perfetto.

Si passa in seguito al piccolo auditorio, destinato alle annunciatrici, ai conferenzieri, alla trasmissione di musica riprodotta, dei segnali orari e dei segnali di intervallo. In prossimità degli auditori vi è la sala di controllo, nella quale si eseguisce in permanenza il controllo di qualità e di livello delle correnti che devono essere inviate al trasmettitore ed il controllo della radioricezione.

Le correnti a frequenza musicale, opportunamente amplificate, vengono quindi inviate al trasmettitore dell'Eremo, per mezzo di una linea aerea della lunghezza di circa 7 km.

Quattro grandi torpedoni e numerose automobili private trasportano i visitatori sulla collina dell'Eremo: l'atmosfera perfettamente limpida permette di godere il meraviglioso panorama delle Alpi, della pianura piemontese e delle prime colline del Monferrato.

L'Ing. Marietti illustra ampiamente il complesso trasmittente, che trasforma le correnti elettriche a frequenza musicale in correnti a radio frequenza e le irradia poi nello spazio per mezzo dell'aereo sostenuto da altissime torri in ferro a traliccio.

Una minuta descrizione di questo trasmettitore, che costituisce uno dei modelli più recenti, sarà quanto prima pubblicata sulla Rivista dell'A. E. I.

Il Presidente, Ing. Guido Peri, complimenta e ringrazia a nome di tutti gli intervenuti la Direzione Generale dell'E.I.A.R. e particolarmente gli Ingegneri Carrara, Banfi e Marietti che tanto si sono adoperati per la riuscita della gita.

*

Riunione del 28 *febbraio* 1931. — Il Presidente, Ing. Peri, apre la seduta alle ore 21,15 e presenta l'Oratore, Ing. **Tranquillo Novelli,** che tratta il tema: « **Colpi di ariete negli impianti di pompe** ».

Alla riunione onorata dalla presenza del Prof. Euclide Silvestri, Vice Podestà di Torino, e di numerosi soci dell'A.E.I., sono stati invitati i colleghi del Sindacato Ingegneri e gli allievi del Corso di Idraulica del R. Politecnico.

L'Oratore richiama rapidamente la teoria dei copi di ariete negli impianti di turbine, svolta con geniale intuizione dall'italiano Ing. Allievi; imposta le equazioni differenziali del moto perturbato dell'acqua nelle condotte in conseguenza del subitaneo arresto del deflusso ed illustra il metodo seguito per la loro risoluzione; estende infine la teoria dell'Allievi al caso speciale degli impianti di pompe. Per mezzo di numerosi grafici dimostra le evidente corrispondenza tra le deduzioni teoriche ed i risultati sperimentali.

La brillante comunicazione, illustrata con numerose diapositive e diagrammi, intramezzata da interessanti ricordi personali, è durata un'ora e mezza, seguita sempre con la più viva attenzione dal numeroso uditorio, che alla fine ha dimostrato all'Oratore il suo compiacimento con prolungati applausi.

Il Presidente, Ing. Peri, reso omaggio al Vice Podestà, Prof. Silvestri, complimenta e ringrazia l'Ing. Novelli e, dopo breve discussione alla quale predono parte parecchi intervenuti, scioglie la seduta alle ore 23,15.

.. .. ATTIVITÀ DELLE SEZIONI .. ..

SEZIONE ADRIATICA (Via N. Fabrizi - Pescara).

29 Marzo. — La conferenza dell'Ing. TODESCO Dott. Prof. Giorgio, su: « La cellula fotoelettrica, sue applicazioni alla cinematografia sonora e alla televisione », e l'Assemblea ordinaria dei soci che dovevano essere tenute il 22 marzo, sono state trasportate in questa data.

SEZIONE DI BOLOGNA (Piazza de' Celestini, 4).

27 Marzo - ore 21. — RUBBO Ing. Rag. Vincenzo: « Dighe mobili e paratoie a funzionamento automatico diretto ».

SEZIONE DI CATANIA (Piazza Trento, 2).

30 Marzo - ore 17,30. — BELLIA Prof. Dott. Concetto: « Teorie elettroniche della conducibilità elettrica dei metalli ».

27 Aprile - ore 17,30. — POLIZZI Ing. Cesare: « Concetti Tayloriani sulla organizzazione scientifica del lavoro ».

SEZIONE DI NAPOLI (Via Chiaia, 216).

27 Marzo - ore 17 (presso la R. Scuola d'Ingegneria). — MOTTI Ing. Francesco: « Cenni pratici sulle sottostazioni di trasformazione ».

SEZIONE DI ROMA (Via delle Coppelle, 35).

27 Marzo. — PIAZZA Ing. M. Edoardo: « Recenti progressi nel campo della trazione elettrica ».

SEZIONE DI TORINO (Via XX Settembre, 36).

30 Marzo - ore 21. — PERI Ing. Guido: « L'elettrone e la elettricità pratica ».

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.* (I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

Asst exec eng
H E D

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 5 Aprile 1931 - ANNO IX N. 10

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Le pubblicazioni dell'A. E. I. e una favorevole occasione pei Soci.

L'attività culturale della A. E. I. si è esplicata anche nel campo editoriale con un ritmo che attesta dell'intima vitalità della nostra Associazione e ne riconferma la ragione di essere e l'utilità del compito che essa adempie nei riguardi della vita tecnica e scientifica del Paese. Come i soci ben sanno i poderosi volumi de *L'Elettrotecnica* non costituiscono che una parte, sia pure predominante e fondamentale, delle manifestazioni editoriali dell'A. E. I. Attorno a questo nucleo costituito dal giornale, si è venuta sviluppando una serie di altre pubblicazioni meritevoli di considerazione.

Oltre alla Statistica degli impianti elettrici che costituisce di per sè una affermazione di alta importanza, vi sono i grossi volumi dei Rendiconti delle Riunioni Annuali. Tutti i soci dovrebbero essere provvisti di questi volumi che raccolgono la trattazione, sempre ampia e talvolta esauriente, dei temi più importanti e di maggiore attualità nel campo delle applicazioni elettriche.

La documentazione che essi contengono, sia nelle Memorie originali sia nelle discussioni che ne sono seguite durante i congressi, fa di essi fonte utilissima di notizie e opere preziose di riferimento.

Di minore mole ma pure di grande valore intrinseco è la raccolta di Monografie che comprende una decina di volumetti, parecchi dei quali dovuti ai migliori nomi della elettrotecnica italiana. Composti nella forma succinta e sintetica che è caratteristica generale degli scritti pubblicati sotto l'egida dell'A. E. I., nel giornale o in altro modo, questi volumetti formano una raccolta veramente pregevole di studi su argomenti che non è sempre facile trovare altrove trattati con eguale completezza.

Un volume che non dovrebbe mancare nella biblioteca di nessun elettrotecnico, e vorremmo dire di nessun buon italiano, è quello intitolato « L'Opera di Volta » in cui sono riportati i brani più importanti e caratteristici delle opere del grande Fisico. Il volume, edito in occasione del Centenario Voltiano, è stato largamente apprezzato.

La maggior parte dei vecchi ed affezionati soci dell'A.E.I. sono certamente provvisti di tutte queste pubblicazioni. Tuttavia parecchi dei più giovani soci dei quali l'A.E.I. va di anno in anno arricchendosi, non hanno avuto probabilmente l'opportunità di procurarsele all'atto della loro pubblicazione, e ne sono rimasti sprovvisti.

La Presidenza Generale è ora venuta nella determinazione di facilitare a tutti i componenti della A.E.I., il completamento della raccolta delle pubblicazioni, certa di andare con ciò incontro a un desiderio sentito e diffuso, e di fare opera che, atta a maggiormente promuovere i rapporti di indole culturale fra i soci e l'A. E. I., gioverà anche per ciò stesso a rendere più intimo l'attaccamento di tutti alla grande famiglia comune.

In altra parte di questo giornale diamo notizia delle condizioni di eccezionale favore alle quali si è stabilito di cedere ai soci le pubblicazioni dell'A. E. I. I nuovi prezzi stabiliti sono notevolmente inferiori non soltanto all'importanza intrinseca di esse ma anche al loro semplice valore editoriale. Non dubitiamo che molti approfitteranno della opportunità di completare con così grandi facilitazioni la loro raccolta.

I motori da trazione.

Quanto più le nostre conoscenze intorno ad un dato soggetto progrediscono, tanto più piccolo diventa alla nostra intelligenza il numero delle grandezze caratteristiche necessarie per determinare e descrivere il fenomeno: è un lavoro progressivo di sintesi durante il quale noi andiamo sostituendo alle primitive espressioni ed ai primi simboli, altri i quali hanno maggiore comprensione dei precedenti e più diretta aderenza alla realtà fisica dei fatti che consideriamo. E poichè nella trattazione matematica dei fenomeni che noi studiamo, queste grandezze fondamentali le traduciamo in variabili delle equazioni che andiamo stabilendo, ne viene che, col meglio penetrare la natura dei fatti e col meglio ordinarne la visione sintetica, noi ci troviamo portati naturalmente a ridurre al minimo le variabili stesse e a scrivere così equazioni più generali e più riassuntive. Un esempio caratteristico di questo lavoro ce lo offre oggi il DALLA RICCIA a proposito dello studio dei motori da trazione. Mediante la introduzione di una nuova variabile che definisce « rendimento della operazione, presa di velocità » e giovandosi di opportune rappresentazioni grafiche in piani quotati, arriva ad espressioni generali e può svolgere una analisi completa e comparativa del comportamento dei diversi tipi di motori da trazione.

I nomi e le cose.

E' sempre interessante seguire l'evoluzione naturale per cui una data parola passa via via ad esprimere cose e concetti differenti. Nel campo nostro i nomi di « potenziometro » e di « ponte » sono stati originariamente applicati ai due ben noti dispositivi di misura; ma a poco a poco essi sono venuti assumendo significati del tutto differenti. Per il « ponte » si potrebbe fare un lungo discorso se si volessero passare in rassegna tutti i significati più o meno logici che gli vengono attribuiti. Meno vasto è il compito della parola *potenziometro* che però tutti i dilettanti di radio conoscono prevalentemente come dispositivo per la regolazione di una tensione (o di una corrente) nel quale, cioè, la desinenza *metro* non ha nulla a che fare. A disposizioni di questo genere appartiene quella oggi illustrata dal Prof. DENINA la quale dà occasione ad un connubio piuttosto insolito delle due parole. Nella sostanza, si tratta di un sistema di regolazione che può presentare in molti casi sentiti vantaggi sulle disposizioni più note e più frequentemente usate.

Questioni elettrotermiche.

Nel progredire della tecnica le questioni di dettaglio vanno assumendo una importanza prima non sospettata. Il forno elettrico a resistenza, ben stabilito da tempo nella sua teoria generale, si presta ancora a perfezionamenti non trascurabili di ordine costruttivo. La posizione e il montaggio degli elementi di resistenza influisce notevolmente sulla efficacia della trasmissione del colore e quindi sul rendimento utile del forno, nonchè sulla durata delle resistenze stesse. Dell'argomento si occupa l'Ing. CELLA nell'articolo che pubblichiamo in questo numero.

LA REDAZIONE.

◻ ◻ PROCEDIMENTO RAZIONALE PER LO STUDIO COMPLETO DELLE CARATTERISTICHE DEL MOTORE DI TRAZIONE A CORRENTE CONTINUA ED ALCUNE RIFLESSIONI DI ATTUALITÀ ◻ ◻ ◻

A. DELLA RICCIA

L'autore traccia, dapprima, sul piano di rappresentazione «velocità - corrente d'armatura», le curve di livello del rendimento η del motore; definisce poscia il rendimento ω della operazione «presa di velocità» e traccia le curve di livello di questa grandezza ω per la marcia in piano, in salita e in discesa; egli esprime inoltre i quattro gradienti: del consumo di energia, della durata di marcia, della distanza percorsa, del calore sviluppato per effetto Joule rispetto alla velocità, in funzione di questa grandezza ω, che si manifesta essere la chiave di tutti i problemi di trazione.

Mediante questo procedimento l'autore istituisce un paragone razionale dal quale risultano i vantaggi e gli inconvenienti propri di ciascuno dei modi possibili di eccitazione del motore: in derivazione, composta, in serie, in serie col campo «shuntato».

Egli chiude con alcune osservazioni sul miglior modo di regolare la velocità all'avviamento e sui vantaggi ed inconvenienti relativi a certi sistemi di trazione a ricupero di energia.

§ 1. - Oggetto dello studio.

Quando si paragona praticamente un equipaggiamento di trazione provvisto di motori costruiti secondo certe norme ed impiegati in un certo modo, ad un equipaggiamento differente provvisto di motori costruiti secondo altre norme ed impiegati in modo diverso, riesce difficile di riconoscere i vantaggi e gli inconvenienti provenienti rispettivamente dalle due cause di diversità: le norme di costruzione dei motori ed il modo di impiego di essi.

In assenza di paragoni pratici nei quali sieno rigorosamente rispettate, in tutti i casi, delle condizioni fondamentali identiche, conviene ricorrere alla teoria.

Ci proponiamo, in questa nota, di esporre dapprima un procedimento, che crediamo nuovo, il quale permette lo studio completo del motore di trazione a corrente continua, e di dedurne in seguito alcune conclusioni che possono trovare applicazione in certi argomenti di attualità.

Il procedimento di studio in parola consiste nello stabilire, sul piano di rappresentazione (V, i) delle velocità di marcia e delle correnti di armatura, le rappresentazioni quotate di una certa grandezza ω, affine a un rendimento, mediante curve di livello.

Se si conoscono le relazioni esistenti fra questa grandezza ω ed i gradienti incrementali delle grandezze più importanti che si debbono considerare (consumo di energia, durata di marcia, distanza percorsa, riscaldamento) rispetto alla velocità, e se si è esaminato, anche una sola volta, come si presentano le dette curve di livello nella marcia in salita e in discesa, riesce possibile di fare, senza alcun calcolo, delle previsioni assai interessanti. Crediamo dunque che i tecnici della partita non saranno malcontenti di avere un'idea del procedimento in questione.

§ 2. - Simboli, unità, formule fondamentali.

Rappresentiamo con:

U la tensione sulla rete di distribuzione (in volt),
i la corrente assorbita da un motore (in ampere),
r la resistenza totale degli avvolgimenti dell'indotto, dei poli ausiliari e della eventuale eccitazione in serie (in ohm),
R la resistenza eventualmente in serie colla precedente (in ohm),
n il numero dei conduttori attivi in serie dell'indotto,
m il rapporto di riduzione della velocità angolare offerto dagli ingranaggi,
D il diametro delle ruote motrici (in metri),
φ il flusso magnetico agente sugli n conduttori dell'indotto (in volt $\times 10^{-8}$ per secondo),
P il peso della frazione del treno che corrisponde ad un sol motore (in chilogrammi),
P' il peso analogo virtualmente accresciuto dall'effetto delle masse rotanti (in chilogrammi),
g l'accelerazione dovuta alla gravità (9,81 m/sec²),
f il coefficiente di trazione (in kg per kg),
α l'angolo di inclinazione del binario ($\alpha > 0$ per una salita, $\alpha < 0$ per una discesa),
t il tempo (in secondi),
s lo spazio percorso (in metri),
V la velocità del treno (in m/sec),
a l'accelerazione (in m/sec²),
F lo sforzo totale o lordo, riferito ai cerchioni delle ruote (in cl grammi),
η il rendimento complessivo del motore.

Si ha allora:

$$V = (U - r\,i - R\,i) \cdot \frac{m\,D}{n\,\varphi}$$

$$F = \frac{n\,\varphi}{m\,D} \cdot \frac{i}{g}$$

$$V\,F = \frac{1}{g}\,(U\,i - r\,i^2 - R\,i^2).$$

§ 3. - Perdite nel motore.

Vi ha luogo di considerare, nel motore, le perdite seguenti:

1) La perdita ohmica nell'armatura, nei poli ausiliari di comu tazione e nella eventuale eccitazione in serie, eventualmente «sh tata»

$$p_1 = \left(r_1 + r_2 + \frac{r_3\,r_4}{r_3 + r_4}\right) i^2 = r i^2.$$

2) La perdita ohmica nella eventuale eccitazione in derivazi

$$p_2 = \frac{U^2}{s + S}$$

dove s è la resistenza propria degli avvolgimenti d'eccitazione ed quella del reostato di campo (in ohm).

L'insieme delle perdite cagionate dalla eccitazione dipende flusso totale Φ da produrre, del quale il flusso utile φ non è che parte, a causa delle dispersioni di flusso prodotte dalla reazione d' matura e dai poli ausiliari, dispersioni che crescono colla corrente Inoltre l'eccitazione necessaria cresce più presto del flusso totale a causa della forma della curva di Hopkinson. Ne risulta che le perd totali per l'eccitazione diminuiscono allorchè la velocità V aume e crescono quando aumenta la corrente d'armatura i.

Ad eguaglianza di spazio disponibile per gli avvolgimenti d'ec tazione, il volume del rame diminuisce quando si passa dall'eccitazi in serie sotto debole tensione alla eccitazione in derivazione sotto t sione maggiore; ciò fa sì che la perdita ohmica di eccitazione aume nel detto passaggio. Ma noi trascureremo, in ciò che segue, ogni ferenza di perdita proveniente dal diverso modo di eccitare la macchi

3) La perdita per isteresi e per correnti di Foucault p_3 che cre tanto colla velocità V quanto colla corrente i, $p_3 = p_3\,(V, i)$.

4) La perdita per ventilazione p_4, che cresce colla velocità V s tanto.

5) La perdita negli ingranaggi p_5, che cresce colla velocità V collo sforzo trasmesso, cioè colla corrente d'armatura i.

Va notato che la perdita per ventilazione persiste integralme e quella negli ingranaggi parzialmente soltanto (a causa della scompa dello sforzo utile) durante la marcia a vuoto dei motori, poichè l'arn tura e gli ingranaggi girano finchè il treno è in moto.

§ 4. - Il coefficiente ω ed i quattro gradienti essenziali.

Rappresenteremo con p_0 la somma $p_3 + p_3 + p_4 + p_5$ espressa watt. Questa perdita corrisponde ad una diminuzione F_0 (in chilogra mi) dello sforzo totale F, tale che:

$$V\,F_0 = \frac{1}{g}\,p_0$$

Possiamo scrivere ora:

$$F\,(\text{totale}) = F_0\,(\text{perduto}) + f\,P + P \,\text{sen}\,\alpha + \frac{P'}{g}\,\frac{dV}{dt}\,(\text{accelerator}$$

Per conseguenza:

$$\frac{dt}{dV} = \frac{P'}{g}\,\frac{1}{\dfrac{Ui - ri^2 - Ri^2}{g\,V} - F_0 - F\,P - \text{sen}\,\alpha\,.\,P}$$

$$= \frac{P'V}{Ui}\,\frac{1}{\dfrac{Ui - ri^2 - p_0}{Ui} - \dfrac{Ri^2}{Ui} - \dfrac{gf\,P\,V}{Ui} - \dfrac{g\,\text{sen}\,\alpha\,.\,P}{Ui}}$$

$$= \frac{P'V}{Ui}\,\frac{1}{\eta - \varrho - \tau - \sigma} = \frac{P'V}{Ui}\,\frac{1}{w}$$

dove:

$\eta = 1 - \frac{r i^2}{U i} - \frac{p_0}{U i}$ è il rendimento proprio del motore;

$\rho = \frac{U}{R} \cdot i$ è la perdita di rendimento introdotta dall'eventuale impiego di resistenze di regolazione;

$\tau = \frac{g \cdot f \cdot P}{U} \cdot \frac{V}{i}$ è — se si considera come effetto utile l'accelerazione fornita al treno — una perdita di rendimento dovuta allo sforzo di trazione $f = f_0 + f_1 V + f_2 V^2 + \ldots$;

$\sigma = \frac{g \cdot \operatorname{sen} \alpha \cdot P}{U} \cdot \frac{V}{i}$ è — allo stesso modo — una perdita di rendimento dovuta alla salita.

Noi possiamo dunque considerare $\omega = \eta - (\rho + \tau + \sigma)$ come il rendimento della operazione «presa di velocità», operazione che avrà per elemento il passaggio dalla velocità V alla velocità $V + d V$.

Oltre il gradiente del tempo rispetto a questo incremento elementare $d V$:

$$(a) \qquad \frac{dt}{dV} = \frac{P'V}{Ui} \frac{1}{w},$$

noi possiamo ancora considerare il gradiente dello spazio percorso:

$$(b) \qquad \frac{ds}{dV} = V \cdot \frac{dt}{dV} = V \cdot \frac{P'V}{Ui} \frac{1}{\omega} = \frac{P V^2}{Ui} \cdot \frac{1}{\omega},$$

il gradiente della energia consumata:

$$(c) \qquad \frac{d w}{d V} = Ui \cdot \frac{dt}{dV} = Ui \cdot \frac{P'V}{Ui} \frac{1}{\omega} = P'V \cdot \frac{1}{\omega},$$

ed il gradiente del calore per effetto Joule prodotto nella armatura, nei poli ausiliari e nella eventuale eccitazione in serie:

$$(d) \qquad \frac{dq}{dV} = ri^2 \cdot \frac{dt}{dV} = ri^2 \cdot \frac{P'V}{Ui} \frac{1}{\omega} = \frac{ri P'V}{U} \cdot \frac{1}{\omega}.$$

Si scorge che questo rendimento ideale ω (V,i) è la chiave per la risoluzione di tutti i problemi di trazione. Questa funzione ω (V, i) collega la motrice e la via, mentre la funzione η (V, i) si riferisce soltanto al motore.

Perfino questa funzione componente η (V, i) è di solito insufficientemente conosciuta, poichè i costruttori non la forniscono che per alcune linee particolari f $(V, i) = 0$ del piano (V, i), linee corrispondenti a qualche forma speciale di eccitazione e di alimentazione: in serie semplice o «shuntata», sotto tensione metà o sotto tensione completa, ecc.

Ora, per paragonare gli effetti di forme diverse di eccitazione (in derivazione, in compound, in serie), bisogna conoscere l'andamento della funzione η (V, i) su tutta la parte del piano (V, i) suscettibile di essere praticamente esplorata.

§ 5. - Modi di eccitazione.

In tesi generale, il motore può essere eccitato in diversi modi:

a) mediante un avvolgimento induttore unico, in derivazione, ed una resistenza di regolazione in serie con esso;

b) in modo composito, con un avvolgimento induttore in derivazione ed un altro in serie detto compound;

c) mediante un avvolgimento induttore unico, in serie, ed una resistenza di regolazione in derivazione con esso.

In quanto viene in seguito i simboli (1) e (2) si riferiscono ad un motore eccitato in derivazione o eccitato in serie col flusso magnetico *massimo*; i simboli (3) e (5) ad un motore eccitato in derivazione o eccitato in serie col flusso magnetico *più ridotto*; il simbolo (4) ad un motore eccitato in compound e considerato come intermedio rispetto ai due altri tipi di motore.

Rimane inteso una volta per sempre che, nelle condizioni (1) e (2) l'armatura del motore è traversata dal *medesimo flusso massimo mentre l'avvolgimento d'armatura è percorso dalla medesima corrente massima.*

Noi assumeremo come *corrente massima* di riferimento il doppio della corrente corrispondente alla potenza detta «uni-oraria».

Noi adotteremo come *flusso più ridotto* di riferimento, un flusso che permette ancora la commutazione della *corrente massima* senza scintillamenti nocivi al collettore.

§ 6. - Linee di magnetizzazione.

Per i bisogni della presente ricerca, abbiamo studiato un motore di trazione a 300 V, molto saturo, capace di assorbire «durante un'ora» 32,4 kW, sicchè la corrente «uni-oraria» è di 108 ampere.

Un simile motore corrisponde ad un peso di treno:

vero $P = 88900$ kg e *virtuale* $P' = 9344$ kg.

La figura 1 *a* dà, nella linea (2) la curva di Hopkinson, o per meglio dire la curva di

$$\psi = \frac{n \varphi}{m D}$$

in funzione della forza magnetizzante $4 \pi N i$, oppure della semplice corrente di armatura i, se il motore è eccitato in serie.

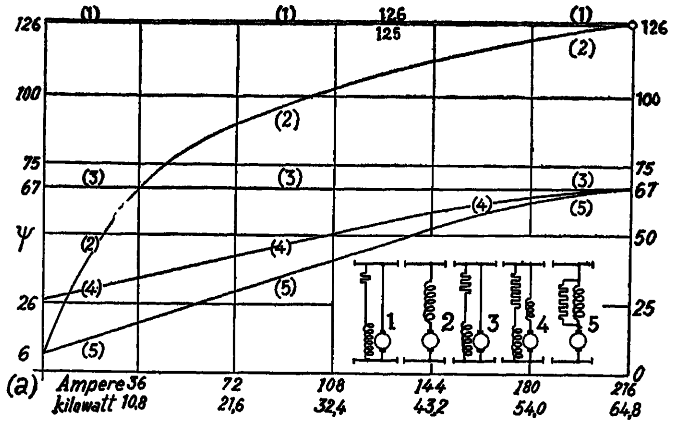


Fig. 1*a*. — Flusso nell'armatura.

Al flusso magnetico massimo corrisponde il valore $\psi = 126$; al flusso magnetico più ridotto il valore $\psi = 67$; alla corrente massima il valore $i = 216$.

Le linee (1) e (3) corrispondono alle eccitazioni in derivazione tali che $\psi = 126$ e $\psi = 67$ per tutti i valori di i.

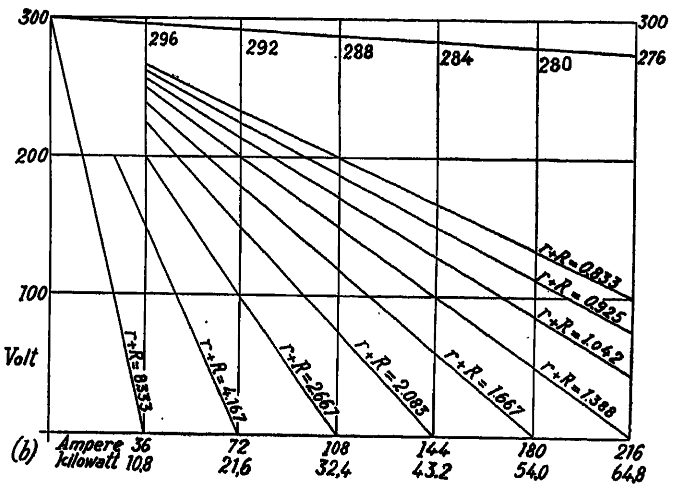


Fig. 1*b*. — Tensione ai morsetti.

La linea (4) corrisponde ad una eccitazione composita comprendente una eccitazione in derivazione che fornisce a vuoto $\psi = 26$ e una eccitazione in serie che aggiunge una forza magnetizzante:

$$\frac{13}{108} \cdot 4 \pi N i.$$

La linea (5) corrisponde ad una eccitazione in serie «shuntata» in modo da ridurre la forza magnetizzante a:

$$\frac{9}{108} \cdot 4 \pi N i$$

Questa curva (5) è ammissibile allo stesso titolo della curva (4) poichè nei due casi alla medesima corrente massima $i = 216$ corrisponde il medesimo flusso ridotto φ tale che:

$$\frac{n \varphi}{m D} = 67$$

La fig. 1 *b* indica graficamente le tensioni $U - r i$ ed $U - r i - R i$ che occorre dividere per ψ per ottenere le velocità V corrispondenti. Essa serve alla costruzione di altre figure (2, 7, 11, ecc.).

§ 7. - Linee di velocitá - Curve di livello delle perdite e del rendimento η.

La figura 2 mostra, nel piano (V, i) le linee di velocità (1) a (5) corrispondenti alle linee di magnetizzazione (1) a (5) della figura 1. Le curve (1) e (2) passano per il punto comune $i = 216$, $V = 4{,}12$.

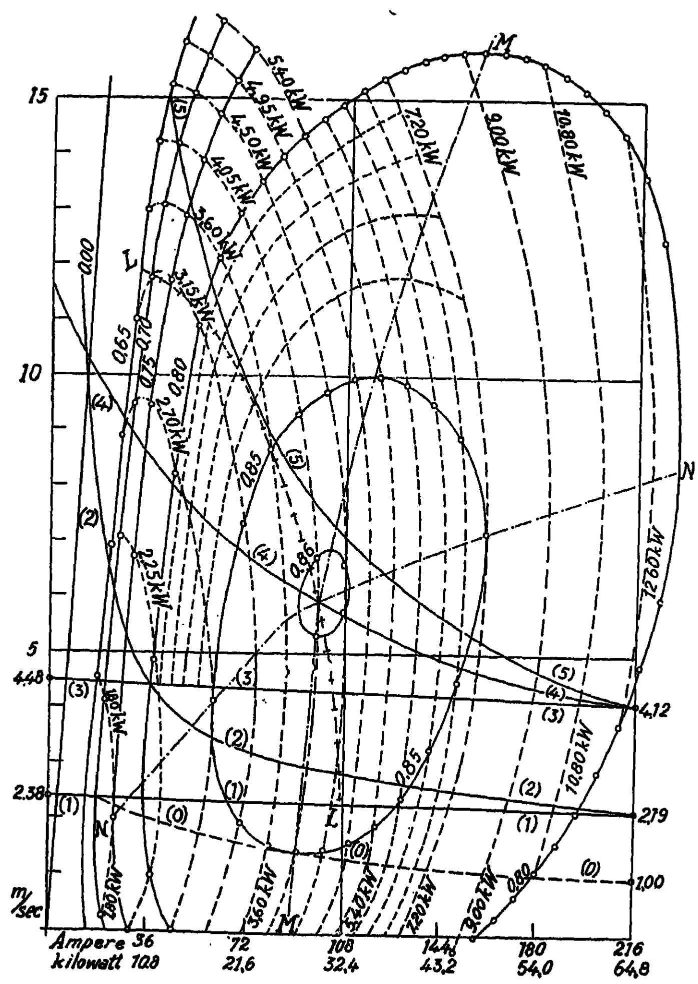


Fig. 2. — Perdite e rendimenti.

La medesima figura 2 rappresenta, sempre nel piano (V, i), le perdite $r i^2 + p_0$ nel motore mediante una famiglia di curve di livello quotate in kW; questa stessa figura fornisce ancora i valori corrispondenti del rendimento η (V, i) del motore mediante un'altra famiglia di curve di livello opportunamente numerate.

Può darsi che la nostra imperizia ci abbia condotti a stime inesatte di queste perdite e di questo rendimento; ma l'andamento delle curve di livello delle due famiglie è certamente quale deve essere.

La superficie topografica che avesse curve di livello analoghe a quelle del rendimento η costituirebbe una *collina* allungata in senso quasi parallelo all'asse delle velocità V, *collina* scoscesa dal lato sinistro (verso l'asse delle V presso il quale si svolge il suo «piede» quotato 0,00) ed in pendenza lieve dal lato destro.

Il «piede» della *collina*, ove ogni sforzo si spegne, segna un limite che la velocità non può oltrepassare.

Se si tracciano, alle curve di livello di η, delle tangenti parallele all'asse delle i, si trovano dei punti di contatto che si distribuiscono lungo una curva $M M$ che si può considerare come la «cresta» della *collina*. Essa è la curva che converrebbe seguire per marciare, ad ogni velocità, col motore in funzione al migliore rendimento compatibile con quella velocità.

Se si tracciano, alle medesime curve di livello di η, delle tangenti parallele all'asse delle V, si trovano dei punti di tangenza che si distribuiscono sopra una curva $N N$ che taglia la «cresta» $M M$ nel punto del piano (V, i) ove il rendimento assume il suo valore massimo.

Noi abbiamo determinato la curva (4) relativa al motore eccitato in compound, partendo dal punto $V = 4{,}12$, $i = 216$, in modo che essa passi precisamente per questo punto ottimo, per il quale:

$$V = 5.95, \qquad i = 98, \qquad \eta = 0.862$$

Se finalmente si tracciano, alle curve di livello di η, delle tangenti passanti per l'origine 0 delle coordinate V ed i, si trovano dei punti di tangenza che si distribuiscono sopra una curva $L L$ che incontra le due precedenti $M M$ e $N N$ nel loro punto di intersezione: nel punto ottimo del piano (V, i).

Si deve notare che delle secanti, appena un po' meno inclinate di queste tangenti tagliano le curve di livello in due punti che risultano tanto più lontani dal punto di tangenza quanto più ci si allontana da questo punto ottimo per avvicinarsi al «piede» della *collina*; ciò vuol dire che queste curve di livello hanno, in prossimità della curva $L L$, un andamento prossimo a quello di rette partenti dalla origine delle coordinate; e ciò per un tratto tanto più esteso quanto più si procede nel senso dei valori di η decrescenti.

Questa osservazione ha una grande importanza, come si vedrà in seguito.

§ 8. - Curve di livello del coefficiente ω - Invariante L L.

La figura 3 dà le curve di livello della perdita di rendimento dovuta alla resistenza alla trazione in piano:

$$\tau = \frac{g.f.P}{U} \cdot \frac{V}{i} = \frac{9.81 \times 0.008 \times 8900}{300} \cdot \frac{V}{i} = 2{,}33 \cdot \frac{V}{i}$$

per differenti valori di τ da 0,05 fino a 0,65.

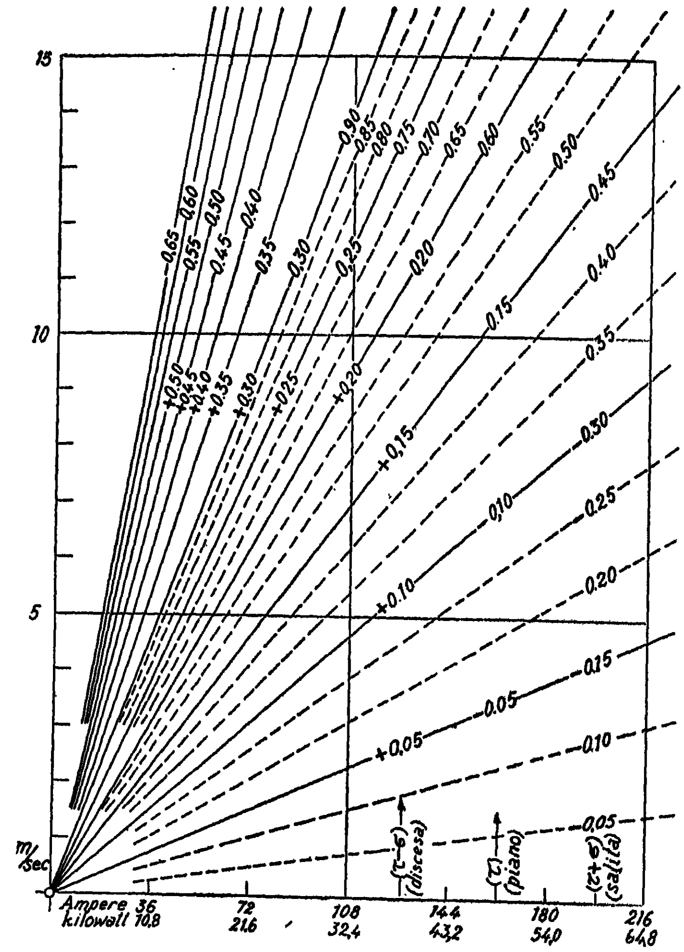


Fig. 3. — Curve di livello di τ, $\tau + \sigma$, $\tau - \sigma$.

Questa stessa figura può servire a rappresentare la perdita di rendimento dovuta all'inclinazione della via:

$$\sigma = \frac{g \cdot \operatorname{sen} \alpha \cdot P}{U} \cdot \frac{V}{i}$$

per i casi in cui sen α sia un multiplo di f.

Noi prenderemo in considerazione i due casi di una salita per la quale:

$$\operatorname{sen} \alpha = 2 f = 0{,}016$$

e di una discesa per la quale:

$$\operatorname{sen} \alpha = -2 f = -0{,}016.$$

Allora:

$$\tau + \sigma = 6.99 \frac{V}{i} \quad \text{e} \quad \tau - \sigma = -2.33 \frac{V}{i}$$

La figura 3 dà precisamente anche le curve di livello per $\tau + \sigma$ da 0,05 fino a 0,90, e quelle per $\tau - \sigma$ da $-0{,}05$ fino a $-0{,}50$.

Mediante la fig. 2 che dà η e la figura 3 che dà τ, $\tau + \sigma$, $\tau - \sigma$, si ottengono facilmente le tre figure seguenti.

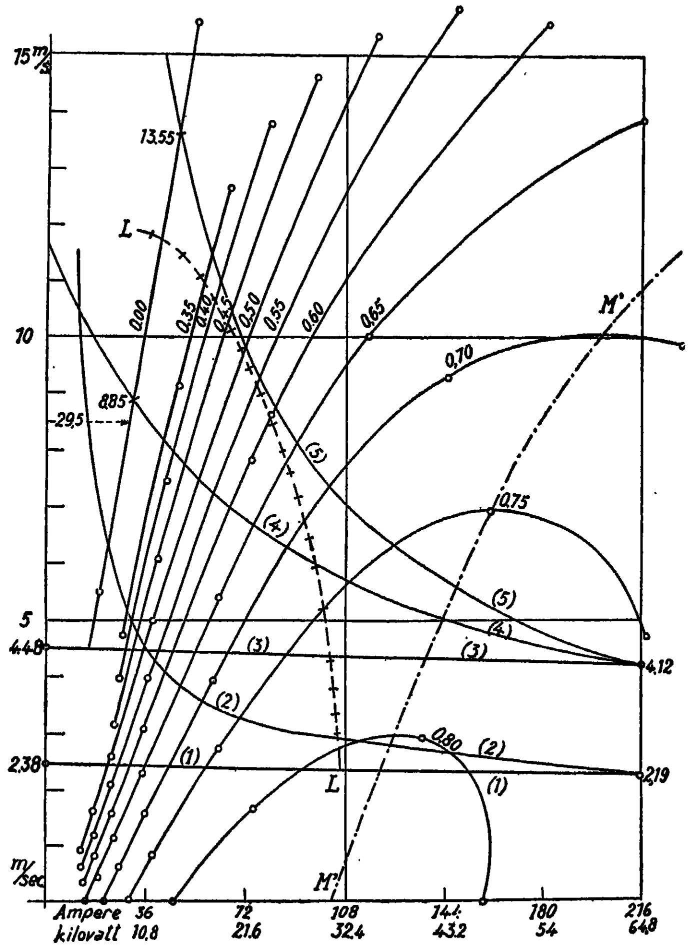


Fig. 4. — Curve di livello di $\sigma = \eta - \tau$ in piano.

Per far ciò colla massima comodità, basta servirsi di disegni su carta trasparente e quotare (per addizione o sottrazione) i punti di incrocio delle curve di η con quelle di τ oppure $\tau + \sigma$, oppure $\tau - \sigma$; dopo di che restano da collegare i punti che hanno una medesima quota risultante.

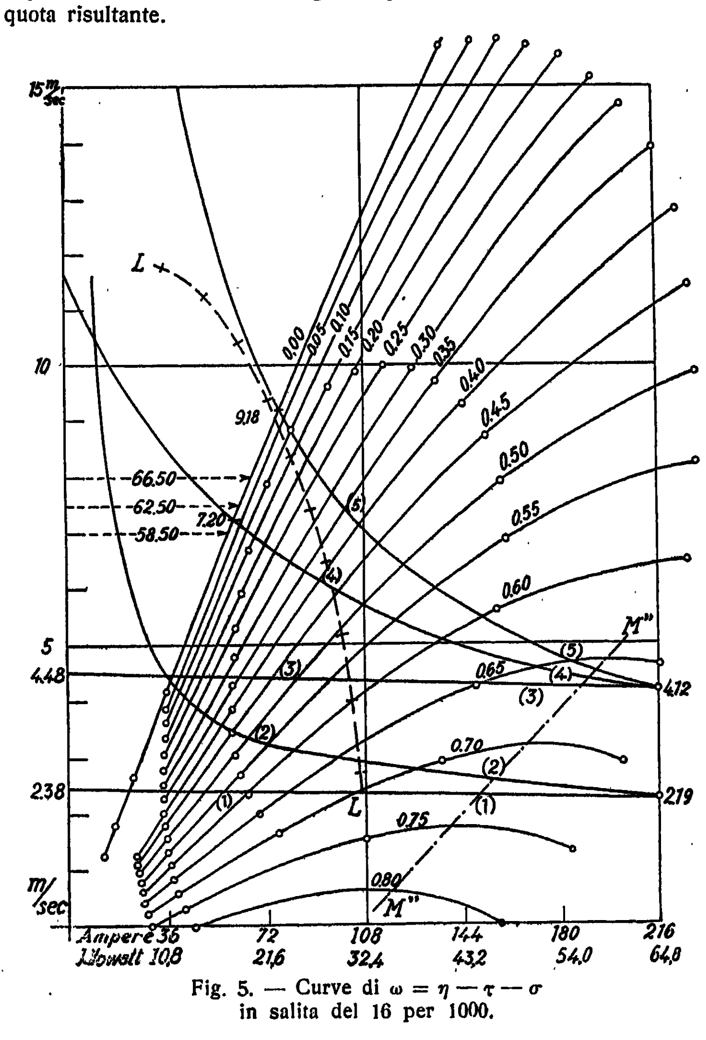


Fig. 5. — Curve di $\omega = \eta - \tau - \sigma$ in salita del 16 per 1000.

La figura 4 dà le curve di livello di $\omega = \eta - \tau$ relative alla marcia in piano; la figura 5 le curve di livello di $\omega = \eta - (\tau + \sigma)$ relative alla marcia in salita (salita di 1,6 per cento); e la figura 6 le curve di $\omega = \eta - (\tau - \sigma)$ relative alla marcia in discesa (discesa di 1,6 per cento).

Si constaterà che passando dalla rappresentazione di η a quella di $\omega = \eta - \tau$ (in piano) e poi a quella di $\omega = \eta - (\tau + \sigma)$ (in salita), *il «piede» e la «cresta» della* collina *risultante si spostano verso la destra e si inclinano sempre di più* verso l'asse delle *i*, mentre che passando dalla rappresentazione di η a quella di $\omega = \eta - (\tau - \sigma)$ (in discesa) appare l'altro versante della *collina* colle curve di livello inflesse in senso contrario (concave verso l'asse delle *V* anzichè convesse) e numerate in senso contrario (quota crescente verso l'asse delle *V* anzichè decrescente).

Il piano quotato di η può essere considerato come il piano quotato di ω per una pendenza tale che:

$$\omega = \eta - (\tau - \sigma) = \eta$$

ossia in una discesa per la quale sen $\alpha = -f$.

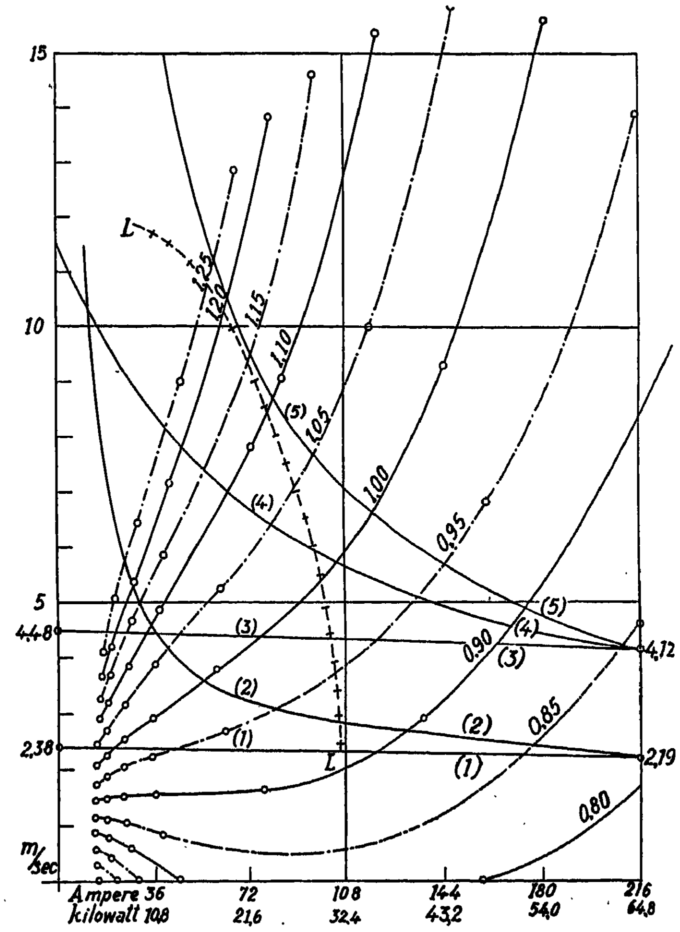


Fig. 6. — Curve di livello di $\omega = \eta - \tau + \sigma$ in discesa del 16 per 1000.

In ragione dello spostamento del «piede» della collina, le linee di velocità (1) — (2) — (3) — (4) — (5), che lo tagliano alle altezze:

$$V = 2{,}37 - 6{,}55 - 4{,}47 - 9{,}25 - 15{,}00 \text{ m/sec}$$

sul piano quotato di η, devono intendersi arrestate alle altezze:

$$V = 2{,}36 - 6{,}25 - 4{,}44 - 8{,}85 - 13{,}55 \text{ m/sec}$$

sul piano quotato di $\omega = \eta - \tau$ (in piano) ed alle altezze:

$$V = 2{,}34 - 4{,}40 - 4{,}39 - 7{,}20 - 9{,}15 \text{ m/sec}$$

sul piano quotato di $\omega = \eta - (\tau + \sigma)$ (in salita).

Invece queste linee si prolungano indefinitamente sul piano quotato di $\omega = \eta - (\tau - \sigma)$ (in discesa).

E' particolarmente interessante di notare che il passaggio dal piano quotato di η ai piani quotati di $\omega = \eta - \tau$, di $\omega = \eta - (\tau + \sigma)$, di $\omega = \eta - (\tau - \sigma)$, mediante il piano che fornisce τ, $\tau + \sigma$, $\tau - \sigma$, sul quale le curve di livello non sono altro che delle *rette partenti dalla origine delle coordinate V* ed *i*, conserva la curva speciale *L L* delle tangenti alle curve di livello di η, partenti dal medesimo punto.

La curva *L L* che figura nei piani quotati di $\omega = \eta - \tau$, di $\omega = \eta - (\tau + \sigma)$, di $\omega = \eta - (\tau - \sigma)$, coincide dunque esattamente colla

curva LL che figura nel piano quotato di η. Questa *curva LL è dunque un invariante di ω.*

§ 9. - Curve di livello di ω, modificato da resistenze di avviamento.

Al di sotto della linea (1) relativa al motore eccitato in derivazione ($\psi = 126$ per ogni valore di i), come al di sotto della linea (2) relativa al motore eccitato in serie ($\psi = 126$ per $i = 216$) — linee che costituiscono due limiti inferiori della parte del piano (V, i) che è possibile di esplorare *senza* resistenze di avviamento, secondo la forma della eccitazione — alle perdite $r i^2 + p_0$ si aggiunge la perdita $R i^2$. In ciò risiede una causa di discontinuità di ω che si aggiunge a quella proveniente dal fatto che, se si suppone di procedere nel senso della diminuzione della velocità V, il flusso φ cessa dall'aumentare e con lui cessano di aumentare le perdite per isteresi e per correnti vorticose che esso produce.

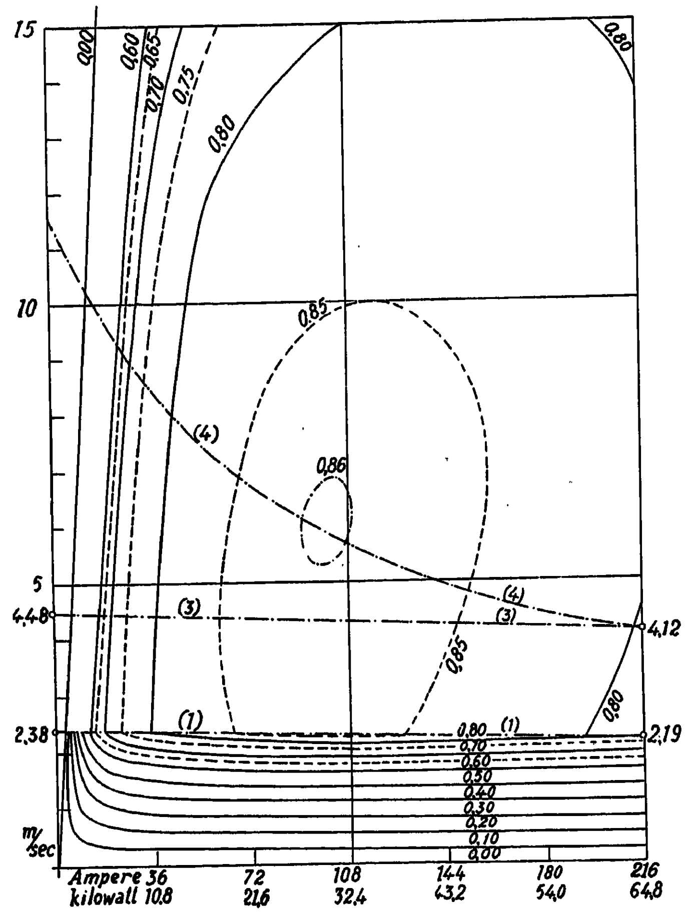


Fig. 7. — Curve di livello di η ed $\eta - \rho$ motore shunt (e compound).

Per ciò che concerne $R i^2$, siccome si ha, nei due casi delle linee (1) e (2) rispettivamente:

$$V_1 = \frac{U - ri}{\psi_1} \quad \text{e} \quad V_2 = \frac{U - ri}{\psi_2}$$

e nei casi di velocità inferiori sotto l'influsso delle resistenze R_1 e R_2:

$$V_{R_1} = \frac{U - ri - Ri_1}{\psi_1} \quad \text{e} \quad V_{R_2} = \frac{U - ri - Ri_2}{\psi_2}$$

si avrà costantemente:

$$\frac{V_{R_1}}{V_1} = \frac{(U - ri - R_1 i)\, i}{(U - ri)\, i} \quad \text{e} \quad \frac{V_{R_2}}{V_2} = \frac{(U - ri - R_2 i)\, i}{(U - ri)\, i}$$

La perdita $R_1 i^2$ o $R_2 i^2$ *cresce* dunque *linearmente* colla *diminuzione* della velocità.

Le variazioni di $\rho = \frac{R i^2}{U i} = \frac{R i}{U}$ sono dunque molto più importanti delle variazioni di $\eta = \frac{U i - r i^2 - p_0}{U i}$ e sono esse, soprattutto, che determinano il carattere delle curve di livello $\omega = \eta - \rho$.

Le figure 7 e 11 dànno le curve di livello di η e di $\eta - \rho$ rispettivamente per il motore eccitato in derivazione e per quello eccitato in serie.

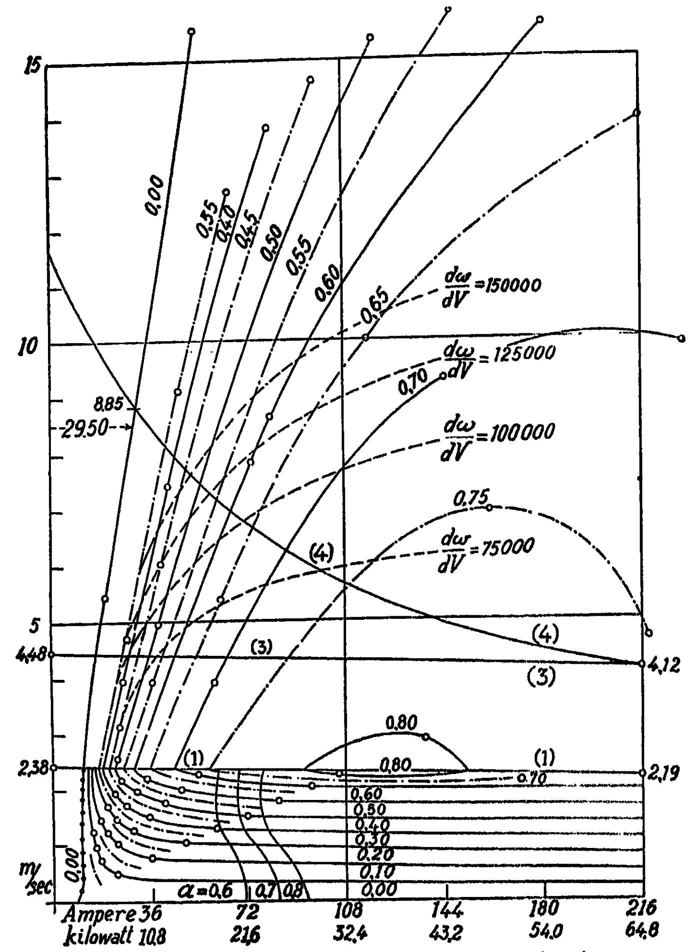


Fig. 8. — Curve di livello di $\omega = \eta - \rho - \tau$ in piano. Motore shunt (e compound).

Si vede che la *collina* del rendimento subisce un taglio, quasi piano nel caso del motore eccitato in derivazione, arrotondato nel caso del motore eccitato in serie, taglio che produce una specie di scarpata che scende a quota zero lungo l'asse delle i.

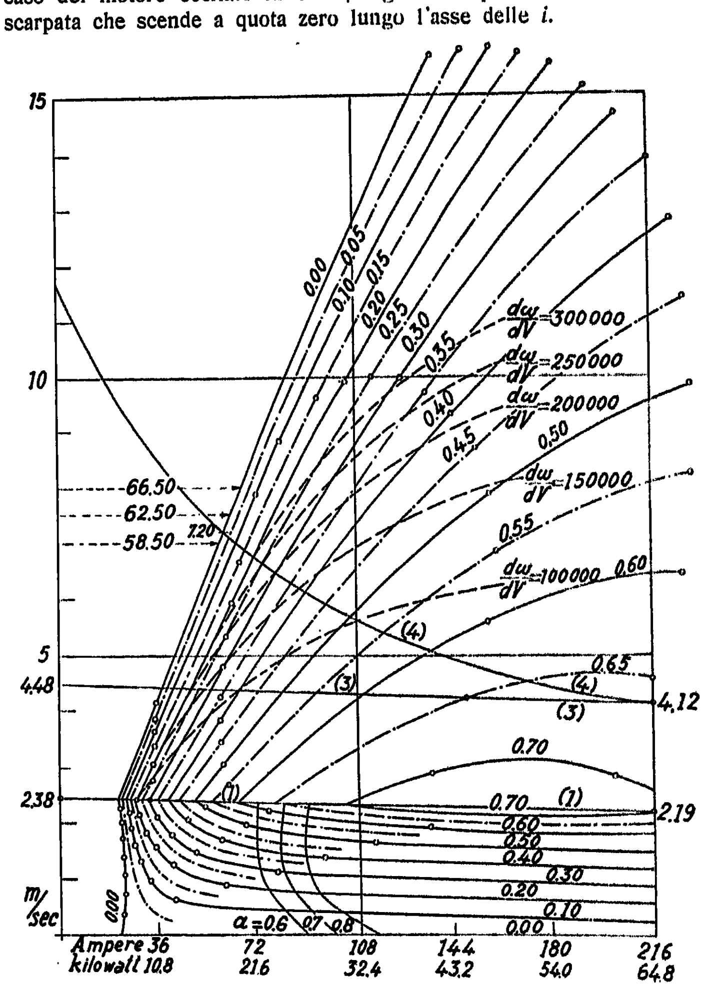


Fig. 9. — Curve di livello di $\omega = \eta - \rho - \tau - \sigma$ in salita. Motore shunt (e compound).

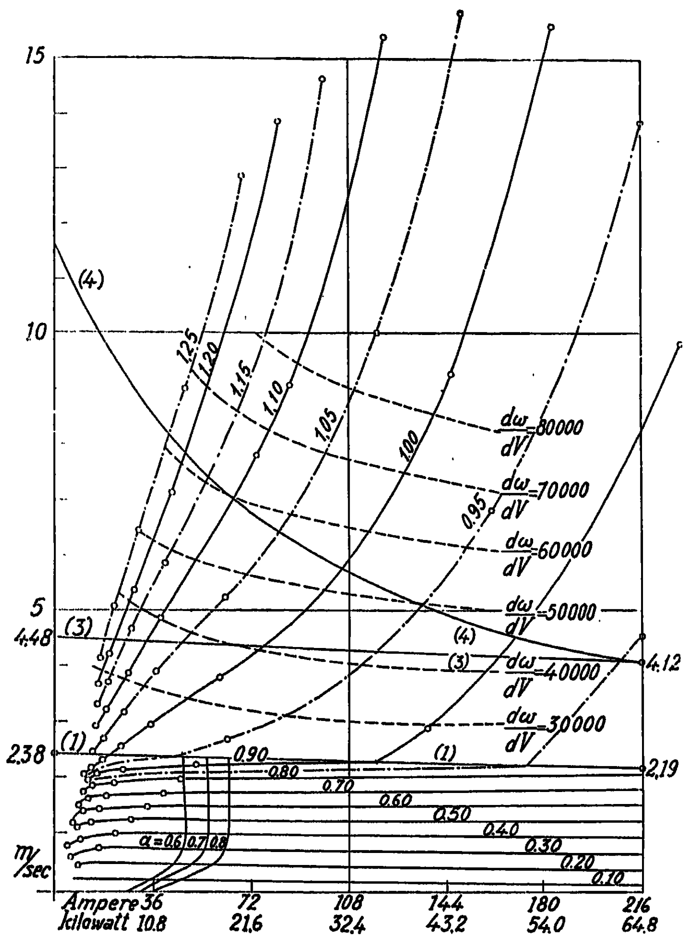


Fig. 10. — Curve di livello di $\omega = \eta - \rho - \tau + \sigma$ in discesa. Motore shunt (e compound).

Mediante la figura 3 e procedendo come è stato spiegato più sopra si ottengono da una parte, le figure 8, 9 e 10 relative al motore eccitato in derivazione e d'altra parte le figure 12, 13 e 14 relative al motore eccitato in serie, figure che forniscono i piani quotati completi di $\omega = \eta - \tau$ o $\omega = (\eta - \rho) - \tau$ per la marcia in piano, di

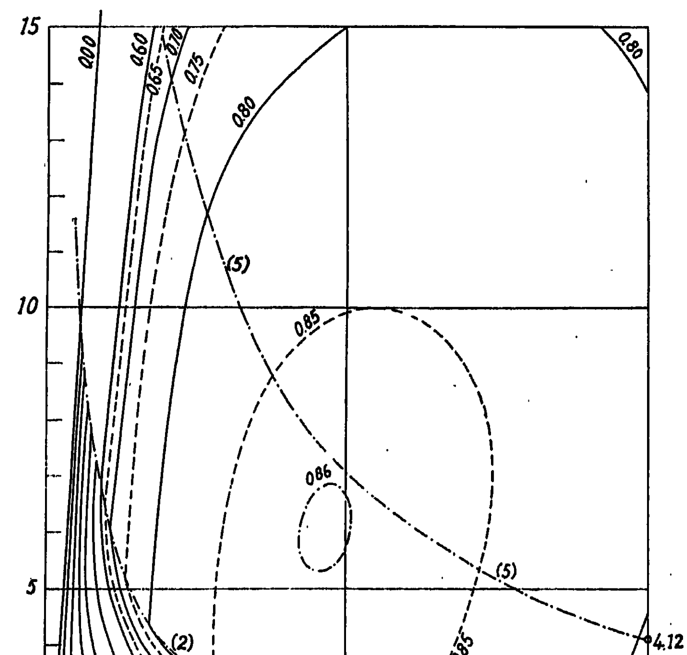


Fig. 11. — Curve di livello di η ed $\eta - \rho$; motore in serie (e shuntato).

$\omega = \eta - (\tau + \sigma)$ o $\omega = (\eta - \rho) - (\tau + \sigma)$ per la marcia in salita, di $\omega = \eta - (\tau - \sigma)$ o $\omega = (\eta - \rho) - (\tau - \sigma)$ per la marcia in discesa (per sen $\alpha = 0{,}016$).

§ 10. - Regolazione della velocitá.

Prima di continuare le nostre ricerche, ci occorre intrattenerci un po' sulla regolazione della velocità, regolazione che vien fatta passando da una linea di velocità ad un'altra, d'apprima mediante resistenze connesse in serie col motore, in seguito riducendo l'eccitazione in derivazione (ove questa esista) con un reostato di campo, e l'eccitazione in serie (ove questa esista) con uno «shunt» appropriato.

La regolazione può essere più o meno «fine», essere attuata cioè con un più gran numero di stadi vicini fra loro, o con un minor numero di stadi relativamente scartati l'uno dall'altro.

Una regolazione grossolana dà luogo a sbalzi di corrente più importanti; una regolazione fine a sbalzi di corrente più ridotti.

Gli sbalzi di corrente importanti producono dei riscaldamenti supplementari, poichè, se la corrente i varia fra i limiti $i_0 - j$ ed $i_0 + j$, allora il quadrato della corrente sale a $i_0^2 + j^2$ o più.

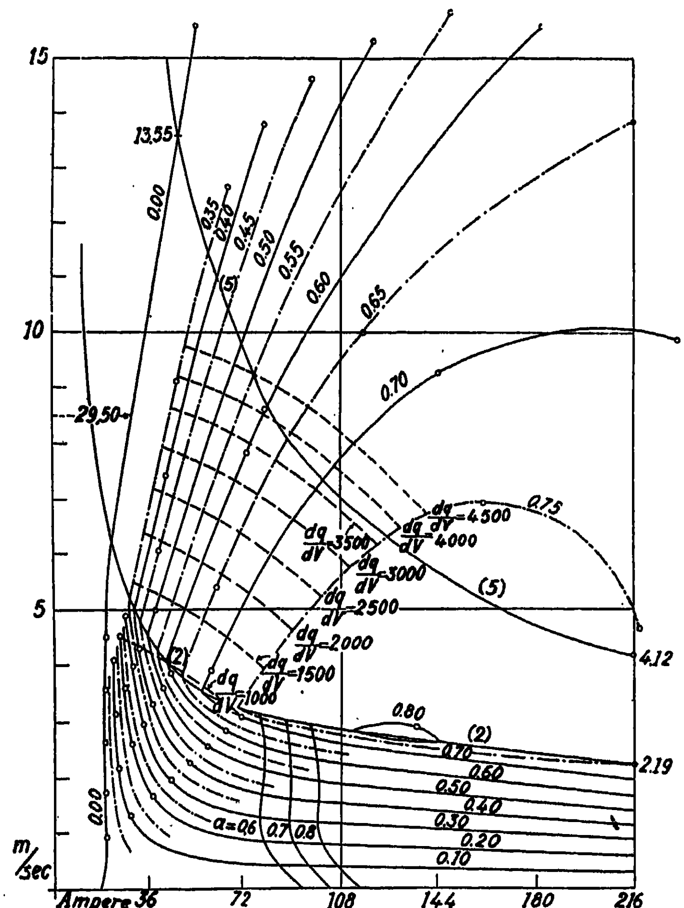


Fig. 12. — Curve di livello di $\omega = \eta - \rho - \tau$ in piano. Motore in serie (e shuntato).

Inoltre gli sbalzi di corrente importanti producono forti variazioni nello sforzo acceleratore, ciò che disturba i viaggiatori e sottopone il materiale mobile ad urti nocivi alla buona conservazione.

Sotto questo punto di vista, la regolazione deve essere tanto più «fine» quanto meno le linee di velocità, l'andamento delle quali dipende dal modo di eccitazione, sono inclinate; ciò fa sì che l'eccitazione in derivazione esige una regolazione «fine» mentre l'eccitazione in serie si adatta ad una regolazione grossolana. In quanto alla eccitazione composta, essa richiede una regolazione più o meno «fine» secondo l'importanza relativa della eccitazione «shunt» e del «compound». Ma siccome quest'ultimo non può oltrepassare una certa proporzione, così *l'eccitazione composta richiede un più gran numero di gradi di regolazione che non l'eccitazione in serie.*

Checchè ne sia, e *per evitare inoltre gli scarti accidentali* ed incomodi che potrebbero subire il valore del coefficiente ω e per conseguenza i valori dei quattro gradienti che si hanno da considerare, noi supporremo che la regolazione sia, in ogni caso, «finissima», cioè *attuata con un gran numero di stadi molto ravvicinati fra loro.*

Una simile regolazione permette di seguire una linea arbitraria qualunque del piano (V, i), linea che si può considerare come l'asse dello zig-zag che una regolazione ordinaria obbligherebbe a seguire.

§ 11. - Piani quotati dei quattro gradienti.

Una volta ottenuto il piano quotato di ω (per la marcia in piano, in salita, in discesa, colle inclinazioni che si hanno da prendere in considerazione), è facile di costruire i piani quotati dei quattro gradienti:

$$\frac{d\omega}{dV} = P' \cdot V \frac{1}{\omega}$$

$$\frac{dt}{dV} = \frac{1}{a} = \frac{P'}{U} \cdot \frac{V}{i} \frac{1}{\omega}$$

$$\frac{ds}{dV} = \frac{P'}{U} \cdot \frac{V^2}{i} \frac{1}{\omega}$$

$$\frac{dq}{dV} = \frac{rP'}{U} \cdot V i \frac{1}{\omega}$$

Astrazion fatta dal fattore costante:

$$P' = 9344, \text{ oppure } \frac{P'}{U} = 31{,}15, \text{ oppure } \frac{rP'}{U} = 3{,}457,$$

si tratta di combinare il piano quotato di ω col piano quotato:

o di V (in cui le curve di livello sono rette parallele all'asse delle i),

o di $\frac{V}{i}$ (in cui le curve di livello sono rette partenti dall'origine 0 delle coordinate),

o di $\frac{V^2}{i}$ (in cui le curve di livello sono parabole aventi il vertice in 0 e per asse l'asse delle i),

o di Vi (in cui le curve di livello sono iperboli equilatere cogli assi coordinati per assintoti).

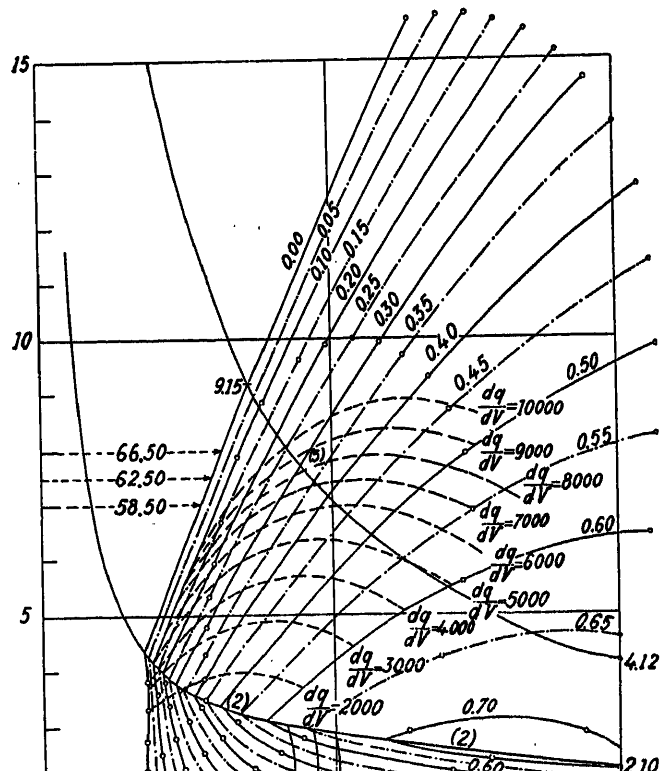


Fig. 13. — Curve di livello di $\omega = \eta - \rho - \tau - \sigma$ in salita. Motore in serie (e shuntato).

Noi non presentiamo i piani quotati completi dei quattro gradienti, ma indichiamo:

nella figura 8 (in piano) quattro curve

$$\frac{d\omega}{dV} = \text{da } 75.000 \text{ a } 150.000,$$

nella figura 9 (in salita) cinque curve

$$\frac{d\omega}{dV} = \text{da } 100.000 \text{ a } 300.000,$$

nella figura 10 (in discesa) sei curve

$$\frac{d\omega}{dV} = \text{da } 30.000 \text{ a } 80.000,$$

nella figura 12 (in piano) otto curve

$$\frac{dq}{dV} = \text{da } 1000 \text{ a } 4500,$$

nella figura 13 (in salita) nove curve

$$\frac{dq}{dV} = \text{da } 2000 \text{ a } 10.000,$$

nella figura 14 (in discesa) sette curve

$$\frac{dq}{dV} = \text{da } 500 \text{ a } 3000.$$

Tutte queste curve si riferiscono a una parte del piano (V, i) che può essere esplorata senza il concorso di resistenze.

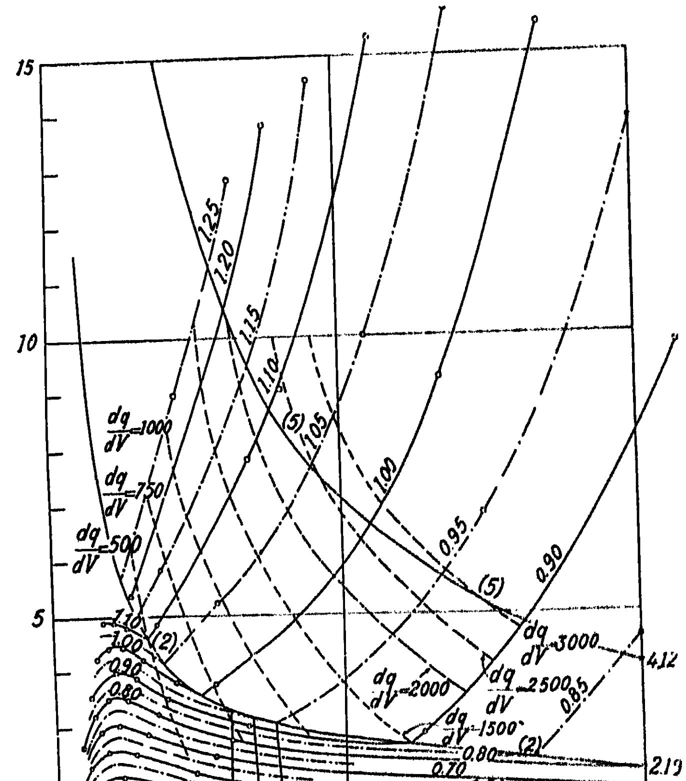


Fig. 14. — Curve di livello di $\omega = \eta - \rho - \tau + \sigma$ in discesa. Motore in serie (e shuntato).

In queste condizioni, le figure 8, 9 e 10 permettono già di rendersi conto del fatto che, *a eguaglianza di velocità V, il gradiente* $\frac{d\omega}{dV}$ *diminuisce quando la corrente i cresce;* è dunque conveniente, per quanto riguarda il consumo di energia, di eseguire, all'infuori delle regolazioni sotto resistenze, delle regolazioni della velocità che mettano in giuoco una corrente intensa quanto più è possibile.

E le figure 12, 13 e 14 permettono già di rendersi conto del fatto che, salvo su salite percorse a gran velocità, il *gradiente* $\frac{dq}{dV}$ *diminuisce quando la corrente i diminuisce;* è dunque vantaggioso, salvo nelle menzionate circostanze, per quanto riguarda il riscaldamento del motore, di eseguire delle regolazioni della velocità che mettano in giuoco una corrente debole quanto più è possibile.

Contrariamente a quanto si potrebbe credere a priori, non vi ha

dunque coincidenza fra le « regolazioni a consumo ridotto » e le « regolazioni a riscaldamento ridotto », se non si tien conto che del solo riscaldamento per effetto Joule.

Per quanto concerne i gradienti $\frac{dt}{dV}$ (inverso della accelerazione a) e $\frac{ds}{dV}$, le loro espressioni lasciano comprendere che, a parità di velocità V, ambedue diminuiscono quando la correne i aumenta.

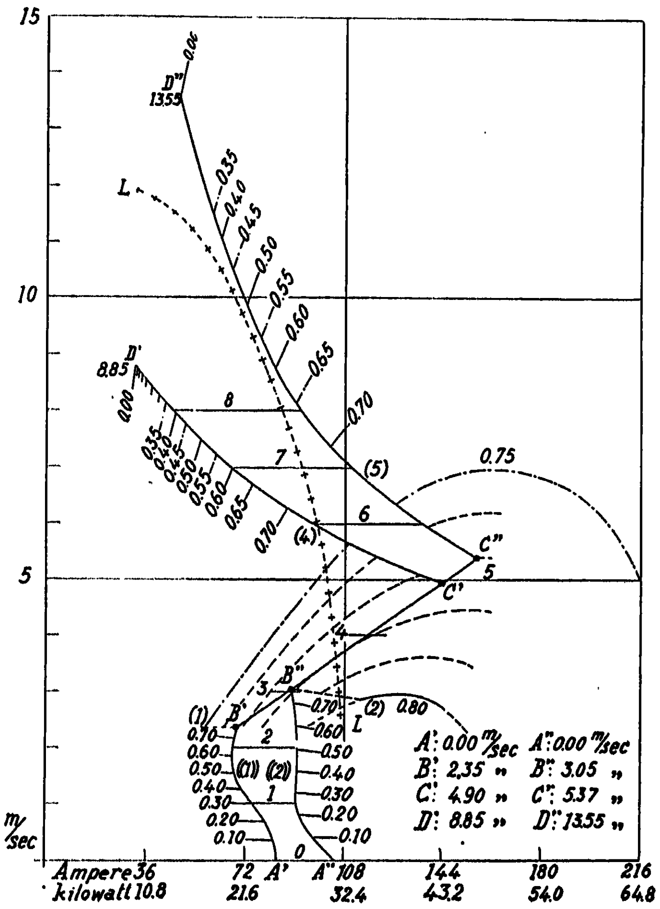


Fig. 15. — Paragone in piano.

Ciò che precede permette di affermare che, *all'infuori delle regolazioni con resistenze, le regolazioni a consumo ridotto sono delle regolazioni con forte accelerazione.*

§ 12. - Accelerazione.

Per quanto concerne l'accelerazione

$$a = \frac{dV}{dt} = \frac{U}{P'} \cdot \frac{i}{V} \omega$$

va notato che essa si esprime mediante il prodotto del rapporto $\frac{i}{V}$ (che dipende dalla inclinazione della retta uscente dalla origine 0 delle coordinate e passante per il punto (V, i) che si considera) per il coefficiente ω. Ora, noi abbiamo trovato che le curve di livello di ω si scostano poco da rette di questo genere nei dintorni della linea LL, invariante rispetto allo sforzo di trazione ed alla pendenza della via. Per conseguenza, *una regolazione che segua una retta emanante dall'origine 0 delle coordinate, è presso a poco, nei paraggi della linea LL, una regolazione ad accelerazione costante,* ben inteso nella parte del piano (V, i) che si può esplorare senza il concorso di resistenze.

Nelle figure 8, 9 e 10, relative al motore eccitato in derivazione (ed eccitato in compound), del pari che nelle figure 12, 13 e 14, relative al motore eccitato in serie (e col campo « shuntato »), sono indicati, nella parte del piano (V, i) che non si può esplorare che mediante resistenze di avviamento, i tracciati delle regolazioni corrispondenti alle tre accelerazioni costanti:

$$a = 0{,}60, \text{ o } 0{,}70, \text{ o } 0{,}80 \text{ m/sec}^2.$$

Questi tracciati sono determinati dall'incrocio di rette uscenti dall'origine 0 delle coorlinate colle curve di livello del coefficiente ω; siccome tanto le une quanto le altre sono, in questa regione del piano (V, i), assai poco inclinate, i loro punti di intersezione sono molto sensibili agli errori grafici. Non conviene quindi attribuire un valore assoluto ai tracciati sinuosi così ottenuti.

Nondimeno risulta molto nettamente che, tanto in piano, quanto in salita o in discesa, *la corrente* i *varia poco lungo consimili tracciati.*

Notiamo di passaggio la forma che assume la curva di livello $\omega = 0$ (lungo la quale $a = 0$) nella regione del piano (V, i) che corrisponde all'impiego di resistenze di avviamento (figure 8, 9, 12, 13).

Notiamo ancora che si passa a valori ognora crescenti della accelerazione a, il tracciato dell'avviamento con resistenze, ad accelerazione costante, spostandosi verso la destra, si accorcia continuamente e passa — se si tratta di avviamento in piano od in salita e fino ad un certo valore della corrente i — dalla linea di livello $\omega = 0$ ad una linea di livello di quota ognora crescente ($\omega = 0{,}81$ in piano e $\omega = 0{,}73$ in salita, tanto per il motore eccitato in derivazione quanto per quello eccitato in serie).

Fino a questo valore limite della corrente ($i = 120$ e $i = 165$ per il primo modo di eccitazione, forse un po' più per il secondo modo di eccitazione) e forse fino a un po' oltre, sarebbe vantaggioso di passare ad una accelerazione sempre maggiore. Ma questa grandezza non può, praticamente, oltrepassare di molto il limite di $a = 0{,}80$ per le tramvie.

In discesa, se la velocità da raggiungere mediante le resistenze cresce verso i piccoli valori della corrente i, per contro il valore massimo di ω che si può raggiungere nelle stesse condizioni aumenta invece di diminuire; di maniera che potrebbe darsi che, per quanto concerne il consumo di energia, vi fosse vantaggio ad avviare mediante resistenze con una accelerazione piuttosto ridotta.

Queste deduzioni, quantunque semplicemente qualitative, basate sull'andamento generale delle curve di livello di ω, dimostrano la fecondità di un simile procedimento di ricerche.

§ 13. - Regolazioni paragonabili.

Le figure 15, 16 e 17 si riferiscono a paragoni istituiti secondo i principii seguenti.

Si suppone di disporre di due paia di motori assolutamente identici, salvo in quanto riguarda il loro modo di eccitazione. I due motori di ciascun paio sono parimenti connessi in serie fra loro e parimenti inseriti in una rete a 600 volt.

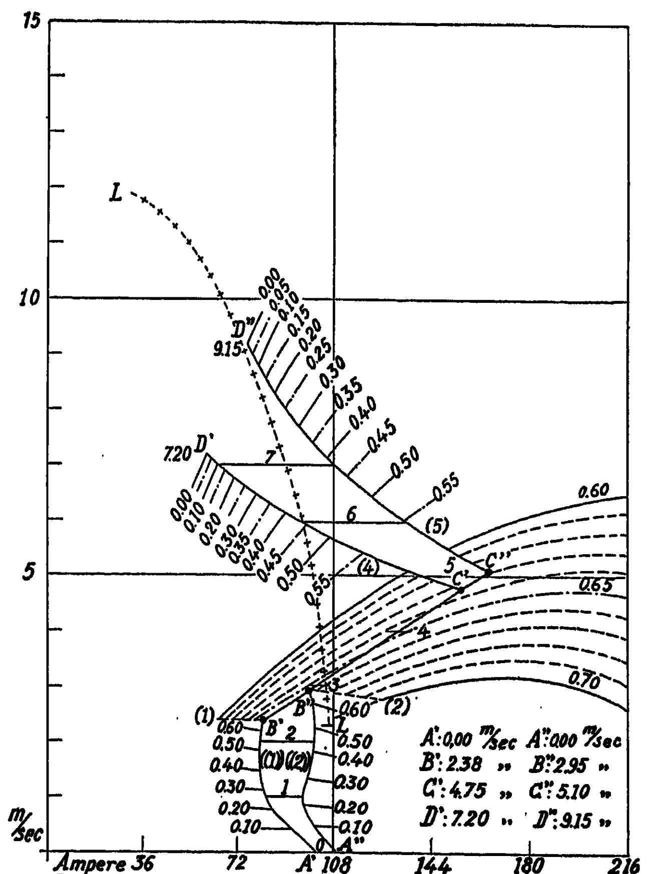


Fig. 16. — Paragone in salita del 16 per 1000.

Si suppone che i mezzi di regolazione permettano, in ognuno dei due casi, una regolazione « finissima » allo scopo di poter fare astrazione da ogni *scarto eventuale* favorevole o sfavorevole.

L'avviamento sotto resistenze è fatto, in ognuno dei due casi, con accelerazione costante ed eguale a 0,70 m/sec².

Se i motori sono eccitati in derivazione, il tracciato della regola-

zione corrispondente è $A' B'$; se i motori sono eccitati in serie, il tracciato della regolazione corrispondente è $A'' B''$.

Se i motori sono eccitati in compound il tracciato è intermedio fra $A' B'$ e $A'' B''$. Esso dipende dalla proporzione fra l'eccitazione in derivazione, che spinge per così dire il tracciato verso la sinistra, e quella in serie, che spinge il tracciato verso la destra.

Il punto di arrivo B' si trova naturalmente sulla linea di velocità (1) ed il punto di arrivo B'' sulla analoga (2). Questi due punti appartengono alla parte del piano (V, i) esplorabile senza resistenze. Poichè corrispondono ambedue ad un medesimo valore 0,70 della accelerazione a ed a due valori prossimi di ω, questi due punti B' e B'' sono approssimativamente allineati colla origine 0 delle coordinate V ed i.

Si può dunque adottare per la regolazione ulteriore senza resistenze un tracciato $B' B'' C' C''$, approssimativamente allineato coll'origine 0, e che non si staccherà molto da una curva di livello di ω; e ciò tanto se si tratti di marcia in piano (fig. 15) quanto se si tratti di marcia in salita (fig. 16) o di marcia in discesa (fig. 17).

La scelta di un consimile tracciato può sembrare arbitraria; ma esso è in ogni caso assai raccomandabile.

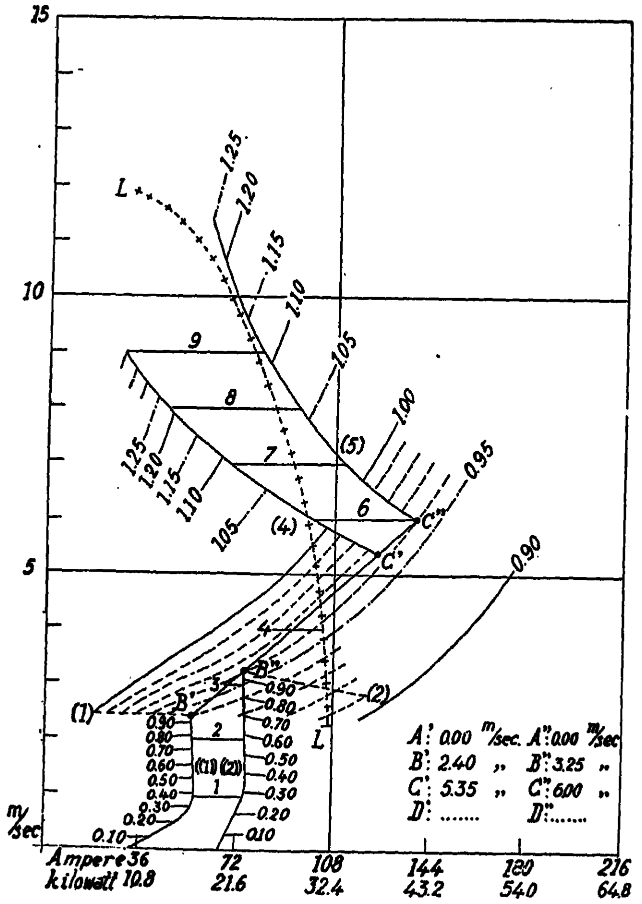


Fig. 17. — Paragone in discesa del 16 per 1000.

Infatti, un tracciato che salisse *meno obliquamente* rispetto all'asse delle V, incrociantesi con curve di livello di ω di quota via via minore, esagererebbe inutilmente il consumo di energia, come lo si scorge ancor meglio guardando le curve di livello del gradiente $\frac{d\omega}{dV}$ disegnate sulle figure 8, 9 e 10.

Ed un tracciato che salisse *più obliquamente* rispetto all'asse delle V condurrebbe all'impiego di correnti i più forti senza procurare un gran benefizio relativamente al consumo di energia, dipendente da ω.

Un esame accurato delle figure 15, 16 e 17 persuade facilmente che la *parte della regolazione* dei motori eccitati in compound, durante la quale, per aumentare la velocità, si fanno variare simultaneamente o separatamente le due eccitazioni che posseggono, e la *parte della regolazione* dei motori eccitati in serie, durante la quale, per aumentare la velocità, si indebolisce il campo «*shuntandolo*», *deve essere fatta, per quanto è possibile, scostandosi poco da una linea di livello di* ω, o se si vuole, *scostandosi poco da un valore costante per l'accelerazione*, od ancora, *utilizzando una corrente d'armatura i che cresca approssimativamente come la velocità V.*

Che queste tre espressioni sieno presso a poco equivalenti, e che sieno applicabili quale che sia la inclinazione della via, si può rilevare dal fatto che la linea invariante $L L$ interseca in ogni caso (piano, salita, discesa) la parte $B'' C'$ del detto tracciato $B' B'' C' C''$.

Il punto d'arrivo C' si trova, naturalmente, nulla linea di velocità (4) ed il punto di arrivo C'' sulla linea di velocità (5), le quali devono intendersi le linee estreme di velocità ammissibili, ossia escludenti un scintillamento nocivo al collettore anche quando debba essere commutata la corrente più intensa che si possa raggiungere.

Noi abbiamo supposto che questa corrente massima fosse di 216 ampere (il doppio della corrente «uni-oraria» di 108 ampere). Evidentemente, se si adottasse come corrente massima temibile una corrente minore, per esempio di 180 ampere, la linea (4) si avvicinerebbe alla linea (5) e le differenze fra i risultati corrispondenti a queste due linee si attenuerebbe.

Ma è bene notare che, nel corso di una regolazione effettiva (se non nel caso della regolazione ideale come quella presa a considerare per non alterare il paragone che stiamo per fare) dei forti sbalzi di corrente sono da temere, *specialmente col motore ad eccitazione composta*, a causa della inclinazione ridotta della linea (4), o di altra analoga, nella regione delle forti correnti.

Questa inclinazione è tanto più ridotta quanto più è ridotta l'eccitazione in serie, e, in un motore eccitato in compound (specie se questo motore è poi destinato a fare, durante il frenamento, del ricupero di energia), questa eccitazione parziale non può essere che piccola. Torneremo in seguito, su questo argomento.

D'altra parte, coloro che preconizzano l'impiego del motore «compound» anche per l'avviamento, dànno l'esempio, nei loro diagrammi, di tener conto della possibilità che la corrente massima possa raggiungere un valore doppio di quello della corrente corrispondente alla potenza «uni-oraria».

Non bisogna d'altronde perdere di vista che questa linea (4) l'abbiamo scelta in modo che passi per la sommità della *collina* del rendimento η.

(*Continua*).

DISPOSITIVO POTENZIOMETRICO A PONTE

E. DENINA

L'A. descrive un dispositivo potenziometrico, nel quale si utilizzano intensità di corrente diverse nelle resistenze potenziometriche disposte parte in un lato e parte nella diagonale di un ponte, allo scopo di rendere minore la resistenza complessiva e aumentare la sensibilità e la precisione.

Il montaggio a ponte si presta pure a fornire f.e.m. variabili tra valori positivi e negativi, per usi sperimentali vari.

Allo scopo di poter disporre di f.e.m. variabili, si ricorre, come è ben noto, a dispositivi potenziometrici, mediante i quali si utilizzano le differenze di potenziale che si generano ai capi di resistenze ohmiche determinate, percorse da corrente elettrica costante.

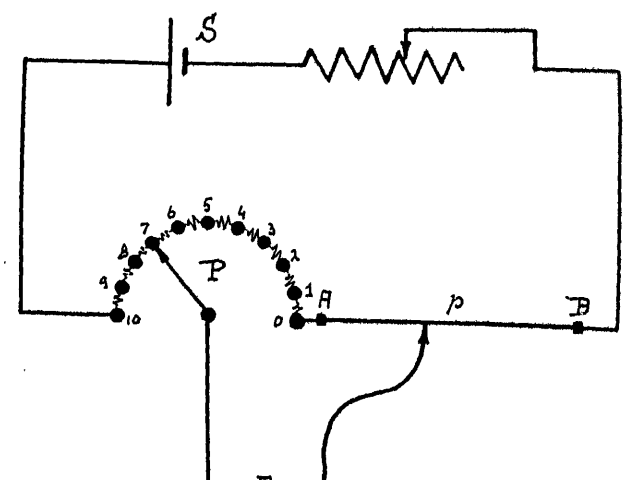


Fig. 1.

Generalmente nei laboratori si usano allo scopo reocordi, per cui le resistenze — e quindi le f. e. m. disponibili — risultano proporzionali alle lunghezze.

Tuttavia per ottenere sensibilità di regolazione alte occorre ridurre la intensità di corrente nel reocordo, ed allora la differenza di potenziale massima, disponibile ai capi di tutto il reocordo, risulta relativamente piccola, talora inferiore al necessario. Così, ad es., quando si voglia avere un decimillesimo di volt per ogni millimetro, se il reo-

cordo è lungo, come per lo più si usa, soltanto un metro, si può ottenere come massima f.e.m. appena un decimo di volt. Per riuscire a raggiungere valori più alti occorre disporre di reocordi più lunghi, oppure inserire in serie al reocordo stesso una cassetta di resistenze, la quale permetta un numero opportuno di prese intermedie. Una disposizione siffatta *in serie* — indicata nella fig. 1 — viene comunemente adottata: tuttavia presenta alcuni inconvenienti. Infatti la resistenza interna del potenziometro risulta aumentata in modo notevole, poichè la resistenza compresa nel circuito derivato, dove si utilizza la f.e.m. richiesta, cresce proporzionalmente a quest'ultima, ripercuotendosi eventualmente sulla sensibilità degli strumenti di misura (ad es. galvanometro), e d'altra parte risulta necessario disporre di resistenze tarate, di valore esattamente noto (possibilmente multiplo di quello del reocordo), onde poter realizzare facilmente tutti i valori intermedi di f.e.m.

Si è pertanto dimostrato vantaggioso in laboratorio un dispositivo potenziometrico, a «ponte», nel quale è stato realizzato il concetto di non più far attraversare resistenze *poste in serie* dalla stessa intensità di corrente, bensì variare il valore di quest'ultima nelle varie resistenze, allo scopo di ottenere f.e.m. maggiori, pur con resistenze di ugual valore. In questo modo si riesce a rendere disponibili f. e. m. più alte senza aumentare di molto la resistenza del circuito (1), oppure viceversa si ottengono sensibilità maggiori senza dover ricorrere a resistenze molto piccole e quindi con maggior precisione.

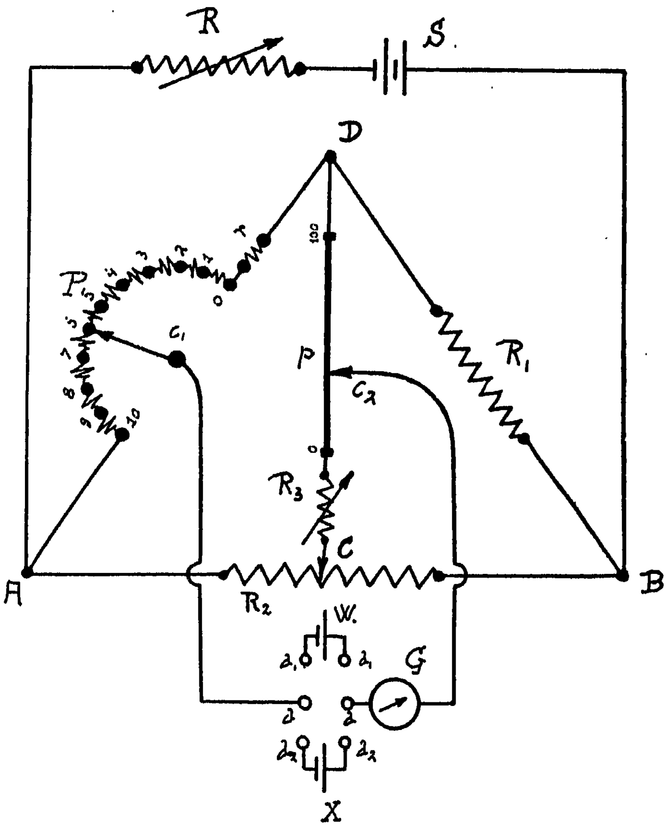


Fig. 2.

Il dispositivo è stato realizzato disponendo una parte delle resistenze potenziometriche (*P*) in un lato di un ponte e la rimanente (*p*) nella diagonale. Si regola quindi il ponte in modo che quest'ultima venga percorsa da una intensità di corrente sottomultipla di quella che percorre il lato P. Evidentemente il rapporto tra le due intensità di corrente, che attraversano rispettivamente le resistenze *P* e *p*, dipende esclusivamente dalle caratteristiche del ponte, ed è indipendente dalla tensione applicata: pertanto la regolazione è richiesta soltanto una volta per tutte.

La figura 2 indica chiaramente le modalità di montaggio (nel caso di misure potenziometriche di f. e. m.).

La resistenza R_1 è fissa e conviene sia dello stesso ordine di grandezza della resistenza *P*, mentre la R_2 può essere circa due volte maggiore. La resistenza R_3 non è necessaria, ma può tornare utile quando la regolazione mediante la presa *C*, variabile sulla resistenza R_2, non sia continua o comunque non sufficientemente sensibile. Il valore della resistenza R_3 deve essere in relazione al campo di regolazione che si richiede.

La regolazione del ponte si effettua in modo che la caduta ohmica in una frazione determinata di *P* (tra la presa C_1 e il vertice *D*) equivalga a quella che si stabilisce in tutto *p* o in una frazione opportuna di esso (tra il vertice *D* e il cursore C_2). Evidentemente qui non si richiede nessun legame particolare tra i valori delle resistenze *P* e *p*, potendosi sempre ottenere — almeno entro certi limiti — qualunque valore nel rapporto delle f.e.m. regolando opportunamente il ponte. In ogni caso le resistenze *P* e *p* devono permettere prese potenziometriche intermedie, realizzate con cursori nei reocordi, con manopole o con spine nelle cassette.

Per definire l'ampiezza delle f. e. m. disponibili si varia la resistenza *R* posta in serie alla batteria *S* nella diagonale di alimentazione del ponte.

La f. e. m. variabile si può utilizzare nel circuito derivato tra le prese variabili C_1 e C_2. E' evidente come essa non possa superare un valore circa metà della tensione totale applicata al ponte tra *A* e *B*, ciò che determina il numero di elementi di accumulatori necessari in *S*.

Il dispositivo si può realizzare ad es. usando come resistenza *P* una serie di 10 (o meglio 11) bobine, tutte di uguale valore con presa intermedia variabile C_1, la resistenza *p* essendo d'altra parte costituita ad es., da un reocordo. Regolando infatti le intensità di corrente, in modo che ad es., la caduta di tensione in una bobina equivalga la caduta di tensione complessiva che si determina ai capi del reocordo, si può facilmente ottenere tra C_1 e C_2 una f.e.m., della quale le cifre dei decimi sono fornite dalle bobine in *P* e *i* decimali successivi dalle lunghezze lette sul reocordo. Basta all'uopo regolare *R* e tarare come di solito il potenziometro mediante una f.e.m. campione (ad es. mediante una pila Weston W). Del resto *P* può venir costituita da qualunque altra resistenza opportuna, come ad es. da un secondo reocordo: la regolazione si effettua ancora analogamente; d'altra parte sia *P* come *p* possono essere costituiti da complessi potenziometrici a derivazione con doppio contatto (tipo Raps o Pasqualini): il montaggio qui proposto presenta in ogni caso il vantaggio che *p* risulta percorso da corrente di intensità minore, ciò che diminuisce l'errore dovuto alle resistenze dei contatti.

*

La regolazione del rapporto voluto tra le correnti che percorrono rispettivamente *P* e *p*, si può effettuare come è ovvio ricorrendo all'aiuto di un opportuno apparecchio di misura potenziometrico *indipendente*: tuttavia può essere comodo evitare l'uso di un secondo potenziometro sussidiario, confrontando *direttamente* le differenze di potenziale in *P* e in *p*. Basta all'uopo chiudere direttamente (cortocircuitando i pozzetti mediani *a* della fig. 2) il circuito C_1 C_2 (dopo aver disposto opportunamente le prese) sul galvanometro *G* e regolare quindi il cursore *C* (ed eventualmente la resistenza R_3), fino a ottenere l'equilibrio delle f.e.m. (cioè l'azzeramento di *G*).

In tal guisa però la differenza di potenziale esistente tra il vertice *D* e il cursore C_2 risulta di senso contrario a quella che si determina in *P*: cioè in altre parole la f.e.m. in *p* si sottrae alla f.e.m. in *P*.

In queste condizioni la lettura di una f.e.m. si dovrebbe effettuare in modo che ricorda quella di un cologaritmo: leggendo precisamente in P ad es. il numero di decimi immediatamente superiore, quindi portando il cursore C_2 fino a formare (in *p*) il valore complementare del residuo a un decimo. Così, per fare un esempio pratico, se 1,0189 è la f. e. m. della pila campione usata, si dovrebbe leggere in *P*, 11 decimi di volt, quindi in p il residuo negativo $0{,}1 - 0{,}0189 = 0{,}0811$, ciò che si potrebbe esprimere scrivendo invece di 1,0189, 1,1811 $(= 1{,}1000 - 0{,}0811)$.

Tuttavia può essere più comodo effettuare automaticamente la sottrazione, onde leggere direttamente il valore finale, ciò che si può ottenere per es. «capovolgendo» il reocordo rispetto al vertice *D* e aggiungendo a *P* una bobina supplementare (*r*), la quale rimane sempre inserita, ma non viene computata nella lettura. Se la bobina *r* è regolata in modo da equivalere a tutto il reocordo *p*, leggendo la posizione del cursore c_2 a partire dall'estremità opposta a *D* — come succede capovolgendo il reocordo nel modo detto — si ottiene direttamente la differenza tra la f.e.m. che agisce in *r* e la f.e.m. opposta che agisce tra *D* e C_2, cioè si hanno direttamente i decimali successivi a quelli che corrispondono al numero di bobine in *P*. L'artificio è rappresentato nel disegno della fig. 2.

Risulta d'altra parte evidente come la resistenza potenziometrica *p* abbia funzione analoga a quella di un nonio per aumentare la sensibilità di lettura.

*

Il montaggio a ponte può presentarsi vantaggioso in molti casi. Disponendo infatti una resistenza potenziometrica *p* secondo la

(1) Con il vantaggio che la sensibilità ad es. di un galvanometro, anche se a bassa resistenza, si mantiene pressochè la stessa in valore assoluto, sia per i piccoli come per i più grandi valori delle f.e.m., poichè il rapporto tra resistenza interna del galvanometro e resistenza totale del circuito varia assai poco.

diagonale di un ponte si può invertire comodamente il segno della f. e. m. disponibile, semplicemente spostando il cursore C da una banda o dall'altra della posizione di equilibrio del ponte: d'altra parte l'ampiezza della f.e.m. può venire regolata mediante c entro larghi limiti.

La possibilità di poter variare con semplicità in modo continuo le f. e. m. da valori negativi a valori positivi torna utile in molte esperienze, come ad es., per studiare in modo completo le caratteristiche di triodi, di celle elettrolitiche, ecc.

Qualora però, come nel caso sovracitato, non si richiedano valori di f. e. m. da leggersi direttamente in modo esatto sul potenziometro, ma semplicemente variabili in modo continuo, può convenire disporre più semplicemente gli accumulatori di alimentazione nel ponte stesso, ad es., nel modo indicato nella fig. 3.

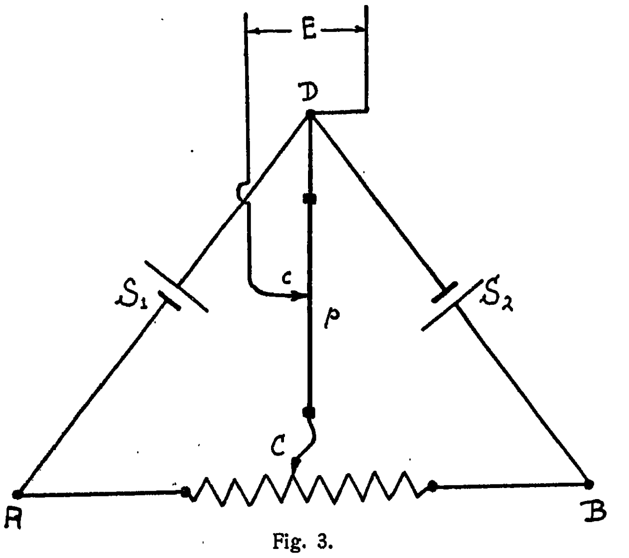


Fig. 3.

Con questo montaggio la diagonale $C\,D$ rimane percorsa da corrente soltanto quando il cursore C venga portato fuori della posizione di equilibrio e precisamente in un senso o nel senso opposto a seconda se il cursore si avvicina all'uno o all'altro polo degli accumulatori $S_1 - S_2$.

Naturalmente qualora interessi avere a disposizione una f. e. m. maggiore in un senso più che nell'altro, può convenire porre nel lato opportuno un numero maggiore di elementi di accumulatore.

Laboratorio di Elettrochimica e Fisico-Chimica
R. Scuola di Ingegneria - Torino.

Nuovi prezzi di favore pei Soci delle Pubblicazioni dell'A.E.I.

L'OPERA DI A. VOLTA: Vol. di pag. 633, ridotto a L. 12 il volume, franco di porto.

MONOGRAFIE.

1. U. Bordoni – I fenomeni elettrici dell'atmosfera e la protezione degli edifici dalle scariche temporalesche.
2. E. Bottani – La moderna matematica dei circuiti trifasi.
3. U. Bordoni – La fotometria moderna: i suoi problemi e le sue tendenze.
4. R. San Nicolò – Le tendenze moderne nella tecnica degli impianti a vapore.
5. G. Vallauri – Convertitori statici di corrente elettrica.
6. A. Barbagelata – La protezione contro le sovracorrenti.
7. C. Rimini – Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative.
8. G. Büchi – Funzionamento e costruzione in serie delle turbine idrauliche a reazione.
9. L. Lombardi e G. Corbellini – Congresso Mondiale dell'Energia a Tokyo. Corrispondenze preliminari e riassunto dei lavori attinenti alla elettrotecnica.

La raccolta completa L. 33,— } franco di porto.
Ogni volume separato L. 5,— }

RENDICONTI DELLE RIUNIONI ANNUALI.

Vol. I, 1922 – Riunione XXVII, Milano: *Produzione e distribuzione d'energia elettrica* (Volume di pagine 188 con 194 figure).

Vol. II, 1923 – Riunione XXVIII, Venezia: *Applicazioni dell'energia elettrica* (Volume di pagine 206 con 203 figure).

Vol. III, 1924 – Riunione XXIX, La Spezia: *La illuminazione elettrica e l'inerente distribuzione dell'energia* (Volume di pagine 262 con 280 figure).

Vol. IV, 1925 – Riunione XXX, Napoli: I. *Conversione di forma dell'energia elettrica.* — II. *Mezzi per assicurare la continuità del servizio degli impianti elettrici.* (Volume di pagine 216 con 204 figure).

Vol. VI, 1927 – Riunione XXXII, Como: I. *Comunicazioni elettriche.* — II. *Isolamento delle grandi linee* (Volume di pagine 352 con 581 figure).

Ogni volume L. 12, franco di porto.

NOTA SUI FORNI ELETTRICI INDUSTRIALI E SULLA DURATA DELLE LORO RESISTENZE DI RISCALDAMENTO

A. CELLA

La nota tratta in generale della convenienza d'impiego dei forni elettrici industriali per trattamenti termici, e considera in particolare i diversi sistemi di resistenze di riscaldamento, ed il modo di aumentare la loro durata.

Il forno elettrico con resistenze interne di riscaldamento era fino a pochi anni or sono un apparecchio da laboratorio, impiegato solo a scopi sperimentali. Esso ha goduto però, in breve tempo, di così rapidi perfezionamenti e di una conseguente così grande diffusione da divenire oggi ovunque, ed anche in Italia, di impiego notissimo e comune.

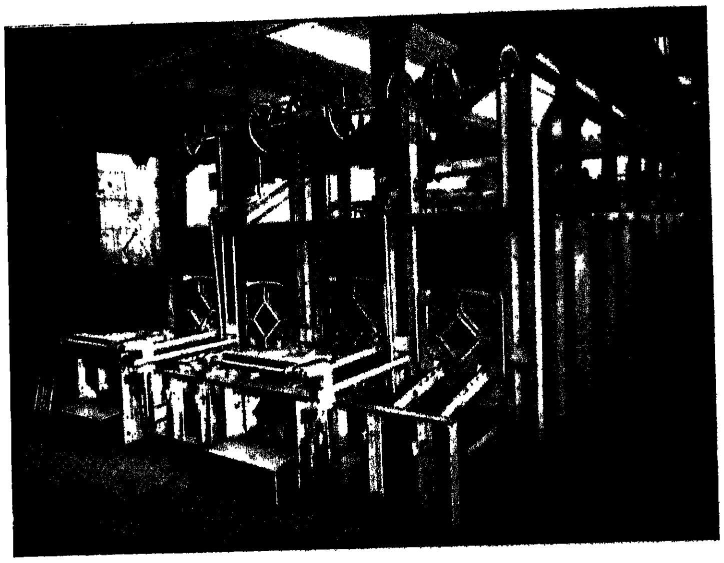


Fig. 1. — Forni elettrici per trattamenti termici di parti di automobili, ognuno delle dimensioni utili di 12880 x 720 x 420 mm, e della potenza massima di 90 kW.
(F.I.A.T. - Sezione Automobili - Torino).

La costruzione del forno elettrico industriale per i trattamenti termici più disparati, e per temperature fino a 1000° C, può dunque dirsi ormai un problema risolto. Anzi, esso è stato forse considerato risolto già da quando i primi risultati favorevoli d'esercizio hanno dimostrato i particolari vantaggi del forno, e prima che la costruzione avesse ancora potuto approfittare di quella somma di dati e di esperienze necessarie per stabilire, di ogni apparecchio elettrico l'assoluta sicurezza d'esercizio, la durata e l'economia nel servizio.

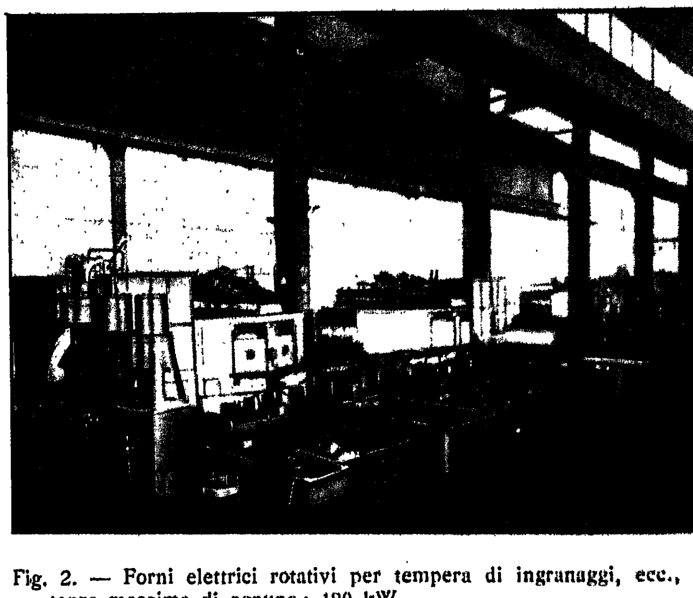


Fig. 2. — Forni elettrici rotativi per tempera di ingranaggi, ecc., potenza massima di ognuno: 180 kW.
(F.I.A.T. - Sezione Automobili - Torino).

A prima vista un forno a resistenze interne di riscaldamento è di costruzione semplicissima. Chiunque abbia pratica industriale ormai lo conosce, e ne conosce anche gli speciali vantaggi rispetto al forno a combustione che esso ha in molti casi già sostituito.

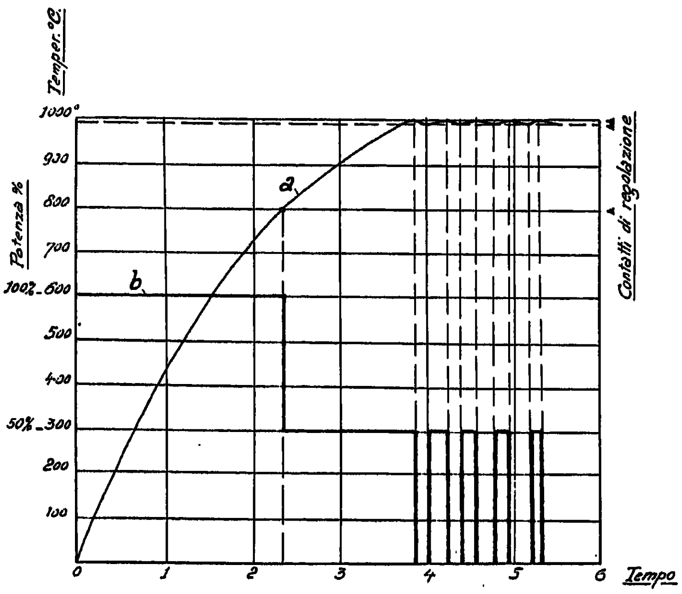


Fig. 3. — Diagramma della temperatura (*a*) e della potenza assorbita (*b*) in un forno elettrico regolato con un apparecchio a tre contatti, situati in modo che a 800° C la potenza venga dimezzata, e che la regolazione a 1000° C avvenga solo inserendo e disinserendo la metà potenza.

Putroppo però l'apparente semplicità costruttiva ha indotto molti tecnici a delle idee sempliciste, sia sulle sue possibilità di applicazione, che sulla facilità di costruzione; non pochi furono quindi coloro che si azzardarono, senza la necessaria esperienza, nella costruzione di forni elettrici, con risultati spesse volte infelici e tali da determinare nell'ambiente industriale un certo senso di sfiducia sul forno elettrico in generale.

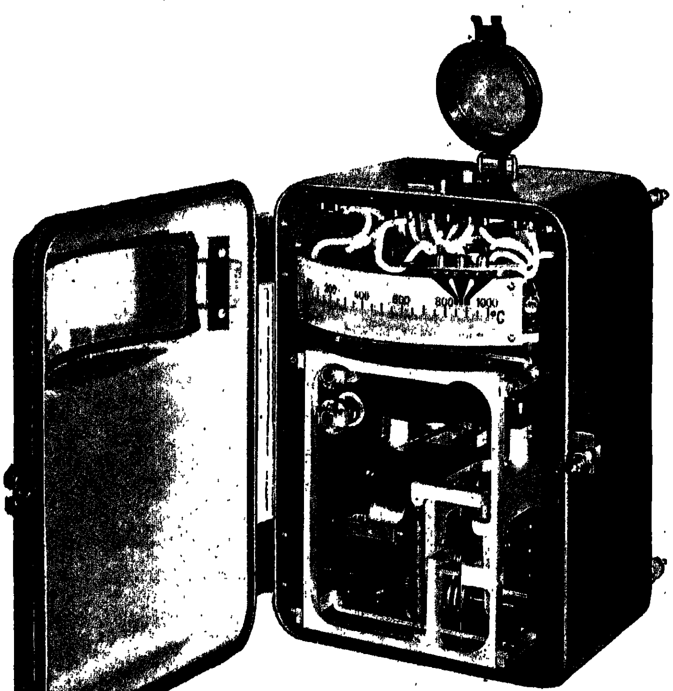


Fig. 4. — Apparecchio regolatore di temperatura munito di tre contatti di regolazione. Gli indici, visibili sulla scala, sono registrabili a volontà; quando la lancetta indicatrice passa in corrispondenza di uno di essi, un apposito interruttore interno all'apparecchio determina una manovra avente il risultato di opportunamente modificare la potenza assorbita dal forno (vedere fig. 3).

Noi abbiamo la convinzione che il forno elettrico debba convenientemente sostituire quello a combustibili ovunque ove l'energia elettrica sia disponibile a prezzi non eccessivi.

Non si richiede naturalmente che il forno elettrico costi, in consumo d'energia, di meno o tanto quanto costa il combustibile nei forni di questo tipo. Un paragone su questa base escluderebbe quasi sempre la convenienza d'impiego del forno elettrico.

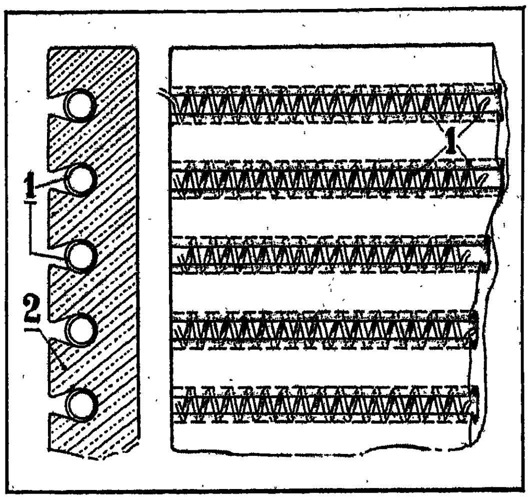


Fig. 5. — Schema di disposizione di resistenze di riscaldamento, di filo Ni-Cr, in scanalature nelle pareti refrattarie del forno: (1 = spirale di nichel-cromo; 2 = parete refrattaria).

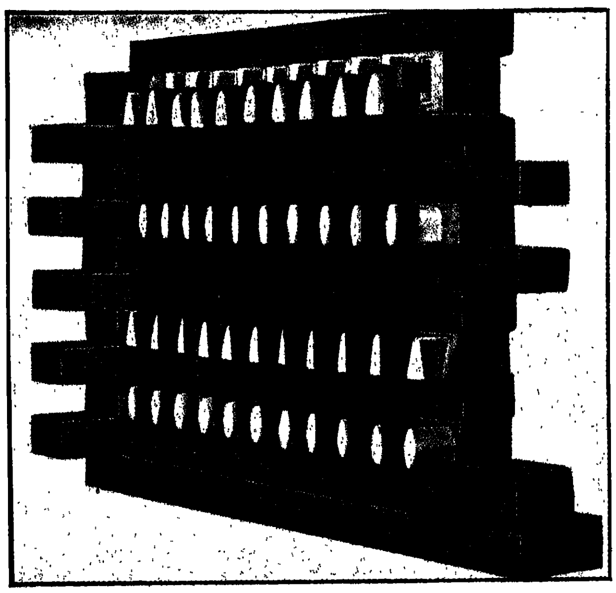


Fig. 6. — Resistenze elettriche di riscaldamento in nastro di Ni-Cr, fissate alle pareti del forno mediante pietre-supporto in refrattario (sistema Hagan).

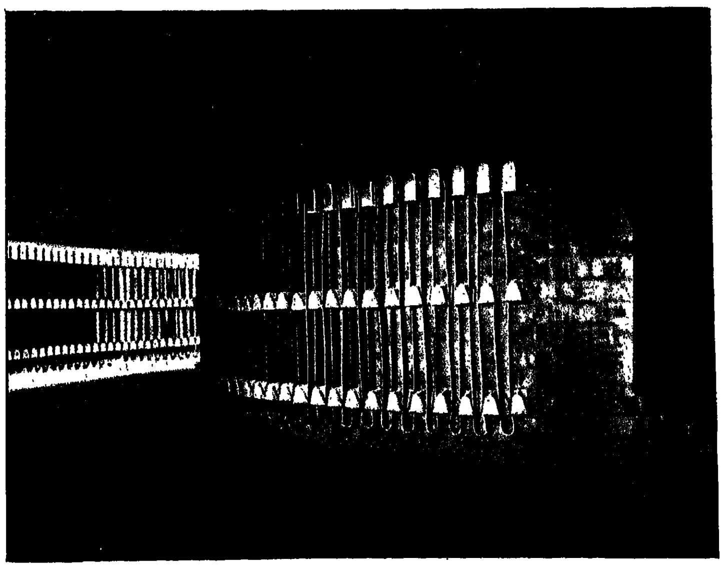


Fig. 7. — Interno di uno dei forni di cui a fig. 2. Si vedono le resistenze in nastro metallico fissate alle pareti cilindriche della camera di riscaldamento.

D'altra parte si tratterebbe di un paragone incompleto: moltissimi altri fattori del costo totale di esercizio gravano infatti in favore

del forno elettrico, cosicchè per avere dei dati attendibili bisogna istituire un confronto completo. Basti ricordare il risparmio di mano d'opera (mediante le regolazioni automatiche di temperatura oggidì diffuse e perfette), il limitato ingombro, la regolarità nella distribuzione della temperatura e quindi il miglioramento della produzione, la eliminazione dei depositi di combustibile, l'assenza di gas combusti e nocivi, ecc. Soprattutto la possibilità di avere una perfetta uniformità di temperatura determina talvolta la convenienza d'impiego del forno elettrico anche in condizioni apparentemente sfavorevoli pel prezzo dell'energia.

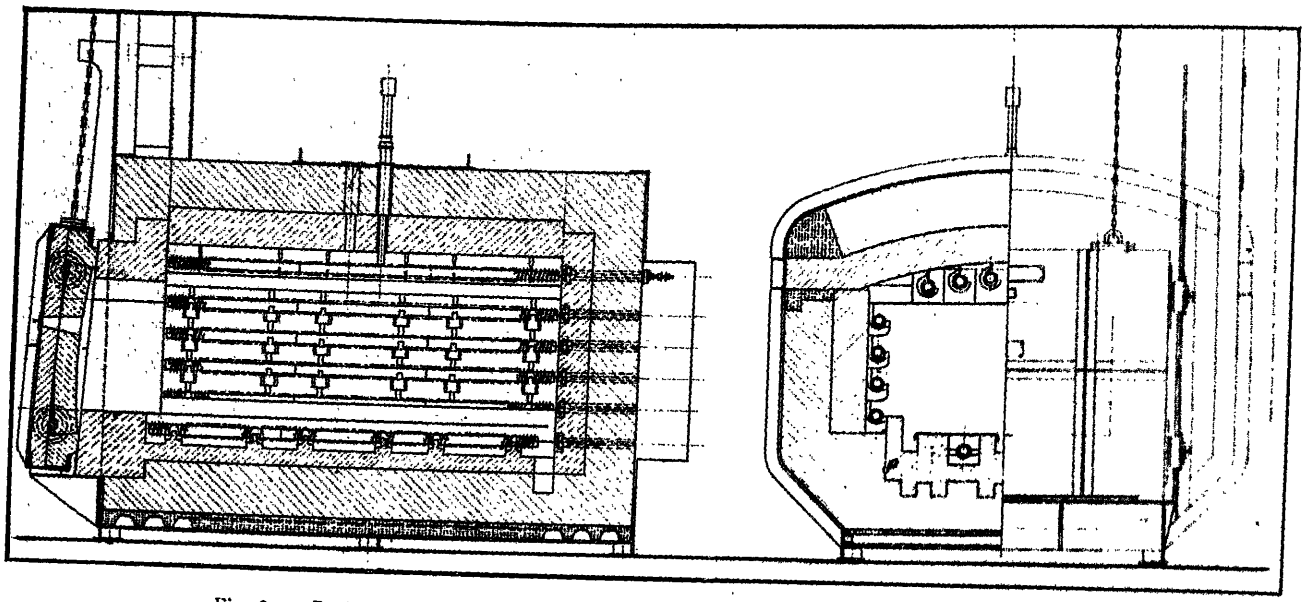


Fig. 8. — Resistenze elettriche di riscaldamento in filo di Ni-Cr, avvolto su tubi refrattari portati da pietre-supporto fissate alle pareti (sistema Brown Boveri).

Quando infatti il forno debba servire a trattamenti termici delicati, (tempere, cementazioni, ricotture, ecc.) la uniformità e la bontà della produzione compensano spesso le maggiori spese d'esercizio.

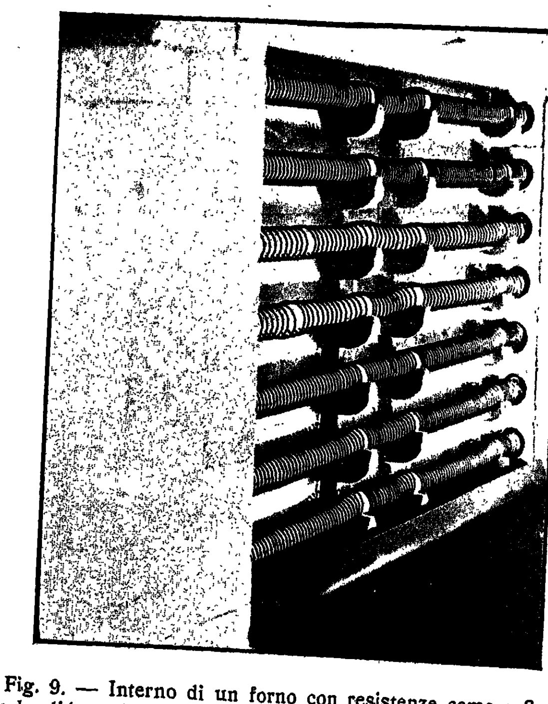


Fig. 9. — Interno di un forno con resistenze come a fig. 8. (Scuola d'Arte Ceramica - Roma: Forno per ricottura ceramiche).

Non vogliamo neppure qui asserire che alla diffusione di questo tipo di forno sia estranea la questione prezzo dell'energia; anzi crediamo il contrario. Se infatti i produttori dell'energia elettrica, che specialmente oggi hanno larghe disponibilità, dovessero considerare attentamente questo sbocco della loro produzione e fargli delle condizioni più favorevoli, probabilmente vedremo in qualche anno un non trascurabile incremento nel consumo d'energia, dovuto ai forni di nuova installazione, ed una conseguente diminuzione nel consumo di quei combustibili pei quali anche oggidì dobbiamo ricorrere all'estero.

Ed alle condizioni di favore cui sopra accennavamo non dovrebbe essere estranea la considerazione del tipo d'impianto, del fattore di potenza prossimo all'unità, del carico costante e senza punte, delle possibilità d'impiego notturno, ecc.

Tornando ora alla questione della diffidenza di molti tecnici verso il forno elettrico, dobbiamo riconoscere che una delle ragioni di questa, e certo la più importante, sta nella diffusa opinione di una scarsa durata delle resistenze di riscaldamento del forno stesso.

E' noto che in questi forni, per temperature da 500° fino a 1000° C si fa uso di resistenze metalliche di nichel cromo, disposte sulle pareti della camera di riscaldamento. Dette resistenze, percorse da corrente, irradiano per effetto Joule, sotto forma calorifica, l'energia elettrica che assorbono.

Ora, evidentemente, per poter irradiare il calore sul materiale caricato nel forno, e quindi riscaldarlo, le resistenze debbono trovarsi a temperatura notevolmente superiore di quella del materiale.

Ma il nichel-cromo delle migliori qualità non può essere portato oltre la temperatura massima di 1100°-1200° alla quale le sue proprietà di resistenza sia meccanica che alla ossidazione cominciano a diminuire. Il problema resta dunque impostato in questi termini:

Le resistenze di riscaldamento devono irradiare la massima quantità di calore, sul materiale trovantesi già a 1000° C, mantenendo però minima la sopraelevazione di temperatura sul materiale stesso.

Per ottenere questo scopo si possono adottare i seguenti mezzi:

1) Dare alle resistenze di riscaldamento un basso carico specifico, (misurato in watt per unità di superficie) e questo specialmente durante il funzionamento del forno a temperatura elevata.

2) Disporre le resistenze in modo tale che il calore prodotto possa essere facilmente diffuso nell'ambiente (massimo coefficiente di dispersione calorifica).

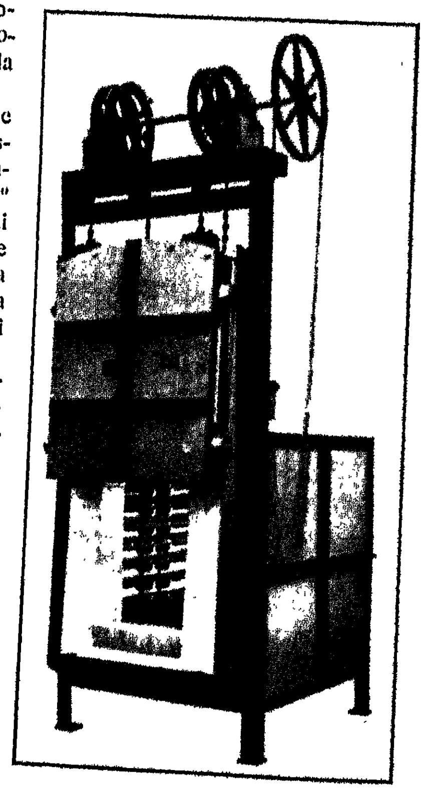


Fig. 10.
Forno elettrico per ricottura ceramiche. Internamente su una parete, si vedono le resistenze di riscaldamento sistema Brown Boveri.
(Scuola d'Arte Ceramica - Roma).

Il primo sistema è molto semplice, ma implica, a parità di potenza del forno, un notevole impiego di nichel-cromo, materiale di alto prezzo e costituente la parte più costosa del forno.

Allo scopo di applicare però questo principio senza immobilizzare

grandi quantità di nichel-cromo e senza rinunciare alla rapidità del riscaldamento, alcune Case usano il mezzo molto semplice di ridurre la potenza del forno, e quindi il carico specifico delle resistenze, coll'aumentare della temperatura (fig. 3).

Questo risultato può essere ottenuto automaticamente, coi moderni istrumenti di regolazione, provvisti di diversi contatti disponibili a volontà sulla scala della temperatura. Ognuno di questi contatti provoca una determinata manovra di interruttori automatici, i quali connettendo diversamente fra loro i gruppi delle resistenze di riscaldamento, variano la potenza assorbita dalle stesse, riducendola quando la temperatura si approssima al limite massimo ammissibile (fig. 4).

L'altro sistema cui sopra si è accennato consiste nel disporre le resistenze in modo da facilitare al massimo la diffusione del calore generato.

In altre parole l'ambiente immediatamente prossimo alla resistenza metallica dovrà trovarsi a temperatura la più bassa possibile, onde favorire il raffreddamento e la cessione del calore della resistenza.

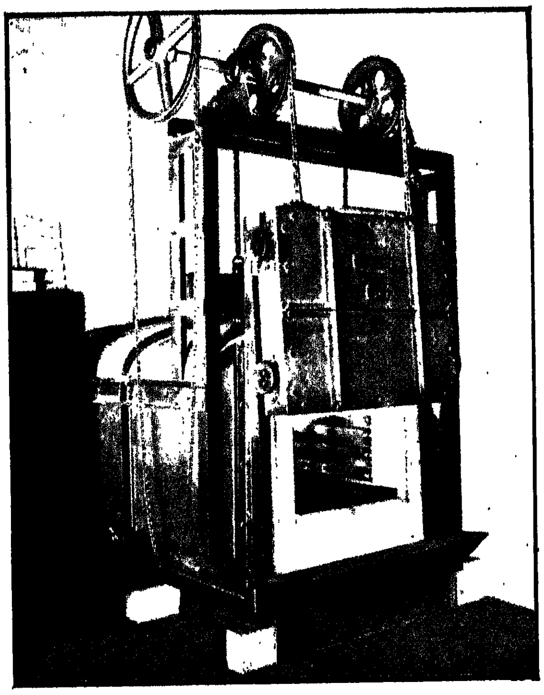


Fig. 11. — Forno elettrico normale per cementazione e tempera. Internamente si vedono, su una parete laterale, le resistenze di riscaldamento già roventi.

(Soc. Ital. Ingranaggi Maag - Milano).

Le figure 5, 6, 9, indicano, in linea di principio, alcuni sistemi di fissaggio delle resistenze di riscaldamento alle pareti dei forni elettrici.

Il sistema di cui a fig. 5, impiegato da alcune Case nazionali, permette una notevole economia di spazio ed una buona protezione delle resistenze contro gli urti meccanici. Però le resistenze (spirali di filo di nichel-cromo, disposte in scanalature del rivestimento refrattario del forno) sono in condizioni sfavorevoli per ciò che riguarda la irradiazione, (che avviene solo per la fessura di comunicazione con l'ambiente) e la convezione (quest'ultima nulla).

A nostro avviso l'impiego di questo sistema dovrebbe essere evitato, specialmente nei forni a temperatura prossima ai 1000° C, pena una scarsa durata delle resistenze.

Le figure 6 e 7 indicano il sistema usato dalla Casa americana «Hagan» una delle prime che affrontarono la costruzione dei forni elettrici. La resistenza è in nastro metallico di Ni-Cr, portato da pietre refrattarie speciali sporgenti dalle pareti della camera. Queste resistenze occupano uno spazio notevole, quindi aumentano le dimensioni del forno a parità di volume utile. Però le resistenze, trovandosi nella camera stessa di riscaldamento, irradiano direttamente in questa e sono lambite dalla corrente d'aria che si forma, dal basso all'alto, lungo le pareti.

Altra osservazione che a queste resistenze potrebbe farsi è quella di essere sospese alle pietre refrattarie solo a lunghi intervalli, e quindi della necessità di un buon dimensionamento per resistere meccanicamente, alle alte temperature, al loro proprio peso.

Le figure 8, 9, 10 e 11 rappresentano le resistenze impiegate nei forni elettrici sistema Brown Boveri, costruiti in Italia dal Tecnomasio Italiano. Il filo di nichel-cromo è avvolto a spirale intorno ad un tubo di materiale isolante e refrattario, a sua volta appoggiato a pietre refrattarie e sospeso a ganci in metallo inossidabile. Questo sistema presenta gli stessi vantaggi dell'«Hagan»; inoltre, nel caso in cui le resistenze si avvicinino al punto critico cominciando a rammollirsi, esse non si deformano poichè restano appoggiate al tubo refrattario di supporto.

Altre case, rispettivamente italiane e straniere, usano sistemi che a questi tipi in vario modo possono riferirsi.

Comunque sia, senza voler qui elencare tutti i sistemi oggi usati, riteniamo conveniente l'aver attirato l'attenzione dei tecnici italiani, ai quali può presentarsi l'occasione di installare forni elettrici, sulla importanza della questione delle resistenze e sulla opportunità di sacrificare, talvolta, una certa economia d'impianto alla maggiore sicurezza d'esercizio e durata del materiale.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPLICAZIONI TERMICHE.

F. P. Mc Kibben — **Edifici e ponti in acciaio saldato negli Stati Uniti d'America.** (Gen. Elec. Rev., agosto 1930, pag. 450).

Negli Stati Uniti si possono attualmente enumerare oltre cento grandi costruzioni (edifici e ponti), nelle quali la saldatura elettrica venne usata estensivamente per la connessione dei vari elementi delle strutture resistenti.

Particolarmente importante è stata la costruzione di un grande edificio nella fabbrica della General Electric Company a Philadelphia, ove vennero saldate elettricamente quasi 300 tonnellate di acciaio laminato.

Pure interessanti sono le sopraelevazioni di edifici già esistenti ed i rafforzamenti di vecchi ponti in ferro eseguiti con saldatura elettrica: queste operazioni furono eseguite senza sospendere l'abitabilità degli edifici e il transito sui ponti. Particolarmente notevole è l'aggiunta dell'undicesimo piano all'Hotel Homestead (Hot Springs) fatta a 55 metri di altezza. Il ponte sul Missouri a tre campate, 320 metri di lunghezza totale, venne rinforzato con l'aggiunta di 150 tonnellate d'acciaio saldato con due mila trecento metri di saldatura, mediante l'impiego di una tonnellata di elettrodi; un'altro ponte, sul Susquehanna, lungo circa un chilometro, venne rinforzato con l'aggiunta di circa 1500 tonnellate di acciaio tutto saldato.

Colla saldatura elettrica è in taluni casi possibile di risolvere problemi interessanti. Avviene talvolta che nelle strutture metalliche qualcuna delle membrature lavori meno di quanto era stato previsto nel calcolo, caricando maggiormente altri elementi della costruzione. Colla saldatura elettrica è possibile la sostituzione di queste membrature con altre più corte, che consentono la esatta distribuzione dei carichi. A questo scopo vengono saldati in posto gli elementi portati in precedenza ad una certa temperatura predeterminata alla quale si ottiene un allungamento noto. Dopo la saldatura, con la contrazione dovuta al raffreddarsi dell'elemento, questo viene ad assumere la parte di carico che gli compete.

Nelle principali città degli Stati Uniti i regolamenti edilizi municipali vanno man mano tenendo conto di questo sistema di costruzione. Gli sforzi massimi più comunemente consentiti nella sezione triangolare della saldatura sono i seguenti:

taglio nella sezione della saldatura	800 kg cm²
tensione	915 » »
compressione	1050 » »

Considerando una saldatura a sezione triangolare isoscele di un centimetro di lato, parallela alla direzione dello sforzo, si ha una sollecitazione di taglio, longitudinale, che, dovrebbe essere di circa 550 kg per ogni centimetro di lunghezza.

La saldatura all'idrogeno atomico, che ha dato buoni risultati nell'unione di vari metalli e leghe in fogli di piccolo spessore, non ha trovato fino ad ora applicazione pratica in questo particolare ramo dell'industria delle costruzioni. *C. G. E.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

O. Gunolt — **Sulla trasformazione di energia calore-elettricità.** (E. T. Z., n. 39 del 25 settembre 1930, pag. 1363).

I tentativi per una trasformazione diretta del calore in elettricità risalgono molto indietro. I diversi dispositivi per raggiungere questo risultato hanno come caratteristica comune la trasformazione diretta senza parti in movimento: secondo il tipo del fenomeno fisico si distinguono in: *a*) processi termoelettrici in conduttori di elettroni; *b*) processi termoelettrici in conduttori di ioni; *c*) processi termomagnetici; *d*) processi termodielettrici.

I processi termoelettrici in conduttori di elettroni comprendono l'effetto di Seebeck e cioè il formarsi di una forza elettromotrice in

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

un circuito costituito da due diversi conduttori, il cui punto di contatto presenta una differenza di temperatura (termocoppie).

I processi termoelettrici in condutori di ioni hanno come base la possibilità che offrono certi processi chimici di essere influenzati da fatti termici. Sono questi i processi elettrolitici, cui prendono parte le masse elettrodiche.

I processi termomagnetici si basano sulla dipendenza termica della magnetizzazione di materiali paramagnetici, specialmente ferrosi. La trasformazione dell'energia avviene per periodica variazione di temperatura di materiali magnetici che si trovano sotto l'influsso di una forza magnetizzante, la cui variazione agisce per induzione su di un sistema di conduttori.

Finalmente i processi termodielettrici sono basati sulla dipendenza termica della polarizzazione dielettrica. Il processo viene reso possibile dall'inserzione di condensatori, il cui dielettrico viene sottoposto ad una variazione periodica di temperatura.

Qui si devono distinguere dielettrici senza polarizzazione permanente e dielettrici con polarizzazione permanente. I primi costituiscono il caso generale. I secondi costituiscono i cosidetti cristalli piroelettrici con asse di simmetria polare, del tipo della tormalina. Con variazione della temperatura si ha una variazione della polarizzazione, il cui momento elettrico, a cagione di mancata compensazione, si manifesta verso l'esterno. Questo fenomeno, noto da più di 200 anni, era stato proposto in un primo tempo per essere utilizzato per la produzione della elettricità. *T. S.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

F. D. FIELDER - E. BECK — **Effetto delle sovratensioni sulle macchine rotanti e metodi di protezione contro di esse.** (J. A. I. E. E., settembre 1930).

Per proteggere efficacemente una macchina contro le sovratensioni di origine atmosferica provenienti dalla linea alla quale la macchina è connessa, non basta provvedere, con degli scaricatori installati prima della macchina stessa, a diminuire il valore massimo di cresta dell'onda che entra nella macchina; può infatti avvenire che l'onda pur avendo un valore di cresta tale da non essere pericoloso nei rispetti dell'isolamento verso massa, produca, se il fronte è sufficientemente ripido, una distribuzione di tensione nell'interno della macchina, così ineguale, da mettere in pericolo l'isolamento fra le spire degli avvolgimenti. Interessanti rilievi sperimentali eseguiti dagli AA. e riportati dall'articolo confermano queste vedute teoriche.

Può quindi essere opportuno ricorrere a qualche accorgimento per assicurare una più uniforme distribuzione del potenziale nell'interno della macchina. Questo fine può ottenersi in vari modi alcuni dei quali di uso ben noto come l'inserzione di reattanze prima della macchina, oppure l'interposizione di un tronco di cavo fra linea aerea e macchina: si ottiene così il risultato di modificare il fronte d'onda in arrivo, appiattendolo. Gli AA. propongono due nuovi sistemi che consistono nell'inserire dei piccoli condensatori o degli scaricatori in parallelo con parti dell'avvolgimento della macchina. Parecchi rilievi sperimentali sono stati eseguiti su macchine provviste di questa protezione che si è dimostrata molto efficace anche con onde assai ripide. Le capacità da mettere in parallelo coi tratti dell'avvolgimento possono essere esterne alla macchina o anche installate direttamente nell'interno di essa. *R. S. N.*

FISICA, CHIMICA E MATEMATICA.

A. CARELLI — **Il nuovo aspetto della termodinamica.** (Energia Elettrica, luglio 1930).

Mentre il primo principio della termodinamica si dimostrava chiaro e giustificato anche sperimentalmente, il secondo ha dato luogo a incertezze e quindi a ricerche che attraverso la definizione dell'entropia sono giunte fino agli enunciati del Nernst. D'altra parte la concezione dell'energia calorifica come generata dal moto disordinato delle particelle costituenti la materia ha condotto a studiare quello che può dirsi la vita di esse, concludendo che il numero che esprime lo stato del loro disordine, al pari dell'entropia, tende ad aumentare. Tali ragionamenti estesi all'energia raggiante dimostrano come questa debba essere costituita da elementi finiti e danno luogo alla teoria dei quanti e delle onde quantizzate, arrivando a stabilire un valore fisico chiaro e ben definito per i concetti di entropia e di zero assoluto. *I. P.*

IMPIANTI.

G. GANASSINI — **Utilizzazioni idrauliche combinate per produzione di energia elettrica e per irrigazione.** (En. Elettrica, settembre 1930, pag. 759).

In questa memoria presentata alla seconda Conferenza mondiale dell'Energia, l'autore, ricordate le opere irrigue che anche nel più lontano passato costituirono fonti essenziali di ricchezza specialmente per la valle del Po, dove si ebbero esempi che precorrevano i grandi serbatoi, come nel Monferrato, e le dighe ad archi multipli, come nei piccoli sbarramenti della Liguria, riassume lo stato attuale degli impianti idroelettrici e di irrigazione in Italia e passa ad esaminare le possibilità di combinare i due servizi. Ciò finora non aveva avuto importanti applicazioni, limitandosi, ove fosse necessario, a subordinare il funzionamento idroelettrico all'esistenti esigenze agricole. D'altra parte non sempre i due servizi interferiscono; così generalmente nella Valle del Po lo sfruttamento irriguo comincia dove necessariamente finisce quello idroelettrico e le grandi portate coincidono colle massime richieste estive dell'agricoltura.

Qualora invece le stesse opere siano a comune beneficio degli agricoltori e degli idroelettrici, le quote per gli oneri relativi potranno essere stabilite proporzionali agli ettari irrigati per l'aumento di valore dell'ettaro irrigato e rispettivamente ai kWh totali d'integrazione per il valor capitale del kWh.

Esempio notevole di tali impianti alpini misti, ma ad interesse prevadentemente irriguo è quello del lago di Idro avente uno specchio medio di 10 km^2 per 7 m d'escursione annua prevista, e 70 milioni di m^3 di capacità: esso alimenta una centrale con 100 m di salto capace di fornire 14 milioni di kWh annui d'integrazione. Opere analoghe a queste sono in corso di esecuzione per i laghi Verbano, Lario, Selino.

L'irrigazione talvolta richiede, specialmente in pianura, l'ausilio delle pompe per un'efficace distribuzione e allora può essere conveniente l'impianto di centrali che sfruttando piccoli salti provvedano ad azionare le pompe ed eventualmente forniscano l'energia elettrica in sopravanzo alle reti elettriche, che d'altra parte possono essere chiamate in ausilio per l'azionamento delle pompe nei mesi di siccità. Tale l'impianto per l'irrigazione dell'altipiano di Villareggio che sfrutta l'acqua della Dora Baltea.

Anche nell'Appennino non v'è interferenza altimetrica, e il regime delle piogge è tale che sia per l'agricoltura che per lo sfruttamento idroelettrico necessitano serbatoi d'invaso per far fronte alle magre estive. Tuttavia esiste una certa incompatibilità dovuta al fatto che l'agricoltura tende a mantenere chiuse le saracinesche fino al periodo estivo, nel quale vorrebbe che tutta l'acqua fosse utilizzata, mentre l'interesse dell'idroelettrico è di moderare i deflussi in modo da non trovarsi mai col bacino completamente scarico. Tali impianti sono in genere difficilmente sostenibili direttamente dall'agricoltore mentre l'industriale elettrico può inserire un tal diagramma in quello più vasto di una rete estesa.

Esempi notevoli d'impianti destinati ai due scopi sono quelli del Tirso e Coghinas in Sardegna, del Belice, Simeto e Licata in Sicilia, quello della Val Tidone in cui un consorzio di agricoltori vende l'energia elettrica ritraibile ad una rete vicina e quello sul Torrente Savio in cui si è fatta una convenzione diversa e cioè che durante il periodo irriguo deve essere mantenuta una portata costante, commisurata alla sola capacità del serbatoio, in modo che basta che all'inizio della stagione il serbatoio sia pieno perchè la portata stessa sia assolutamente garantita.

Altri impianti notevoli sono allo studio o in costruzione come quelli che tendono a sfruttare corsi dell'Appennino Ligure-Emiliano deviando le acque dal versante adriatico a quello tirreno.

Tali problemi a sfruttamento idraulico misto vanno naturalmente studiati caso per caso, ma il criterio generale più logico e più equo appare sempre quello in cui i deflussi vengano mantenuti il più possibile costanti. *I. P.*

PH. SPORN — **Razionalizzazione dell'isolamento delle linee di trasmissione.** (J. A. I. E. E., agosto 1930, pag. 662).

I progressi compiuti negli anni recenti hanno molto migliorato le condizioni di sicurezza delle linee di trasmissione, tuttavia non mancano ancora di verificarsi incidenti che sono preponderatamente dovuti a fenomeni di scariche atmosferiche. Per ulteriori progressi pare all'A. che manchino attualmente delle basi razionali; praticamente avviene spesso che quando un punto di una linea si è rivelato insufficientemente resistente alle sovratensioni non si fa altro che aumentare l'isolamento in quel punto o in quell'apparecchio col solo risultato di trasferire, alla prossima occasione, l'inconveniente a un altro punto o a un'altro organo.

I molti lavoro sperimentali sul comportamento dell'isolamento alle sovratensioni sono difficilmente fra loro comparabili per il fatto che i diversi sperimentatori usano onde di forma diversa. E' quindi essenziale addivenire ad una normalizzazione delle onde da usarsi nelle esperienze ad impulsi di tensione. L'A. propone tre tipi di onde, tutte con fronte della durata di un quarto di microsecondo, e tali da richiedere rispettivamente 10″, 30″, 90″ perchè la tensione cada alla metà del valore di cresta; confrontando con la forma di onde registrate su linee in esercizio si osserva che le tre onde così proposte corrispondono bene a quelle che effettivamente si verificano come sovratensioni accidentali.

Stabilite queste onde fondamentali l'A. traccia tutto un piano di lavori di ricerca sperimentale che deve essere eseguito per procurare alla tecnica moderna i dati che sono indispensabili per poter provvedere con criteri razionali allo studio dell'isolamento degli impianti. E' necessario cioè procurarsi dei dati sperimentali metodici sul comportamento, rispetto alle onde fondamentali, di tutti i materiali e gli apparecchi che entrano a costituire un sistema di trasmissione. L'A. pur riconoscendo che allo stato attuale non tutti gli apparecchi possono essere sottoposti alle prove desiderate, ritiene che un tale programma, una volta stabilito, contribuirebbe a promuovere il miglioramento costruttivo anche di tali apparecchi in modo da renderli atti a poter sopportare le prove volute. Soltanto con questo lavoro, vasto ma necessario ed urgente, sarà possibile procedere oltre nella razionalizzazione dell'isolamento degli impianti. *R. S. N.*

N. Faletti — **Un caso particolare di protezione differenziale.** (Energia Elettrica, settembre 1930, pag. 794).

Nella centrale di S. Francesco a Mese della Interregionale Cisalpina sono installati dei relais differenziali alimentati da due terne di trasformatori di corrente, poste rispettivamente al centro stella dell'alternatore e a valle del trasformatore, in modo che l'azione pressochè istantanea di questi relais tolga di circuito il gruppo nel solo caso di corto circuito o altra perturbazione interna al gruppo stesso.

D'altra parte però il trasformatore funziona col neutro a terra, per cui risulta che ad ogni arco fra fase e terra, anche se in linea e quindi esterno al gruppo, i relais entrano ugualmente in azione, se non si prevedono speciali artifici. Tale fatto è assolutamente indesiderabile poichè in generale la perturbazione che lo provoca è transitoria e se non lo fosse, altri relais interverrebbero, distaccando per lo più la sola linea guasta e non tutto il gruppo.

Ad ovviare tale inconveniente ci si è valsi del fatto che il neutro partente dalla terna dei relais differenziali è percorso da corrente solo nel caso dell'arco a terra in linea: si è quindi disposto su detto conduttore un relais di blocco, che per avere un tempo di scatto metà di quello dei relais principali può sicuramente prevenire ed annullare l'azione di questi ultimi nel caso considerato, mentre per tutte le perturbazioni interne, il funzionamento rimane quello normale dei relais differenziali. Questo sistema sperimentato nella centrale di S. Francesco ha dato risultati pienamente rispondenti allo scopo. *I. P.*

MATERIALI.

E. G. Bern — **Materiali costruttivi per quadri.** (Gen. Elec. Rev., agosto 1930, pag. 470).

E' entrato ormai in uso molto diffuso il quadro di metallo. Hanno influito su questo cambiamento la preferenza per le apparecchiature corazzate, che eliminano l'impiego del pannello come supporto isolante e il fatto che in tal modo gli equipaggiamenti possono essere completamente costruiti in officina con minori spese di costo. Il risparmio di peso dei materiali per i quadri, che si realizza con questo sistema di costruzione, è per semplici pannelli del 75 % circa: e questo è un vantaggio da tener presente in relazione anche alla spese di imballaggio e di trasporto. Nei quadri corazzati la lamiera di ferro, dello spessore di circa 4 mm, viene opportunamente piegata e imbutita così da evitare la necessità dell'incastellatura di sostegno. Il montaggio dei pannelli a cerniera permette l'accesso all'interno rendendo inutile lo spazio di passaggio posteriormente al quadro.

Quando sono richieste al materiale proprietà isolanti, viene invece impiegato l'« asbetos compound », materiale ottenuto mescolando delle fibre di amianto ad un impasto di cemento Portland ed ulteriormente trattato per eliminare ogni igroscopicità. I materiali isolanti naturali, come il marmo e l'ardesia, sono quasi completamente abbandonati sia perchè di qualità meccaniche e dielettriche inferiori all'« asbestos compound », sia perchè la loro finitura è delicata e presentano difficoltà di sostituzione in caso di rottura.

L'A. tratta poi estesamente anche della parte muraria della costruzione dei quadri del tipo a celle sia in cemento armato sia in mattoni, consigliando per quei casi, in cui la rapidità è fattore predominante sul costo, l'impiego di un cemento a rapida presa.

C. G. E.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

E. H. Rayner - W. G. Standring - R. Davis - G. W. Bowdler — **La misura di piccoli fattori di potenza ad elevata tensione.** (J. I. E. E. Londra, settembre 1930, pag. 1132).

Gli AA. hanno confrontato fra di loro diversi metodi di misura del fattore di potenza determinando con ciascuno il cos φ di un condensatore in mica da 5000 $\mu\mu F$ adatto per frequenze radio e costruito per una tensione di 40 kV. Il suo fattore di potenza è risultato di 0,0013 con differenze minori di 0,00010 nei valori determinati coi vari metodi. Sono cause di errori sensibili in queste misure: la capacità distribuita lungo i fili che uniscono fra di loro gli elementi del circuito di misura, le correnti di dispersione, l'induttanza e la capacità residua dei campioni di resistenza e delle bobine degli strumenti di misura, la forma d'onda della tensione di prova. Nei metodi per confronto è conveniente usare come condensatore campione un tipo a tre armature con isolamento in aria e provvisto di opportuni anelli di guardia in modo da utilizzare quella zona delle armature che produce un campo uniforme. Il fattore di potenza di questo condensatore si può ritenere nullo quando si abbia l'avvertenza di schermare gli isolatori di porcellana che sostengono le armature metalliche e le parti in legno della struttura di sostegno. Con una distanza fra le armature, lucidate a specchio, di 20 cm la scarica si produce quando la d. d. p. applicata supera i 220 kV.

Le resistenze più adatte per derivare delle piccole correnti in fase con la tensione applicata (fino a 150 kV) sono quelle a tubo d'acqua; anche tali resistenze devono essere schermate contro gli effetti della capacità mediante una corona di una dozzina di tubi analoghi posti in giro e collegati con un capo a terra e con l'altro sull'alta tensione. Alcuni disegni schematici riportati in questo studio danno i dettagli costruttivi di un condensatore in aria adatto per tensioni fino a 200 kV. *L.*

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

P. P. Eckersley - N. Ashbridge — **Una stazione trasmittente per radiodiffusione con doppio programma.** (J. I. E. E., Londra, settembre 1930, pag. 1149).

La località adatta per la trasmissione venne scelta in una zona pianeggiante a nord di Londra; l'impianto di una piccola stazione temporanea di 1 kW confermò l'esistenza in tale zona di condizioni favorevoli al servizio doppio di radiodiffusione sia per il programma interessante la città che per quello adatto per la campagna.

La sala d'audizione è situata in città ed è messa in comunicazione con la trasmittente a mezzo di una linea telefonica sotterranea. La stazione propriamente detta consta di una casa ad un piano nella quale trova posto tutto il macchinario e di due aerei disposti parallelamente all'asse della casa ad una distanza di 137 m da questa; la potenza su ogni aereo è prevista di 50 kW. La potenza necessaria per il funzionamento di tutto il macchinario viene prodotta da tre motori Diesel accoppiati con dinamo a corrente continua da 200 kW; essa serve in parte per alimentare il gruppo generatore di corrente continua ad alta tensione (fino a 12.000 V) del circuito di placca delle valvole termoioniche. E' stato possibile ottenere una tensione così elevata mettendo in serie due dinamo a doppio collettore (e quindi a doppio avvolgimento) montate sullo stesso albero e col rotor isolato da questo. Le dinamo sono previste per dare una corrente di 16 A ed hanno un'eccitazione differenziale; quando si produce un corto circuito la corrente sale fino a 120 A in 0,02 secondi per poi scendere fino al valore stabile di 36 A nel tempo di circa un secondo perchè il campo automaticamente si diseccita. Un'induttanza di 5 Henry è messa in serie con la dinamo e un condensatore in derivazione onde attenuare le pulsazioni residue della tensione; il valore massimo di queste è risultato di circa il 0,08 % del valore medio. Una batteria di accumulatori è stata installata come riserva, normalmente essa serve per i servizi ausiliari e dell'illuminazione durante i periodi di riposo; la potenza necessaria è di solito così esigua da rendere poco conveniente il mantenere in funzione uno dei Diesel.

Ciascuno dei due trasmettitori è suddiviso in quattro sezioni attraverso le quali la corrente che dovrà andare all'aereo raggiunge il grado voluto di amplificazione e di modulazione; il funzionamento delle valvole di trasmissione è controllato a mezzo di amperometri in modo da segnalare subito i guasti e provvedere alla sostituzione. L'altezza degli aerei è di 61 m e le antenne che li sostengono sono tutte isolate da terra; l'isolamento resiste bene ad una tensione alternata di 10 kV e di una frequenza di 1000 kilocicli. L'irradiazione dalle due antenne avviene secondo due lunghezze d'onda diverse e precisamente di 261 e 356 m e la trasmissione è continuamente controllata a mezzo di un oscillografo catodico, di un ondametro e di altri speciali strumenti adatti per rilevare tutte le altre caratteristiche elettriche dell'impianto. L'intensità del campo prodotto dai due aerei ad una distanza di 5 km intorno alla trasmittente è riportata in questa relazione sotto forma di diagramma polare; in media essa si mantiene sui 350 mV per metro in tutte le direzioni. *I. L.*

TELEFONIA, TELEGRAFIA, SEGNALAZIONI.

W. J. Williams - A. G. Mc Curdy — **Una rilevazione dei disturbi recati alle comunicazioni telefoniche dai rumori stradali.** (J. A. I. E. E., settembre 1930, pag. 791).

Il Comitato di Ricerche della N.E.L.A. e del Bell System, i due grandi Enti tecnici americani, ha proceduto ad una serie di rilievi dei disturbi che i rumori esterni provocano sulle ricezioni telefoniche nelle case di abitazione a seconda dei diversi quartieri urbani, delle ore del giorno e delle stagioni. I risultati ottenuti in queste misure hanno naturalmente un valore puramente indicativo e soprattutto locale ma sono tuttavia interessanti come dimostrazione della importanza che assume anche a questo riguardo la lotta che si va impostando nei grandi centri urbani contro i rumori inutili.

Le misure vennero effettuate con due metodi: parte con un metodo auricolare consistente nel confrontare il grado di attenuazione (variabile a volontà) col quale un determinato suono può essere percepito al telefono, in presenza e in assenza dei rumori esterni; per altre misure si fece uso invece di un sistema elettrico mediante amplificatori che elevano le correnti, prodotte nel microfono dai rumori, a un valore sufficiente per azionare un apparecchio registratore e ottenere così una registrazione grafica della energia corrispondente.

R. S. N.

H. S. Osborne — **Uno schema generale di connessioni per servizio telefonico intercomunale.** (J. A. I. E. E., settembre 1930, pag. 775).

L'A. espone i concetti direttivi per lo studio di un piano razionale di connessioni per realizzare un vasto sistema di comunicazioni telefoniche a lunga distanza negli Stati Uniti e nel Canadà. Il concetto è quello di rendere minimo il numero di organi di collegamento in centrale necessari per provvedere al collegamento di due apparecchi telefonici qualunque.

Il territorio da servire viene diviso in vastissime aree entro ciascuna delle quali viene stabilito un certo numero di nodi primari; ciascun centro di comunicazioni è collegato almeno ad un nodo primario e tutti i nodi primari di un'area sono direttamente collegati fra loro. Si rende così possibile il collegamento fra due centri qualunque entro un'area mediante due soli organi di connessione. Complessivamente

per 2500 centri di comunicazioni degli Stati Uniti e del Canadà, si sono installati soltanto 150 nodi primari. Fra questi, 8 sono considerati come «nodi regionali» e sono tutti direttamente collegati fra loro, mentre ognuno dei nodi primari è collegato ad almeno uno dei centri regionali. Così ogni nodo primario può essere collegato ad un altro qualunque di tutto il territorio mediante la manovra, al massimo, di due organi di connessione.

L'A. entra anche a descrivere qualche dettaglio dello schema considerato ed espone considerazioni circa le caratteristiche delle linee l'installazione di ripetitori, ecc., e illustra anche il programma previsto di graduale sviluppo. *R. S. N.*

TRASFORMATORI.

C. Palestrino e C. Caminiti — **Determinazione delle cadute di tensione nei trasformatori a tre avvolgimenti.** (Energia Elettrica, settembre 1930, pag. 778).

La determinazione delle caratteristiche di funzionamento dei trasformatori a tre avvolgimenti richiede in generale accorgimenti speciali, talvolta laboriosi e non sempre ammissibili nella pratica corrente: tenuto conto di ciò e in considerazione che specialmente dal punto di vista dell'esercizio il valore che più interessa è la caduta di tensione, per carichi e sfasamenti diversi, gli AA. propongono un loro metodo che rende possibile tale ricerca con espressioni analoghe a quelle in uso per i trasformatori a due avvolgimenti. Esse si riferiscono al caso particolare in cui la corrente del terziario sia in quaquadratura ed in anticipo colla rispettiva tensione, essendo questa condizione spesso soddisfatta in pratica.

Le grandezze da misurare direttamente sono le correnti dei tre avvolgimenti come risultano da una normale prova di corto circuito e le resistenze degli avvolgimenti stessi. Da queste è possibile ricavare un diagramma che permette la determinazione delle cadute di tensione cercate, fra primario e secondario, e fra primario e terziario, per vari valori di carico e di fase del primario e secondario stessi.

E' data anche la rappresentazione vettoriale che essendo basata sulle stesse ipotesi, serve a chiarire il procedimento, nonchè un esempio numerico e un confronto fra i risultati che le formule degli AA. e quelle dei metodi americani, Della Salda, e Guastalla forniscono per un caso concreto. *I. P.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

M. Artini — **La teoria dei fili di guardia.** (Energia Elettrica, agosto 1930, pag. 690).

L'articolo contiene solo considerazioni teoriche e riporta numerosi dati bibliografici sull'argomento.

Fino a che il campo prodotto da una nube rimane stazionario, il filo di guardia, caricandosi dello stesso segno degli altri conduttori paralleli, ne riduce la capacità e quindi la carica indotta in essi: allo scoccare del fulmine che scarica la nube, anche il filo di guardia, che è terra, si scarica, assumendo successivamente polarità opposta alla precedente per induzione degli altri fili, la cui capacità quindi aumenta con conseguente diminuzione del potenziale.

La diminuzione percentuale della tensione indotta nei conduttori per l'effetto suddetto del filo di guardia, in confronto a quella che si avrebbe senza di esso si definisce «protezione».

Da considerazioni teoriche basate su ipotesi semplificative si traggono le seguenti principali conseguenze:

1) La protezione è praticamente indipendente dal diametro dei conduttori e cresce con quello del filo di guardia e quindi anche con l'effetto corona, che agisce come se il filo aumentasse di diametro e ciò tanto più quanto più elevato è il gradiente del potenziale agente.

2) La protezione aumenta coll'aumentare della distanza fra il filo e i conduttori, quando questi sono al disotto; il contrario se fossero al disopra.

3) La protezione aumenta di circa il 60% con un secondo filo di guardia.

A complicare questi risultati, che si deducono dall'elettrostatica, intervengono numerosi fenomeni dovuti all'induzione elettromagnetica, che producono onde migranti la cui attenuazione diminuisce per la presenza del filo di guardia. La resistenza di messa a terra ha pure notevole influenza nella riduzione della sovratensione e conviene che molti siano i punti a terra piuttosto che pochi anche se più perfettamente a contatto col suolo. Si dimostra anche che il filo di guardia tende a ridurre i disturbi nei circuiti a corrente debole, mentre la sua azione protettrice contro le scariche dirette del fumine è ovvia. *I. P.*

O. C. Traver - L. F. Kennedy — **Requisiti moderni dei relais di protezione di importanti sistemi interconnessi.** (J. A. I. E. E., agosto 1930, pag. 678).

Gli AA. riassumono i requisiti che debbono avere i relais di protezione per le grandi linee che connettono fra loro impianti o sistemi di impianti, allo scopo di realizzare una protezione efficacemente selettiva e sufficientemente rapida. I tipi di protezione in uso vengono dagli AA. classificati in tre categorie, secondo il concetto fondamentale su cui sono basati: si tratta in generale di confrontare fra loro due o più grandezze elettriche e di reagire ad ogni variazione di certi stati di equilibrio prestabiliti. Le tre categorie sono le seguenti: «equilibrio in serie» (confronto di correnti alle due estremità di un circuito), «equilibrio in parallelo» (confronto di correnti a una estremità di due circuiti in parallelo), «equilibrio di quantità differenti» (per esempio di tensioni con intensità di corrente).

La prima categoria dà luogo alla protezione differenziale in cui viene effettuato il confronto fra correnti, che in condizioni normali sono eguali, in due punti, ragionevolmente vicini fra loro, di una stessa linea; il sistema, molto efficace, richiede però l'installazione di fili pilota coi relativi inconvenienti. La seconda categoria è efficace per proteggere linee in parallelo e simili fra loro; per evitare manovre ingiustificate è però necessario ammettere una certa tolleranza, che arriva fino al 25%, nello squilibrio fra le due linee e inoltre occorrono accorgimenti speciali per impedire che venga fatta staccare una linea sana quando viene rimessa in circuito una linea in parallelo precedentemente staccata per guasto. La terza categoria, ha dato luogo ai noti relais di impedenza o di distanza con i loro derivati.

Interessanti notizie sono date da un nuovo dispositivo per rendere rapidi i relais direzionali anche per tensioni assai basse, facendo uso di un sistema risonante messo in parallelo con una resistenza di tirite la quale a tensioni elevate diminuisce tanto la sua resistenza da mettere in corto circuito il sistema risonante. *R. S. N.*

N. Del Buono — **Sulla messa a terra del neutro nelle linee ad alta e bassa tensione.** (Energia elettrica, settembre 1930, pag. 791).

L'A. riporta i risultati al riguardo a cui è pervenuta la Commissione permanente dell'Unfiel appositamente nominata. Si è concordi nella convenienza di mantenere lo stesso grado di isolamento agli impianti anche se il neutro è a terra, rinunciando alla piccola economia che sarebbe in realtà possibile di effettuare; e ciò sia riguardo alle condizioni anormali dovute alle perturbazioni atmosferiche, sia perchè in tal modo rimane la possibilità di funzionare con neutro non a terra.

La sicurezza e la continuità del servizio come pure il pericolo per le persone sono punti sui quali i pareri circa la convenienza o meno di mettere il neutro a terra abbisognano di studi e statistiche ulteriori. Le risposte dall'estero al riguardo sarebbero di massima favorevoli al neutro a terra. In ogni caso la messa a terra deve essere ben curata, come pure quella dei pali, specialmente dove non esista filo di guardia.

Perciò che riguarda i disturbi ai telefoni, i timori che il neutro a terra può far nascere, appaiono esagerati e d'altra parte è sempre più necessario studiare sistemi di protezione che salvaguardino di per sè le reti a correnti deboli. *I. P.*

L. V. Bewley — **Critica della teoria del filo di terra.** (J. A. I. E. E., settembre 1930, pag. 780).

Come è noto i metodi proposti per calcolare il rapporto di protezione di un filo di terra (cioè il raporto della tensione sui fili di linea quando sia presente il filo di terra, e la tensione che si verificherebbe senza di questo) partono dal seguente presupposto: fili di terra ideali, cioè perfettamente a terra su tutta la loro lunghezza; scarica atmosferica istantanea; assenza di onde migranti; distribuzione uniforme delle cariche indotte. Anche gli studi teorici finora pubblicati sulla considerazione di fili di guardia messi a terra attraverso resistenze, sono sempre stati condotti sulla base di ipotesi semplificative.

I risultati sperimentali del Peek hanno dimostrato rapporti di protezione inferiori a quelli calcolati: Hunter ha cercato di spiegare tale fatto colla considerazione del fenomeno corona. Altri AA. hanno studiato il comportamento del filo di guardia nel caso di onde migranti ottenendo valori in accordo con quelli sperimentali: si sono anche effettuate molte misure, sperimentali coll'uso di apposite antenne.

Non è stata però ancora esposta una teoria che tenga contemporaneamente presenti tutti gli elementi che entrano nel problema. L'A. in una appendice di carattere matematico presenta una tale trattazione che tiene conto della legge di scarica della nube temporalesca, della distribuzione delle cariche indotte, della formazione e dello sviluppo di onde migranti e delle cariche residue; la teoria è applicabile a linee aventi un numero qualunque di conduttori e di fili di guardia e può tenere conto della correzione per l'effetto corona.

La conclusione, sorprendente, si è che, nell'ipotesi di filo di terra ideale, il rapporto di protezione è indipendente da tutte queste grandezze. Ne segue che uno qualunque dei metodi proposti conduce a calcolare un rapporto di protezione molto prossimo al vero.

L'A. studia poi il caso della scarica diretta su una linea e espone il metodo per calcolare l'effetto di riflessione successive, sulla tensione nelle linee e nei fili di guardia. Finalmente esamina l'effetto dei fili di terra sull'attenuazione, sulle interferenze colle linee telefoniche, sull'effetto corona, ecc. *R. S. N.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Th. Boveri — **Nuove forme di esecuzione del comando individuale degli assi, sistema Brown Boveri, per locomotori.** (Revue Brown Boveri, n. 6, giugno 1930).

L'A. esamina le applicazioni più recenti del comando individuale Brown Boveri descritto nel n. 5 della *Révue B. B. C.* del 1922. Si tratta notoriamente, di un comando articolato ad ingranaggi costruito in modo da consentire uno spostamento mutuo in tutti i sensi fra ruota motrice e ruota dentata su albero cavo. Questo co-

mando è stato applicato su vasta scala dalle Ferrovie Federali Svizzere per i locomotori 2 Co 1 e 2 Do 1. In queste locomotive la trasmissione del moto è unilaterale, con disposizione dell'ingranaggio all'esterno del telaio e posizione eccentrica della grande ruota dentata.

Per i locomotori da 2.600 kW della Paris-Orleans, venne applicato il comando bilaterale per ridurre la pressione specifica sui denti degli ingranaggi. Il comando in questione è stato applicato anche nella trasmissione con motori doppi dei locomotori della Compagnia Paulista del Brasile.

I locomotori soprar icordati sono tutti a telaio interno: non sussiste però nessuna difficoltà all'applicazione del comando per locomotive a telaio esterno, quando particolari esigenze lo rendono opportuno. Come esempi in proposito sono ricordati i locomotori della Ferrvoia del Nord in Ispagna e quelli, in costruzione, della Ferrovia Circumvesuviana in Italia.

L'A. termina ricordando l'applicazione del comando B.B.C. ad un locomotore da 5500 kW in costruzione per le Ferrovie Federali Svizzere. *V. D. Ma.*

P. H. Hatch — **Il consumo di energia elettrica nei parchi ferroviari di smistamento.** (J. A. I. E. E., agosto 1930).

Nel caso dei treni normali per passeggeri o merci, il calcolo della energia consumata per tonnellata-chilometro non presenta pratiche difficoltà; altrimenti vanno le cose nelle stazioni di smistamento dove i percorsi sono brevi e molteplici e i carichi e le composizioni dei convogli cambiano continuamente. La conoscenza del consumo medio di energia anche in questi casi riesce utile per varie ragioni: ad esempio per proporzionare le batterie quando si faccia uso di locomotive ad accumulatori.

L'A. descrive delle esperienze a tale scopo eseguite in un grande parco di smistamento americano, usando due locomotive elettriche diverse. Esse furono equipaggiate con contatori elettrici di energia per registrare i consumi e di contatori magnetici di giri applicati alle ruote per determinare le distanze dei diversi percorsi; i pesi dei convogli furono stimati coll'approssimazione possibile e registrati caso per caso; le manovre sia del personale di macchina che della manovalanza di carico e scarico furono lasciate assolutamente normali.

I risultati ottenuti sono riportati in tabelle e possono giovare per determinare il consumo medio. Esso varia tuttavia, come è naturale, in misura notevole secondo il servizio compiuto di modo che per avere dati attendibili le prove devono essere ripetute per ogni singolo parco di smistamento. *R. S. N.*

Curtius — **Vetture elettriche di misura delle Ferrovie Tedesche dello Stato.** (El. Bahnen, n. 6, giugno 1930).

L'A. descrive due vetture allestite dalla Deutschen Reichsbahn allo scopo di eseguire le misure ed i controlli necessari per la valutazione delle prestazioni delle motrici e per studiare il comportamento, nelle condizioni più svariate di esercizio, delle varie parti degli equipaggiamenti degli impianti fissi e mobili.

La prima vettura è a 6 assi e viene applicata direttamente al locomotore che deve essere controllato. L'energia viene captata alla linea di contatto da due pantografi della vettura e, attraverso un complesso totalizzatore e ad un interruttore in olio, va ad alimentare il locomotore le cui prese di corrente sono abbassate. Un cavo a conduttori multipli permette di riportare sulla vettura la misura dell'energia assorbita dai motori, di quella consumata dai servizi ausiliari e di quella dissipata nel trasformatore principale. Un dinamometro a glicerina consente una determinazione assai approssimata dello sforzo di trazione al gancio del locomotore.

La seconda vettura, a carrelli di 2 assi ciascuno, è munita di tutti i dispositivi atti a permettere le misurazioni più svariate. In essa è montato pure un oscillografo con tutti i dispositivi accessori e le sorgenti di energia necessarie. Una descrizione dettagliata delle varie apparecchiature è riportata dall'A, il quale riassume le applicazioni fatte a tutt'oggi con le vetture descritte. *V. D. Ma.*

J. V. B. Duer — **La elettrificazione della Pennsylvania Railroad.** (J. A. I. E. E., settembre 1930, pag. 787).

Viene illustrato il programma di elettrificazione deciso nel 1928 per le linee della Pennsylvania Railroad per una estensione di circa 530 chilometri di linea e oltre 2000 chilometri di binario; parte dei lavori sono già stati compiuti mentre altri sono ancora in corso. Sono stati adottati tre tipi di locomotive: una locomotiva passeggeri a due assi motori, con due carrelli a quattro ruote ad entrambi le estremità; una locomotiva passeggeri a tre assi motori, pure con due carrelli d'estremità a quattro ruote; una locomotiva merci a quattro assi con due carrelli d'estremità a due ruote. Le locomotive viaggiatori hanno ognuna motori gemelli da 770 kW ciascuno montati sopra ogni asse motore; quelle merci hanno motori da 385 kW ciascuno direttamente montati sugli assi. I motori sono però tutti identici perchè i motori gemelli delle locomotive passeggeri sono composti dall'accoppiamento di due motori delle locomotive merci. Anche per quanto riguarda l'equipaggiamento elettrico si è studiato con grande cura la sua normalizzazione in modo da renderlo facilmente intercambiabile.

L'energia è provveduta mediante linee di trasmissione a 132.000 volt; le cabine sono del tipo all'aperto. Le linee di contatto sono costruite interamente in rame o bronzo e soltanto i pezzi più grossi sono in ghisa malleabile galvanizzata: così le spese di verniciatura e manutenzione sono ridotte al minimo. Anche i pali sono stati normalizzati in modo da ridurre al minimo il numero dei tipi. *R. S. N.*

CRONACA

APPLICAZIONI TERMICHE.

Gli esperimenti iniziati tempo fa in Francia dall'Ing. Roux per la ricerca di un metodo che permettesse la *determinazione della qualità di una saldatura senza danneggiare il pezzo saldato*, sono stati portati a buon fine dall'Ing. Watts della Westinghouse Co. Un elettromagnete a ferro di cavallo viene disposto in modo da abbracciare il pezzo sotto prova, ed il campo magnetico così creato viene «esplorato» a mezzo di un apparecchio misuratore della riluttanza, le cui indicazioni permettono di determinare rapidamente ed accuratamente la posizione e l'entità delle eventuali imperfezioni nella saldatura. *A. P.*

APPLICAZIONI VARIE.

Un esempio di applicazione del *comando Lèonard alle macchine utensili* è ricordato nella Révue *Brown Boveri* del novembre 1930. Il comando è applicato ad una piallatrice ed è munito di un commutatore che inverte direttamente a fine corsa, la corrente d'eccitazione della dinamo Léonard. Per ottenere tutta la gamma delle velocità dell'utensile — fra 6 e 18 m/min. in condizione di lavoro e di 21 a 36 m/min. per la marcia indietro — e ridurre l'energia cinetica accumulata dalle masse rotanti, la potenza assorbita è stata ripartita fra due motori coi rotori accoppiati in serie. La velocità dei motori varia da 145 a 870 giri/min. *V. D. Ma.*

CONDUTTURE.

I limiti di convenienza di palificazione in legno ed in ferro a traliccio sono analizzati nell'*En. Elettrica* dell'agosto 1930. A parte considerazioni particolari di terreno, ecc. si può in modo semplice determinare rapidamente se per una data conduttura convenga la palificazione in legno o in ferro. A tale scopo viene esposto un metodo di valutazione, fornendo criteri e direttive da adottare caso per caso. *I. P.*

ESPOSIZIONI, CONGRESSI, ECC.

Per la seconda *Mostra Internazionale di Tecnica Sanitaria e di Igiene Urbanistica* è stato concesso il ribasso del cinquanta per cento sulle tariffe ferroviarie delle Ferrovie dello Stato, delle più importanti ferrovie secondarie e delle principali linee di navigazione, per tutti coloro che intendono recarsi a Milano, sia come Congressisti, sia come Espositori o come semplici visitatori della Mostra che avrà luogo dal 12 al 21 aprile p. v. Per informazioni rivolgersi all'Ufficio «A.I.V.E.R.» via Santa Maria Segreta, 6 - Milano.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Nel numero di luglio 1930 di *A.E.G. Mitteilungen* H. Vahl descrive e illustra un *nuovo tipo di trasformatore di corrente*, portatile, di precisione, e a più rapporti. Esso è particolarmente studiato per essere comodamente trasportato, non pesa che 1 kg, ha una corrente nominale secondaria di 5 A e correnti primarie di 15 e 50 A ottenute direttamente, e di 100, 150, 200, 300 e 600 A ottenute con l'introduzione di uno o più cavi adatti. Ha una potenza di 5 VA e dà errori di corrente del 0,2 % per correnti comprese tra il 20 e il 100 % del valore nominale. L'angolo di sfasamento prodotto è poi così piccolo da permettere misurazioni di potenza della massima esattezza. Per misure di altissima precisione è poi sufficiente una semplice correzione che tiene conto dell'angolo di sfasamento, come l'A. esamina brevemente. *A. Bs.*

In *E. u. M.* del 30 novembre 1930, I. Fischer espone alcune *proprietà del Ponte di Wheatstone*, ed alcune ricerche in proposito aventi lo scopo di valutare la sensibilità dell'apparecchio per determinate misure. I risultati teorici ricavati dall'A. sono messi a confronto con quelli sperimentali ricavati da misure dirette; il confronto dimostra una buona concordanza fra i risultati stessi. *V. D. Ma.*

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

In un articolo pubblicato nel numero di giugno 1930 di *A.E.G. Mitteilungen* K. Schaff tratta il *calcolo del preriscaldamento dell'acqua d'alimentazione nelle centrali termiche a turbine*. E' dimostrato che lo stabilire equazioni generali per il calcolo della temperatura più vantaggiosa di preriscaldamento non dà risultati pratici cosicchè diventa necessario istituire il calcolo per ogni installazione separatamente. L'A. stabilisce allora le equazioni per impianti di preriscaldamento a uno o più gradini, tanto per riscaldatori a miscuglio, che per quelli a superfice. Determina oltre al volume di vapore prelevato, il rendimento e il valore del calore consumato. I diversi rapporti possono essere rappresentati come funzioni di valori puramente termici. Le equazioni sono in generale applicabili a installazioni con un qualunque numero di gradini. L'A. tratta inoltre l'utilizzazione dell'impianto di vaporizzazione per il preriscaldamento dell'acqua d'alimentazione e la sua influenza sul consumo di calore. Segnala inoltre l'importanza della perdita in pressione e in temperatura e determina l'aumento di consumo

di calore dovuto al ritorno dell'acqua di condensazione proveniente dal vapore di preriscaldamento nel caso di preriscaldatori a superfice.

A. Bs.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Gli impianti delle *stazioni trasmettenti e riceventi ad onde corte* che realizzano, dal 1929, il collegamento transoceanico fra l'Inghilterra (Rugby e Baldock) e l'America del Nord (Netcong e Lawrenceville) sono descritti in dettaglio da *E. Wollener* in *E. u. M.* del 17 agosto 1930.

V. D. Ma.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Nel numero di luglio 1930 di *A.E.G. Mitteilungen* K. A. Wölbling riferisce su di *un'interessante applicazione di impianto elettrico d'illuminazione di locomotive.* Si tratta delle locomotive a scartamento ridotto della rete della «Tetiuhe Mining Corporation» nella Siberia orientale. L'impianto è costituito da turbogeneratrici da 500 Watt e 25 volt che alimentano un faro principale da 250 Watt e diverse altre lampade in cabina e nelle vetture viaggiatori che qualche volta vengono agganciate ai treni. Malgrado le difficoltà dovute al servizio e alle condizioni degli impianti fissi, la velocità della dinamo e la tensione restano costanti, e gli impianti hanno dato ottimi risultati nei due anni che ormai contano di servizio.

A. Bs.

:: :: NOTE LEGALI :: ::

Furti di energia elettrica.

La Corte di Cassazione del Regno con sua sentenza 9 luglio 1930 (Foro Italiano 1930, parte 2ª, pag. 369) ha deciso che: «La sottrazione di energia elettrica, mediante attacchi di fili di trasmissione «costituisce furto semplice e non aggravato ai sensi dell'art. 403 «C. Pen., come commesso su cosa esposta alla pubblica fede».

Non constano precedenti giurisprudenziali in materia della Cassazione Unica; ricordo però come la Cassazione di Roma con sua sentenza 23 agosto 1913 (Monitore dei Tribunali 1914 P. 199) aveva giudicato invece che «le condutture elettriche per la pubblica illu-«minazione sono a considerarsi cose esposte per la loro destina-«zione alla pubblica fede, laonde è aggravato il furto di energia elet-«trica commesso per il tramite di tali condutture».

Per contro il Supremo Collegio con altre sue sentenze 26 novembre 1928 e 22 maggio 1929 ebbe ad esaminare casi di frode al contatore in cui l'aggravante venne sempre escluso. La Corte di Cassazione è arrivata all'ultima sua decisione osservando come per intercettare l'energia elettrica che passa lungo il filo, esposto per necessità di cose al pubblico, occorrono speciali apparecchi e tecnicismo particolare il che è incompatibile col concetto di un aggravante di pena per la facilità della sottrazione, come potrebbe essere per es. la sottrazione di fieno lasciato in aperta campagna per la necessità dell'essicazione e che può essere sottratto dal primo venuto. Per suffragare la sua tesi la Corte di Cassazione si è anche riferita all'art. 639 del nuovo Codice Penale il quale, come è noto, considera cosa mobile anche l'energia elettrica come ogni altra che abbia un valore economico, senza considerare come aggravato il furto della stessa.

* *

I contratti continuativi di somministrazione di energia e il fallimento dell'utente.

L'argomento è di attualità ed in questi ultimi tempi Dottrina e Giurisprudenza si sono spesso pronunziate al riguardo.

Sul nostro giornale (1929, pag. 349) riportai una sentenza della Corte d'Appello di Torino in materia di clausole di consumo minimo e nel 1930 ho annotato altre sentenze delle Corti di Torino e Milano sui contratti continuativi di fronte al fallimento.

Giova ora riesaminare e ricapitolare la questione che fu tema tra l'altro di una importante nota apparsa sul «Foro Italiano» del 4 marzo 1931 a firma del Dr. F. S. Coviello, quale commento ad una sentenza del Tribunale di Ancona in data 15 luglio 1930.

Distinguiamo per maggior chiarezza i due casi tipici: «1°) Contratto continuativo di somministrazione di energia senza la clausola del consumo minimo; 2°) Contratto continuativo colla clausola di consumo minimo.

*

Esaminiamo il primo caso. Quale la sorte del contratto continuativo di somministrazione, senza la clausola del consumo minimo, in caso di inadempienza da parte dell'utente fallito? Come abbiamo già visto in altra nota «I contratti continuativi di fronte al fallimento» nella quale abbiamo commentato alcune sentenze della Corte di Milano ed una della Corte di Torino, apparse sul «Monitore dei Tribunali» del 1930 ed egregiamente annotate dall'Avv. Rodolfo Frattini del Foro di Milano, l'anticipata risoluzione a seguito di fallimento di tali contratti, già stipulati dal fallito, non dà diritto alla parte adempiente di ottenere il risarcimento dei danni, ad eccezion fatta dei diritti maturati prima della dichiarazione di fallimento, intendendo con questo che, se l'utente è già inadempiente al momento in cui vien dichiarata la sua insolvenza, allora, non potendosi più parlare di inadempienza dovuta al dissesto, ma di una inadempienza specifica, ne verrà un diritto al risarcimento dei danni, tesi questa ormai dominante in Giurisprudenza.

Bastino per tutte le sentenze della Corte d'Appello di Milano, già da noi citate, 22 giugno 1929 (Rivista di Diritto Commerciale 1929, Parte II, pag. 673 e Monitore dei Tribunali 1930, pag. 143), 30 luglio 1929 (Monitore Tribunali 1930, pag. 142) e 14 marzo 1930 (Monitore dei Tribunali 1930, pag. 375), Giurisprudenza questa che non è altro che il riflesso del progetto del nuovo Codice di Commercio il quale all'art. 774 ci dice che «nel caso di contratto già eseguito la parte non «fallita si insinua al passivo del fallimento senza diritto al risarci-«mento dei danni che non siano già dovuto anteriormente».

Si discute, e le tesi addotte dalle sentenze citate sono in materia contrastanti, se, per aver diritto al risarcimento occorra aver agito giudizialmente prima della dichiarazione di fallimento.

A mio avviso ritengo ciò non necessario, poichè la dichiarazione di fallimento non vieta che la declaratoria di danni avvenga anche dopo in contraddittorio, se non del fallito, del suo amministratore giudiziario, che potrà sempre efficacemente tutelare le ragioni del dissestato e sentirne il parere.

*

Diverso è il caso secondo, quello dei contratti continuativi di somministrazione di energia colla clausola di consumo minimo.

Su tale clausola, in caso di fallimento, la Corte di Milano nelle sopracitate sentenze non ha avuto occasione di pronunziarsi specificatamente al riguardo, avendo risolto nei casi ad essa prospettati fattispecie che riguardavano inadempienze sorte prima del fallimento, o, fattispecie nelle quali non si invocava la clausola del consumo minimo.

Si è invece pronunziata al riguardo la Corte d'Appello di Torino la quale con sua sentenza 12 luglio 1929, si è dichiarata favorevole alle richieste delle Società produttrici di energia elettrica, ed ha ritenuto che nei contratti di somministrazione di energia elettrica, in cui l'utente si impegna al consumo di un minimo garantito, il danno per l'anticipata risoluzione del contratto si concreta nell'importo dei minimi garantiti per tutta la durata del contratto.

E così il Tribunale di Ancona colla sua sentenza 15 luglio 1930 già citata il quale ha deciso che «quando in un contratto per forni-«tura di energia elettrica sia contenuta la clausola valida e vincola-«tiva fra le parti in forza della quale l'utente si obbliga a corrispon-«dere fino alla scadenza del contratto il prezzo corrispondente a un «minimo di consumo determinato, anche se non fruisca della energia, «il fornitore, in caso di fallimento dell'utente, ha diritto di essere «riconosciuto creditore ed ammesso al passivo del fallimento anche «per i canoni previsti, sino ad esaurimento del contratto, sebbene l'e-«nergia elettrica non venga più consumata».

Occorre a questo proposito ricordare innanzi tutto come la clausola di consumo minimo spesse volte impugnata in tempi passati dinanzi alle nostre Magistrature sia stata riconosciuta perfettamente legittima.

Valga per tutte a questo proposito la sentenza della Corte d'Appello di Torino in data 7 maggio 1928 (vedi nota citata sul Giornale 1929, pag. 349) la quale così ebbe a giudicare: «E' ormai di scienza «comune che per le opere idrauliche veramente colossali e per il «conseguente immobilizzo di capitale ingentissimo, che la fornitura «di energia elettrica richiede, nonchè per le condizioni tutte speciali «in cui si applica tale genere di industria (cui non è sostenibile la-«vorare per il magazzino ed a cui è di assoluta necessità, per non «vedere troppo elevare i prezzi, la garanzia della continuità) l'obbligo «dell'Utente di corrispondere sempre gli importi fissi, persino quando «eventuali prescrizioni di legge limitassero per certe industrie la du-«rata del lavoro, dev'essere in modo inderogabile sancito, mediante «apposita clausola nei contratti di fornitura di energia elettrica a sta-«bilimenti industriali», per cui a oggi non è più possibile riprendere la contestazione sulla legittimità o meno di tale clausola che dev'essere riconosciuta validissima.

Ciò premesso la Corte di Torino ha dichiarato, come si è visto, che l'importo dei minimi garantiti per tutta la durata del contratto equivale al danno patito dal produttore in caso di fallimento dell'utente. Tale tesi è stata seguita dal Tribunale di Ancona il quale osserva come il debito per il consumo minimo, sorgendo al momento della stipulazione del contratto, è onere che la massa trova già costituito nel patrimonio del debitore al momento del fallimento, nè esso non è più in corrispondenza col consumo dell'energia, ma è pattuito a sè, indipendentemente da detto consumo, ed è dovuto anche senza di esso. In una parola si tratta di debito contratto dal fallito prima della sua insolvenza e di cui lo stesso promette il pagamento in un determinato numero di mesi.

Applicando perciò, come hanno fatto i Giudici della Corte di Milano, il principio di cui all'art. 774 del Progetto del Nuovo Codice di Commercio, trattandosi di un diritto a somme già dovute anteriormente alla dichiarazione del dissesto, ne viene di conseguenza logica che il diritto dell'utente ad essere insinuato al passivo per l'importo dei minimi dovuti sino all'esaurimento del contratto, dovrebbe essere senz'altro riconosciuto.

Confidiamo perciò che questa tesi, che si sembra giusta e logica, trovi il conforto di altre sentenze delle nostre Magistrature e diventi un principio ed una norma sulla quale non possa più esservi possibilità di contestazioni.

Avv. Leone Pesci.

LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.

Raddrizzatori elettronici.

Per la trasformazione dell'energia elettrica a corrente alternata in corrente continua, il raddrizzatore a vapore di mercurio è generalmente definito il convertitore ideale, nell'attuale stato della tecnica e per tutte le applicazioni industriali della corrente continua.

Tale giudizio va però inteso in senso relativo; certamente non deve essere esteso alle piccole potenze, specialmente se si tratta di tensioni raddrizzate inferiori ai 100 volt.

Infatti, considerando agli effetti del rendimento la sola perdita per caduta di tensione dell'arco, che assume un valore praticamente fisso per qualunque carico, variabile da 15 a 22 volt a seconda dei tipi e delle portate, si nota che il rendimento è altissimo per le tensioni raddrizzate di valore considerevole, ad esempio per 550 V (con 20 volt di caduta d'arco) $\frac{550}{570} = 96{,}5\,\%$, mentre è molto basso per le basse tensioni per 20 volt, ad esempio $\frac{20}{40} = 50\,\%$.

Oltre ciò, l'arco a vapori di mercurio non è stabile che a partire da 4 amp. circa, per cui si usa sempre, per non ricorrere ad altre soluzioni meno sicure e più dispendiose, includere nell'ampolla un piccolo raddrizzatore a bassa tensione destinato a mantenere costantemente acceso un arco ausiliario di 3 a 5 amp., il quale permette la accensione a vuoto e l'erogazione a piacimento dei carichi variabili. Tale arco ausiliario consuma da un minimo di 180 watt, per ampolle piccole, ad un massimo di 300 watt per le massime ampolle costruite.

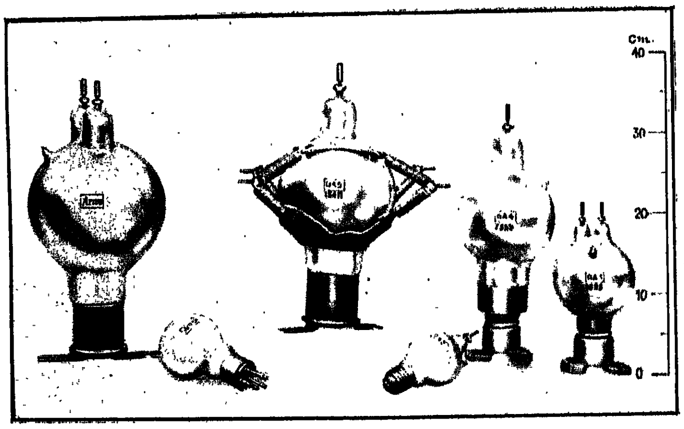


Fig. 1. — Tipi di bulbi raddrizzatori ARWO.

Mentre una perdita di 300 watt è trascurabile per un raddrizzatore da 100 a 200 kW con rendimento di 96,5 % a 550 volt, il consumo di watt 180 peggiora sensibilmente il rendimento di un raddrizzatore di piccola potenza, a bassa tensione, portandolo complessivamente a valori così bassi da togliere importanza agli altri vantaggi del raddrizzatore a vapore di mercurio rispetto ad altri sistemi di conversione.

Si comprende quindi, come, nell'attuale estendersi delle applicazioni dell'elettricità, e particolarmente della corrente continua, sia giustificato l'interesse col quale si segue il progressivo sviluppo dei raddrizzatori elettronici, i quali occupano appunto il campo di applicazioni che non è più conveniente per i raddrizzatori a vapore di mercurio.

Si tratta, come è noto, di bulbi in vetro, a riempimento di gas inerte, con catodo riscaldato; le Officine Subalpine Apparecchiature Elettriche di Torino, specializzate nella costruzione dei raddrizzatori a vapore di mercurio, non hanno trascurato da alcuni anni di estendere la serie delle loro costruzioni agli apparecchi di piccola potenza, a medie e basse tensioni, col loro raddrizzatore elettronico « ARWO ».

L'Ampolla « ARWO » ha un filamento toriato riscaldato, che costituisce il catodo, ed è riempita di gas argonio allo scopo di aumentare la conducibilità ionica e diminuire la caduta di tensione, fino a 9 volt per i bulbi della massima portata e per le tensioni alte, ossia a meno di metà della corrispondente caduta del raddrizzatore a vapore di mercurio.

Naturalmente, adottando il riempimento di gas, se da un lato si ottiene una maggiore conducibilità ionica, per contro si viene a limitare ad un certo valore la tensione critica applicabile al bulbo, tensione, cioè, oltre la quale viene meno la funzione valvolare durante la semionda negativa della corrente alternata; il campo di applicazioni del raddrizzatore termoionico viene quindi limitato nella scala delle tensioni, e, praticamente, raggiunge il limite inferiore della convenienza per l'impiego degli apparecchi a vapore di mercurio.

Giova qui notare che, al disotto della tensione critica, la funzione valvolare dell'ampolla « ARWO » è completa, a differenza di quanto avviene per i raddrizzatori ad ossido di rame, nei quali il valore di corrente inversa raggiunge in taluni casi percentuali notevoli della corrente raddrizzata. Le ampolle ARWO vengono poi utilizzate in esercizio entro valori di tensione tali da consentire un vasto margine di sicurezza rispetto ai valori critici.

Per la corrente monofase si costruiscono bulbi ad un solo anodo per utilizzare una sola semionda, e bulbi a due anodi per utilizzare le due semionde raddrizzando la negativa; nel caso di tensione elevata, si preferisce impiegare due bulbi monoanodici in opposizione, per aumentare la capacità valvolare nelle fasi di ritenuta. Per la corrente trifase, collo stesso criterio, si usano sempre tre bulbi monoanodici.

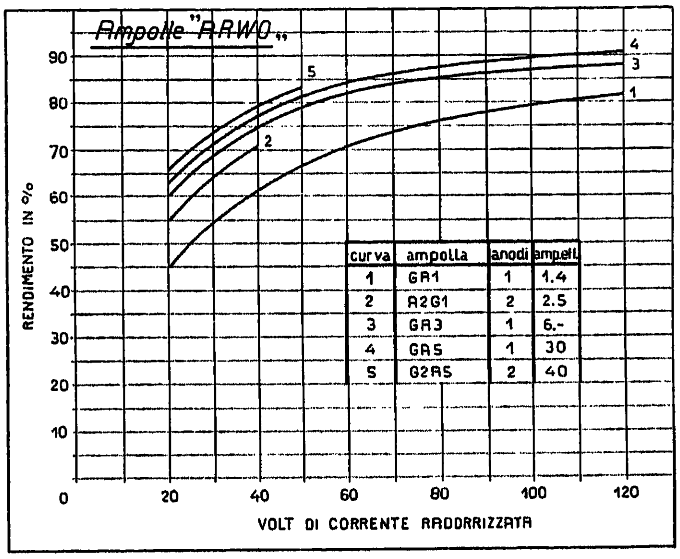


Fig. 2. — Rendimenti dei raddrizzatori ARWO.

I limiti d'impiego nella scala delle tensioni sono di 40-50 volt per bulbi a due anodi, e di circa 80 volt per bulbi a semplice anodo. Per estendere ampiamente questi imiti, si è ricorso assai sovente al montaggio in serie di due o più bulbi, fino a raggiungere tensioni raddrizzate di 500 volt; intanto, un recente tipo di bulbo, con variazione costruttiva degli elettrodi e con aumento della pressione interna di gas, permette di giungere ai 120 volt. Un effetto assai più considerevole si ottiene coll'interporre fra gli elettrodi opportune griglie a potenziale negativo, e le esperienze in corso, non ancora applicate alle costruzioni industriali, fanno sperare che gli attuali limiti di tensione verranno presto sorpassati.

Le difficoltà per l'aumento delle erogazioni di corrente, vanno eliminandosi gradatamente, come avviene per i raddrizzatori a vapore di mercurio, e con lunghe e pazienti ricerche, perchè il trattamento di correnti elettroniche intense presenta problemi che non si rivelano per le correnti deboli. Il limite ora raggiunto nelle costruzioni industriali dei bulbi raddrizzatori « ARWO » è di 30 amp. effettivi per bulbi monoanodici e 40 amp. effettivi per bulbi a due anodi; salvo inesattezza, tali valori sono i massimi finora ottenuti in questo campo.

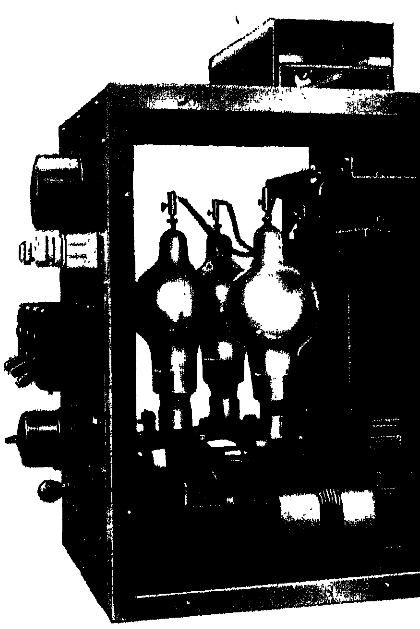


Fig. 3.
Raddrizzatore per arco da proiezione.

Il collegamento di due, tre o sei bulbi in schema mono-tri-esafase permette naturalmente di ottenere erogazioni di corrente assai superiori, dovendosi considerare la sollecitazione di ogni bulbo in funzione del tempo, nel periodo della corrente alternata. Coi valori sopra indicati per bulbi monoanodici, si ottengono così, industrialmente, intensità di 60 amp. per raddrizzatori monofasi, 80 amp. per trifasi, e 100 amp. per raddrizzatori esafasi.

Osserviamo in proposito che nell'indicazione delle erogazioni di correnti, consideriamo sempre valori effettivi, ossia quelli indicati dallo strumento a magnete permanente (intensità elettrolitica nel caso di carica accumulatori), mentre le sollecitazioni termiche dei bulbi sono superiori, variabili a seconda dello schema del trasformatore di alimentazione.

Il rapporto tra valore massimo della corrente raddrizzata (quello indicato da uno strumento elettromagnetico) e quello effettivo è in media di 0,55 per monofase a semplice effetto, 0,78 per monofase doppio effetto, 0,87 per trifase, 0,98 per esafase.

La corrente fortemente pulsante del raddrizzatore monofase a semplice effetto si presta, senza inconveniente alcuno, alla ricarica degli accumulatori, mentre, per le altre applicazioni, si ricorre al raddrizzamento totale mono- oppure trifase, provvedendo in alcuni casi, con induttanze a nucleo di ferro, a livellare la rimanente pulsazione e rendere la corrente raddrizzata simile a quella fornita da una dinamo.

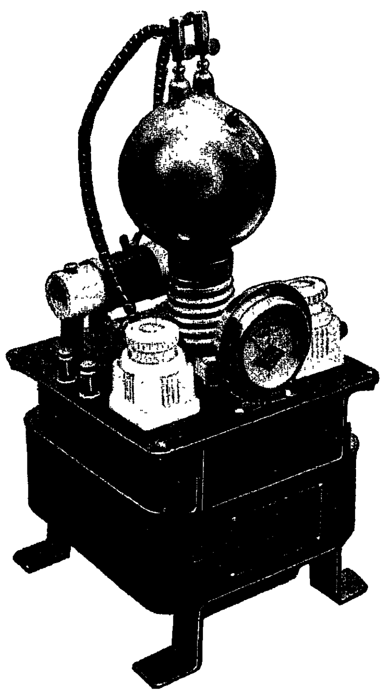


Fig. 4.
Gruppo raddrizzatore ARWO.

Per la costruzione industriale dei raddrizzatori, i quali comprendono sempre un trasformatore con speciale avvolgimento terziario per il riscaldamento dei filamenti, ed inoltre, le apparecchiature di comando, protezione e controllo delle erogazioni, si dispone ora di 16 tipi diversi di valvole raddrizzatrici, ciò che permette di sempre adattare convenientemente l'apparecchio alle esigenze di ogni singolo servizio, negli attuali limiti di erogazione.

Nella fig. 1 sono illustrati alcuni tipi di bulbi raddrizzatori «ARWO» ad uno e due anodi, per erogazioni da 2 a 40 amp.; nella tabella fig. 2 diamo il rendimento di alcuni tipi di bulbi quale quoziente della massima erogazione effettiva in servizio continuo (per diverse tensioni raddrizzate) e di tale valore aumentato delle perdite per riscaldamento del filamento catodico e per caduta d'arco. Tenuto conto dell'entità delle potenze in giuoco, tali rendimenti sono molto elevati, difficilmente superabili industrialmente con altri sistemi di conversione, rotanti o statici.

Nel considerare le applicazioni, si deve notare che il raddrizzatore ARWO può valersi di tutte le possibilità di regolazione che sono proprie del trasformatore che lo alimenta (caduta e regolazione per dispersione magnetica, regolazione senza perdite con prese ed inseritore, funzionamento a diverse tensioni commutabili, ecc.) e possiede una proprietà di autoregolazione specialmente pregiata nella carica di piccoli accumulatori. Inoltre, si può dare al raddrizzatore una caduta induttiva di tensione in funzione del carico, mediante induttanze anodiche a nucleo di ferro, per valori da scegliersi a volontà.

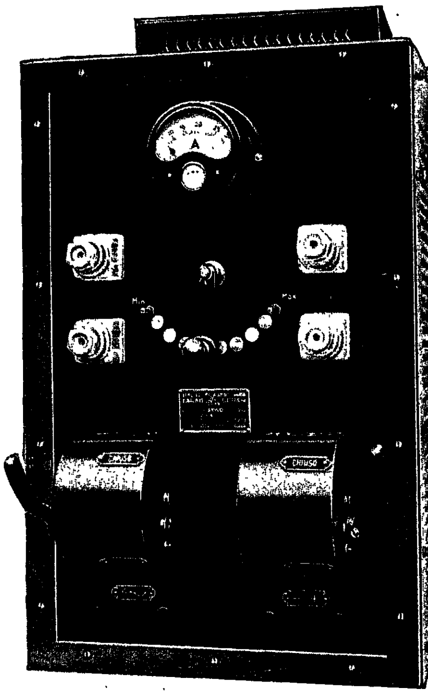


Fig. 5. — Raddrizzatore ARWO per carica di accumulatori.

Tale possibilità è largamente usata per ottenere la variazione automatica di tensione ed intensità nella ricarica delle batterie di accumulatori (caduta induttiva di 25 % tra i valori di carica di volt 2,1 e volt 2,75 dell'elemento al piombo) e nella stabilizzazione degli archi da proiezione (caduta di 35 % circa tra 85 e 55 volt). Per quest'ultima applicazione il risparmio di energia consumata è ingentissimo rispetto alla stabilizzazione mediante resistenze ohmiche; ad esempio, per un arco da 40 amp. la stabilità con resistenze ohmiche assorbirà 40 amp. × (85-55 volt) = 1200 watt, mentre l'induttanza anodica trifase di un raddrizzatore ARWO assorbirà circa 20 watt per perdite nel ferro e circa watt 15 per perdite ohmiche nel rame, con leggiero peggioramento del fattore di potenza, per altro assai elevato nel raddrizzatore normale.

La fig. 3 indica un tipo di raddrizzatore per arco da proiezione ad intensità di 35 amp., con regolazione induttiva automatica, montato nella sua cabina e munito di tutta l'apparecchiatura necessaria per il proprio esercizio e per quello dell'arco.

La capacità momentanea di sovraccarico dei raddrizzatori ARWO è elevatissima (dipende dalla sollecitazione termica sensibile solo col tempo) per cui vengono sopportate senza danno alcuno le intense correnti d'avviamento di alcuni macchinari e specialmente degli archi da proiezione.

La fig. 4 illustra un gruppo raddrizzatore sciolto mentre quella N. 5 rappresenta un raddrizzatore per carica di accumulatori per autoveicoli elettrici (carrelli, furgoni, veicoli per pubblici servizi urbani, ecc.).

I raddrizzatori ARWO, fino ad oggi, sono stati largamente adottati dalle Amministrazioni Statali e Pubbliche, per la carica di accumulatori telefonici, telegrafici, per autoveicoli elettrici, per illuminazione di riserva, nelle centrali e sottostazioni elettriche per batterie di servizi ausiliari e di comandi a distanza, negli impianti di cinema sonoro per batterie ed archi da proiezione.



Fig. 6. — Raddrizzatore a comando automatico.

A proposito di quest'ultima applicazione, giova notare che i raddrizzatori ARWO non creano perturbazioni di sorta alla modulazione ed all'amplificazione.

Nella carica di accumulatori in genere, ed in taluni altri casi, acquista importanza sempre maggiore la possibilità di comandare il raddrizzatore a distanza, o, soprattutto, automaticamente, ad orario prestabilito per mezzo di interruttore ad orologismo, oppure in funzione della tensione della batteria da caricarsi, per mezzo di un voltmetro a contatti di minima e di massima (fig. 6), o di relais, e, in generale, in funzione di qualsiasi fenomeno che si possa riportare ad un relais elettrico. L'apparecchiatura necessaria risulta di grande semplicità, poichè le manovre per la messa in marcia e per il distacco si riducono alla chiusura ed apertura di un interruttore.

Questa possibilità di completo automatismo, ed il graduale perfezionamento inteso ad innalzare i limiti d'impiego delle lampade, lasciano prevedere per i raddrizzatori ARWO una ulteriore estensione ad applicazioni scientifiche ed industriali.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

«*Hütte Chimica*» *Manuale dell'Ingegnere Chimico e del Chimico Industriale.* — Prima traduzione italiana sulla II tedesca, a cura di E. DA FANO e R. STRATTA - (Milano, Hoepli 1931. - Un volume di cm. 12×18, di 893 pagine con 582 figure. - Prezzo, rilegato L. 90).

Come tutti i manuali pubblicati dalla Soc. Accademica Hütte, anche questo per l'ingegnere chimico, costituisce un'opera di grande valore e di vera utilità. La impostazione generale è quella ben nota dei Manuali Hütte, con grande abbondanza di tabelle e di prospetti numerici, con esposizione succinta ma sufficiente, con carattere applicativo e pratico così da riuscire un vero ausilio per il tecnico nell'esercizio della sua professione.

Una prima parte, oltre ad abbondanti notizie statistiche sulle varie industrie chimiche, contiene nozioni di ingegneria generale relative agli impianti industriali. Segue una parte sulle materie prime principali di uso corrente nella chimica, ed una terza sulle caratteristiche dei diversi stati di aggregazione e le operazioni di epurazione, lavaggio, evaporazione, condensazione, essicamento, ecc. La quarta parte è dedicata alla meccanica delle macchine in genere e specialmente dei mezzi di trasporto delle diverse sostanze. La quinta parte riguarda la fisica (luce, calore, elettricità) e la chimica-fisica. Finalmente la sesta parte è dedicata alla tecnica speciale della chimica e studia prima le questioni di indole generali, come la catalisi, le sintesi organiche, ecc. e passa poi a considerare separatamente le principali industrie chimiche sia organiche che inorganiche.

Nel suo complesso il volume, pregevolissimo, può essere spesso utile non soltanto al chimico specializzato ma anche all'ingegnere che si occupa di impianti industriali in genere.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI. — Consiglio Superiore Servizio Idrografico - *Osservazioni pluviometriche raccolte nel quinquennio 1916-20*, Bacini imbriferi della regione Veneta, a cura Prof. Filippo Eredia - Roma 1930 VII - 1 vol. 24.5×35 cm. di 110 pagine.

PIETRO ILARDI. — *Sulla misura della resistenza ad alta frequenza.* — Istituto Poligrafico dello Stato - Roma 1930 VIII - 1 volume 14.7×22.5 cm. di 22 pagine.

Regolazione del Lago Maggiore alla Rapida Miorina presso Sesto Calende, Consorzio del Ticino. — Milano, Via Monforte 31, Tipografia dell'Ospedale Psichiatrico della Provincia di Milano 1930 IX - 1 vol. 17.2×23.5 cm di 7 pag.

Estatistica das Instalacoes eléctricas en Portugal, Lisboa. - Imprensa Nacional 1930 - 1 vol. 17.7×27.2 di 93 pagine.

Ing. NARCISO DESIRELLO. — *Ottave dell'etere e la serie atomica.* — Il Secolo - La Sera 1930 - Milano, 1 vol. 17×24 cm. di 13 pagine.

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI. — Servizio Idrografico - Venezia, Provveditorato Generale dello Stato - Libreria - 1930 IX - *Annali idrologici* 1928 - 1 vol. 29×39 cm di 308 pag. con 444 fig. - Prezzo L. 100.

The blue book. — The Electrical Trades directory hand book - 1931 Turner Brothers - Rochdale (England) - 1 vol. 15.5×24 cm. di 1458 pagine con molte figure.

La recezione di onde corte. — Soc. Scientifica Radio Brevetti - Ducati Bologna - 1 vol. 15.5×21.2 cm di 64 pagine con 30 figure.

Antinductif. — I sistemi Perego nei giornali tecnici dal 1903 al 1908 - 1 vol. 17×24 cm. di 32 pagine con alcune figure.

Antinductif. — Telecomunicazioni negli impianti elettrici e ferroviari Conferenze del Cav. Uff. A. Perego all'A.E.I. - 1 vol. 17×24 di 63 pagine, con 47 figure.

Il nichel e le sue leghe - Studi e applicazioni. — Milano, Via Leopardi N. 1 - 1 vol. 22×27.5 di 30 pag. con alcune figure.

Pali ornamentali SCAC per illuminazione - Edizione SCAC Trento. 1 vol. 21.8×29.8 cm. di 54 pag. con parecchie figure.

Memoria de la Administracion general de las Usinas Electricas del Estado. — Esercizio 1928-29 - Montevideo - vol. 19.6×28.5 cm di 71 pagine.

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI - *Bollettino mensile Luglio* 1930 - Ufficio Idrografico del R. Magistrato delle Acque - Venezia - Provveditorato Generale dello Stato 1930 IX - 1 vol. 28×39 cm. di 56 pag.

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI - *Bollettino mensile agosto* 1930 - Ufficio Idrografica del R. Magistrato delle Acque - Venezia - Provveditorato Generale dello Stato 1930 IX - 1 vol. 28×39 cm. di 56 pagine.

Nettuno. — Regolatore elettrico F. Brenda per macchine motrici marine - Genova, P. Valoria - 1 vol. 15.7×18.5.

Ing. E. SOLERI - Dott. M. FOA'. — *I raggi ultravioletti* - Milano, Soc. Editrice Riviste Industrie Elettriche, 1930 - 1 vol. 22×31.5 cm. di 6 pag. con 4 figure.

U.R.S.S. en construction. — Edition d'Etat de la R.S.F.S.R. 1930 - 1 vol. 29.2×30.8 cm. di 48 pag. con molte figure.

A. DELLA RICCIA. — *Réglage de la vitesse et Récupération d'énergie en courant continu* - 1 vol. 26.4×26.8 cm. di 34 pag. con 38 fig.

— *Système de traction A.D.R. à courant continu à démarrrage sans résistance et à récupération d'énergie.* — Bulletin de la Soc. Française des Electriciens (extrait du N. de septembre 1907) - E. Chiron Editeur - 40 Rue de Seine, Paris - 1 vol. 18.4×25.6 cm. di 42 pag. con 11 figure.

— *Centrales électriques.* — 1 vol. 19.9×27 cm. di 5 pag. con 2 fig.

— *Méthode pratique pour la solution rapide approximative de problèmes concernant l'emploi de forces hydrauliques à la production d'énergie électrique* - Extrait du Bulletin Sofina, N. 8 Novembre 1928, Bruxelles Imprimerie Veuve Monnam, 32 Rue de l'Industrie - 1 vol. 19,6×27 cm. di 31 pag. con parecchie figure.

— *Diagrammes de consommation et «Parsons Line»* - 1 volume 20×27 cm. di 7 pagine.

— *Entreprises de Transport.* — 2 vol. 20×27 cm. rispettivamente di 27 pag. con 11 figure e di 3 pag. con 2 figure.

Massachussetts Institute of Technology. — *Abstracts of scientific and technical publications* - N. 7 January 1930 - 1 vol. 15.3×22.9 cm. di 56 pagine.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di inscriversi Soci vitalizi.

(AEI) Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI ROMA.

Il giorno 14 giugno 1930 alle ore 21,30 nel locale della Sezione si è adunato il Consiglio Direttivo.

Sono presenti : il Presidente Generale, Bordoni, il Presidente della Sezione Urbinati ed i Membri Anastasi, Biagini, Clarini, Di Stefani, Di Cave, Di Pirro, Fano, Faranda, Grillo, Lombardi, Mazzolani, Neri, Passeri, Puccioni, Tronconi.

Scusano la loro assenza Padovano, Pession, Salvadori, Schupfer. In assenza dell'Ing. Asta ammalato, funge da Segretario il Cassiere Mazzolani.

Il Presidente, Urbinati, apre la seduta.

Nelle comunicazioni il Presidente informa che per ciò che concerne l'attività della Sezione nulla vi è di nuovo all'infuori di qualche proposta pervenuta alla Presidenza da parte dei soci i quali vorrebbero la costituzione di vari gruppi di specializzazioni nelle varie branche dell'elettrotecnica. Egli fa osservare che esiste già un gruppo di radiocultori nella Sezione, e il frazionare ulteriormente la compagine dei soci finirebbe forse col nuocere all'attività della Sezione. Il Consiglio esprime il suo parere concorde.

Il Presidente comunica che hanno fatto domanda di ammissione i seguenti Ingegneri : Guarino, Gregoretti L., Cammeo A., Spagnuolo V., Ascarelli M., Di Gaddo R., De Cataldo R. (dalla Sezione di Milano) e Mancinelli G. (dalla Sezione di Napoli).

Il Consiglio accoglie le domande dei suddetti Ingegneri.

Fondazione Ascoli. — Il Presidente comunica che la Signora Lilia Nathan Ascoli, testè defunta, ha lasciato alla fondazione che porta il nome del compianto Professore la somma di L. 15.000, il Consiglio delibera di stanziare la somma di L. 2,500 quale premio per l'anno in corso 1930, e nomina l'Ing. Puccioni a rappresentare la Sezione in seno alla Commissione giudicatrice del premio.

Biblioteca centrale. — Il Presidente rammenta al Consiglio come da lungo tempo sia stata affacciata la questione dell'ordinamento della Biblioteca centrale. Egli propone l'assunzione temporanea di una persona competente con l'incarico della sistemazione.

Sindacato Ingegneri - Gruppo di cultura degli Elettrotecnici. — Il Presidente comunica che è stato istituito presso il Sindacato Ingegneri il Gruppo di Cultura degli Elettrotecnici, la cui attività collima in parte con quella della nostra Sezione. E' desiderio di tutti che le relazioni fra la nostra Sezione ed il nuovo Gruppo siano improntate a cordialità e cameratismo. In questo senso egli ha preso accordi coll'Ing. Del Buono, testè nominato reggente del Gruppo, per ciò che riguarda lo scambio degli inviti alle conferenze.

Nuovo schema di legge per le dighe. — Il Presidente comunica che ha avuto luogo la riunione di un gruppo di colleghi della Sezione per l'esame del nuovo progetto di legge sulle dighe ; e che sono state inviate alla Presidenza le osservazioni e le proposte emerse in tale riunione.

Nuovo Segretario della Sezione. — Il Presidente comunica che l'Ing. Asta insiste nel chiedere di essere sostituito nelle sue funzioni di Segretario che egli ricopre da più di sei anni. Il Presidente ritiene con rincrescimento che si debba aderire alla richiesta dell'Asta, e nominare provvisoriamente un nuovo Segretario, salvo ratifica dell'Assemblea alla prossima riunione.

Il Consiglio, mentre si rimette alle proposte del Presidente, su proposta dello stesso invia un voto di plauso e di ringraziamento all'uscente Segretario.

La seduta è tolta alle ore 23.

*

Il giorno 16 gennaio 1931, alle ore 21,30 nel locale della Sezione si è adunato il Consiglio Direttivo convocato con avviso in data 12 gennaio. L'avviso di convocazione fu inviato a : Ing. Mario Urbinati, Presidente, Ing. Di Cave, Vice-Presidente, Ing. Giulio Mazzolani, Tesoriere, ai Consiglieri di Sezione : Asta Ing. Antonino, (Segretario dimissionario), Biagini Ing. Augusto, Clarini Ing. Luigi, Del Buono Ing. Ulisse, Di Pirro Prof. Giovanni, De Stefani Ing. Giuseppe, Fano Ing. Guido, Faranda Ing. Alberto, Gori Ing. Vittorio, Grillo Ing. Guido, Passeri Ing. Salvatore, Salvadori Ing. Riccardo, Schupfer Ing. Francesco : ai Consigliori Delegati : Ingg. Anastasi Anastasio, Bonati Isidoro, Colombo Attilio, De Marchi Giulio, Lombardi Luigi, Neri Filippo, Padovano Salvatore, Pession Giuseppe, Puccioni Corrado, Vallecchi Ugo, Tronconi Giuseppe, per discutere il seguente

Ordine del Giorno :

1) Bilancio 1930 ;
2) Regolamento interno ;
3) Biblioteca e personale di Segreteria ;
4) Programma di attività della Sezione ;
5) Cariche sociali ;
6) Varie ed eventuali.

Sono presenti: Il Presidente Generale Bordoni, il Presidente della Sezione Urbinati, il Vice Presidente Di Cave, il Cassiere Mazzolani, ed i membri: Anastasi, Asta, Clarini, Colombo, De Stefani, Grillo, Lombardi, Neri, Padovano, Passeri, Salvadori.

Scusano la loro assenza: Bonati, Di Pirro, Vallecchi.

Funge da Segretario l'Ing. Puccinelli Vincenzo.

Bilancio 1930. — Il Presidente illustra le voci del Bilancio presentato dal Cassiere Mazzolani, e per il quale ha funzionato da revisore il Vice Presidente Ing. Di Cave. Il Consiglio lo approva per presentarlo all'assmblea.

Regolamento interno. — Il Presidente riferisce che la Commissione per il lavoro delle Sezioni nella Riunione che tenne a Trieste il 15 settembre scorso decise fra l'altro di procurare di unificare, nei limiti del possibile, le norme interne ed amministrative con le quali le Sezioni si reggono e che rimase affidato alla Presidenza Generale il compito di predisporre una specie di traccia, sia per il Regolamento interno, sia per la compilazione dei bilanci annuali.

Il Presidente avverte inoltre che la Presidenza Generale non si è limitata a tracciare una falsariga ma ha compilato un regolamento completo in ogni suo particolare. Ringrazia vivamente a nome del Consiglio la Presidenza Generale per questo suo importante lavoro che dà alle varie Sezioni una unica e completa regolamentazione.

Il nuovo regolamento viene esaminato ed il Consiglio lo approva per la presentazione alla votazione della prossima assemblea.

Biblioteca e personale di Segreteria. — Il Presidente illustra l'opera di riordinamento sia della Biblioteca centrale sia di quella della Sezione. Propone un voto di plauso alla Bibliotecaria, Sig.na Grillo, che diresse e coadiuvò tale riordinamento con intelligente zelo ed abnegazione.

Inoltre il Presidente crede opportuno che una persona abbia a restare in Segreteria a disposizione esclusiva dei soci dell'A.E.I. con un orario regolare da stabilirsi e propone di assumere per qualche ora al giorno un impiegato per la Biblioteca.

Programma di attività della Sezione. — Il Presidente espone il programma di attività della Sezione per i mesi futuri. Esso consisterà in un ciclo di conferenze che si terranno possibilmente tutti i venerdì a cominciare dal 30 gennaio, fino circa a tutto maggio ed in una serie di visite varie.

Cariche sociali. — Il Presidente fa presente che nessun Consigliere viene a scadere per triennio compiuto, perchè i Consiglieri di Sezione che hanno maggiore anzianità di carica furono eletti nel 1929. Si procede tra questi al sorteggio di quattro da rinnovare. Risultano decaduti: Del Buono, De Stefani, Faranda, Passeri.

Il Presidente avverte che scadono inoltre per cessato biennio i Consiglieri Delegati: Anastasi, De Marchi, Lombardi, Padovano, Pession, Vallecchi.

Il Presidente ricorda al Consiglio che, avvalendosi delle facoltà concessagli dai Colleghi nell'ultimo Consiglio, ha nominato Segretario della nostra Sezione, salvo ratifica della prossima Assemblea l'Ing. Vincenzo Puccinelli. Il Consiglio conferma la sua approvazione.

Il Consiglio, su proposta del Presidente, rinnova unanime un voto di plauso al Segretario uscente, Ing. Asta.

Varie ed eventuali. — Il Consiglio ratifica l'ammissione dei nuovi soci. La seduta è tolta alle ore 23,30.

*

Venerdì 20 febbraio, alle ore 21, presso la nostra Sede, il Ch.mo Prof. Gr. Uff. Luigi **Lombardi** ha tenuto una conferenza sul « **Giappone industriale** ».

Un numerosissimo uditorio è intervenuto alla riunione: la sala era gremita e sono stati notati, tra le molte personalità, i rappresentanti dell'Ambasciata del Giappone.

Il Presidente Urbinati ha aperto la riunione rivolgendo un cordiale saluto agli intervenuti e particolarmente al Prof. Lombardi, ringraziandolo vivamente per quanto esporrà ai colleghi dell'A.E.I. su un argomento del quale mette in rilievo l'importanza e l'interesse.

Il Presidente, inoltre, prima di dare la parola al Conferenziere, ha proposto di inviare un telegramma a S. E. il Generale Valle per esprimere l'ammirazione ed il saluto degli elettrotecnici italiani ai gloriosi transvolatori dell'Atlantico che da pochissime ore erano rientrati in Roma.

Tutti i presenti hanno aderito con entusiasmo alla proposta ed hanno lungamente applaudito all'Aviazione italiana.

Il Presidente ha dato quindi la parola al Conferenziere il quale ha esordito ricordando e commemorando il compianto Senatore Ing. Luigi Luiggi che fu Capo della Delegazione italiana al Giappone durante il Congresso mondiale di Tokio.

Il Prof. Lombardi quindi entra nell'argomento della conferenza e comincia col tracciare un quadro delle condizioni in cui si è venuto a trovare il Giappone in conseguenza degli ultimi gravi movimenti tellurici che produssero danni enormi alle popolazioni ed al Paese.

Il Conferenziere documenta con cifre e dati eloquentissimi questo stato di cose e con numerose proiezioni illustra le zone maggiormente colpite.

Il Giappone, ha detto il Conferenziere, ha saputo però immediatamente riunire tutte le sue migliori forze ed energie non solo per fronteggiare i gravi problemi e difficoltà che il terremoto aveva creato, (e basta pensare alle migliaia e migliaia di persone rimaste prive di abitazione), ma perchè tutta l'opera di ricostruzione fosse studiata con sani criteri di modernità e con tutta la serenità che distingue nella sventura i popoli forti.

Si colse così occasione di studiare e ristudiare i piani regolatori delle zone maggiormente colpite, con larghezza di criteri e di vedute tenendo presenti tutti gli accorgimenti e gli insegnamenti delle più grandi città.

Contemporaneamente si ricostruiva con la massima alacrità, così che edifici pubblici e privati sorgevano, per le impellenti necessità, prima ancora che il piano regolatore avesse avuto il suo concretamento. Si è verificato così il fatto che moltissime costruzioni non risultarono ubicate secondo quanto disponeva il piano regolatore a studio finito e, pertanto, si è presentata la necessità del loro spostamento. Tale problema è stato felicemente risolto e il Conferenziere ha citato statistiche veramente notevoli di fabbricati che furono trasportati interi dalla loro primitiva posizione fino a quella giusta, in qualche caso distante dalla prima parecchie diecine di metri.

Anche a questo proposito il Conferenziere ha raccolto un gran numero di bellissime proiezioni.

Il Prof. Lombardi ha quindi parlato delle larghe provvidenze per il credito ai privati prese dal Governo giapponese ed ha parlato diffusamente del lavoro continuo che quel grande Paese ha compiuto e compie per la prosperità e per il progresso delle sue industrie e del suo popolo.

Anche quest'ultima parte della conferenza è stata illustrata da moltissime proiezioni corredate di cifre e di dati statistici.

La conferenza alla fine fu salutata da lunghi applausi, il Conferenziere fu molto complimentato, ed il Presidente Urbinati gli espresse a nome dei colleghi dell'A.E.I., i più sentiti ringraziamenti.

* *

SEZIONE DI TRIESTE

La sera del 27 febbraio a. c., nella Sala Massima del Circolo Artistico, col concorso di numerosissimi soci dell'A. E. I., dell'Associazione Dirigenti Aziende Industriali e del Sindacato Ingegneri, l'Ing. **Elia Migliau** tenne l'annunciata conferenza sul tema: « **Impianti italiani di propulsione elettrica navale** ».

Il Presidente della Sezione, Cav. Ing. Bonazzi, nel presentare l'Oratore fece rilevare l'importanza dell'argomento che il conferenziere si accingeva a trattare; argomento che molto a proposito veniva a completare quelli trattati nel recente Congresso dall'Ing. De Renzio, e dall'Ing. Sacerdoti circa le centrali termoelettriche di bordo, le applicazioni dell'elettricità ed i moderni sistemi d'impianti a bordo.

Il Conferenziere esordì dichiarandosi lieto di poter ripetere la conferenza a Trieste, dove l'industria delle costruzioni navali, data l'attrezzatura dei nostri Cantieri, ha preso uno sviluppo importantissimo.

L'Ing. Migliau ascoltato attentamente e col maggiore interesse da tutto l'uditorio, svolse quindi l'importante argomento con parola chiara e molto eloquente dimostrando la padronanza più completa della sua tesi, favorevole ad una maggiore applicazione di questo nuovo sistema di propulsione.

La fine della bella ed interessante conferenza fu salutata da vivissimi applausi, e l'Ing. Migliau, che per oltre un'ora tenne avvinto l'uditorio, fu fatto segno a manifestazioni di viva simpatia.

Dopo la conferenza, numerosi uditori si raccolsero nel Ristorante Cimetta intrattendosi col conferenziere su questioni di dettaglio del tema svolto, ottenendo le più ampie e chiare delucidazioni al riguardo.

Allo spumante il Presidente, Ing. Cav. Bonazzi, complimentò e ringraziò l'Oratore per l'interessante conferenza, sottolineando l'importanza assunta da tale applicazione ed auspicando per un sempre crescente sviluppo del nuovo sistema di propulsione, a maggior vanto ed onore dell'industria navale italiana.

.. .. ATTIVITÀ DELLE SEZIONI .. ..

SEZIONE DI BOLOGNA (Piazza de' Celestini, 4).

3 Aprile - ore 21. — LEIDI Ing. Cav. Carlo: « I convertitori a vapore di mercurio ». La conferenza sarà illustrata da proiezioni.

SEZIONE DI CATANIA (Piazza Trento, 2).

30 Marzo - ore 17,30. — BELLIA Prof. Dott. Concetto: « Teorie elettroniche della conducibilità elettrica dei metalli ». Seguirà l'Assemblea Generale Ordinaria dei Soci.

27 Aprile - ore 17,30. — POLIZZI Ing. Cesare: « Concetti Tayloriani sulla organizzazione scientifica del lavoro ».

11 Maggio. — PATANÈ Ing. Giuseppe: « Applicazioni dell'elettricità all'agricoltura. Limiti entro cui sono consigliabili i sollevamenti d'acqua per irrigazione ».

SEZIONE DI MILANO (Via S. Paolo, 10).

27 Marzo - ore 21,15. — Visita al Planetario, illustrato dal Direttore Prof. Cesare Lombardi.

10 Aprile - ore 21,15. — ALLIEVI Ing. Gr. Uff. Lorenzo: « Il colpo di ariete e la regolazione delle turbine ».

SEZIONE DI ROMA (Via delle Coppelle, 35).

29 Marzo - ore 10. — Visita al Deposito Vittoria della A.T.A.G. per l'esame in funzionamento di una nuova elettrovettura a carrelli.

3 Aprile - ore 21,15. — RUBERTI Ing. Silvano: « Nuovo laboratorio di misure della Società Elettricità e Gas di Roma ». La conferenza sarà illustrata da proiezioni.

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.* (I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 15 Aprile 1931 - ANNO IX

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La nuova edizione del primo volume della Statistica.

E' uscita in questi giorni la terza edizione del primo volume della « Statistica degli Impianti Elettrici in Italia » che raccoglie i dati relativi alla distribuzione di energia elettrica nei Comuni del Regno e anche nei principali centri delle colonie.

I soci che già hanno avuto modo di apprezzare l'utilità e l'interesse di questa pubblicazione dell'A. E. I. faranno certamente larga accoglienza anche a questa nuova edizione la quale costituisce un completo rimaneggiamento ed aggiornamento delle edizioni precedenti. Infatti le numerose variazioni intervenute nelle circoscrizioni comunali, da un lato, e i cambiamenti verificatisi negli impianti di moltissimi centri durante questi ultimi anni, hanno costretto l'Ufficio statistica ad un lavoro lungo, paziente e metodico per il rilevamento delle notizie e per la correzione del testo delle precedenti statistiche.

Per quanto tuttavia si sia posta nella esecuzione di questo lavoro la massima accuratezza possibile, controllando con tutti i mezzi a disposizione le notizie pervenute o comunque raccolte, la statistica non è e non può essere perfetta. Tutta la buona volontà dei compilatori non poteva impedire che nel testo si insinuassero delle mende, delle inesattezze o comunque delle deficienze.

Basta pensare come le notizie debbano essere assunte attraverso una corrispondenza estesissima con tutti i Comuni d'Italia, con una quantità di enti e di persone diverse, non sempre tutti egualmente solleciti e precisi nelle risposte, per comprendere come attraverso la raccolta e la elaborazione di questo vastissimo materiale, inesattezze e cause di errori, inavvertibili, possano con relativa facilità intervenire.

La natura stessa del lavoro, e, d'altra parte, i limitati mezzi a disposizione fanno sì che il lavoro di compilazione dell'intero volume della statistica richieda un tempo non breve. Succede, inevitabilmente, che durante tale periodo avvengano delle modificazioni in Comuni dei quali si sono già avuti i dati, ritenuti come definitivi; purtroppo, assai raramente di queste modifiche viene data notizia in tempo utile all'Ufficio Statistica. Ed ecco un'altra causa di errori e di inesattezze.

Il volume non è dunque perfetto nè pretende di esserlo. Può però pretendere di diventarlo: e questo dipende sopra tutto dall'interessamento e dalla buona volontà di coloro che lo adoperano e lo consultano. Evidentemente se ogni socio che, consultando la statistica vi riscontrasse, pei Comuni, di cui ha diretta conoscenza, delle imperfezioni, si facesse premura di notificarle all'Ufficio Statistica della Sede Centrale dell'A. E. I. a Milano, in breve tempo il volume potrebbe essere completamente aggiornato e mondato dalle mende che ancora contiene.

Si fa quindi un vivo appello alla collaborazione di tutti i soci perchè contribuiscano a rendere sempre più utile e sempre più perfetta una pubblicazione che costituisce un aspetto assai meritorio della attività della Associazione, e una affermazione veramente notevole che ne accresce la autorità ed il prestigio.

La bella solidarietà che costituisce una delle più simpatiche caratteristiche dell'A. E. I., ha qui una buona occasione in cui esercitarsi a maggior profitto comune. Anzichè lamentarsi per gli eventuali errori riscontrati, riempia ciascuno la cartolina apposita che è stata allegata al volume e mandi all'Ufficio Statistica le sue osservazioni e le correzioni necessarie; lo faccia tanto più volentieri e tanto più sollecitamente quanto maggiore è stato il disgusto provato nel trovare una notizia inesatta: eviterà ad altri consoci lo stesso disgusto e avrà acquistato un titolo di merito verso la famiglia comune degli elettrotecnici.

Alla Sede Centrale si è così fiduciosi in questa collaborazione dei soci che si è progettato di far seguire al presente volume generale della statistica, supplementi periodici che raccoglieranno appunto le correzioni, gli aggiornamenti e i completamenti che si renderanno necessari.

Attendiamo dunque i soci all'opera.

La vita diventa complicata.

Se qualcuno dei nostri vecchi del secolo passato potesse ritornare per un momento ad avere notizia della nostra vita moderna, certo sarebbe strabiliato di sapere che il fare una passeggiatina in città sia divenuta una cosa difficile, pericolosa, che richiede tanta attenzione! Effettivamente il vertiginoso incremento del movimento cittadino è uno dei più caratteristici aspetti della odierna civiltà, la quale si è trovata per così dire, sorpresa e quasi sopraffatta dal suo proprio sviluppo fino a temere, ad un certo momento, che l'incremento del traffico finisse coll'uccidere il traffico stesso. L'esempio di quanto avveniva pochi anni or sono, nelle grandi arterie di parecchie nostre città, dove non era quasi più possibile circolare, resta ancora un ricordo vivo e penoso.

Ma la tecnica è corsa rapidamente ai ripari con tutte le sue risorse e lo studio dell'ordinamento del traffico stradale è diventato un nuovo campo di attività che ha richiamato l'attenzione e l'interessamento di molti specialisti. Apparvero così i primi esempi di comando del traffico, affidato a speciali agenti pubblici; il sistema, introdotto timidamente nei maggiori crocicchi delle grandi città, si diffuse rapidissimamente, sotto il pungolo della necessità, fino ai minori centri urbani.

Dopo pochissimi anni siamo ormai arrivati ad un punto nel quale l'opera diretta dell'uomo riesce inadeguata alla complessità e alla importanza del movimento stradale. Ed ecco si rende necessario ricorrere a dispositivi meccanici sempre più perfezionati per rendere possibile nelle arterie cittadine lo smaltimento del traffico, cresciuto oltre ogni previsione.

Di questi dispositivi che si stanno applicando su larga scala anche in parecchie città italiane, ci parla oggi l'Ing. GAMBAROTTA illustrando i diversi sistemi di segnalazione in uso, atti non più a regolare soltanto il movimento dei singoli crocicchi, ma addirittura, e in modo completamente automatico e coordinato, quello di intere zone cittadine. Molti lettori apprenderanno pure con una certa soddisfazione che si è cominciato anche a pensare al povero pedone, al quale, coi nuovi comandi a richiesta per gli attraversamenti, si restituisce un poco di quella autonomia e, vorremmo dire, di quella tolleranza che minacciava di andare interamente sommersa nella babilonia meccanica di oggidì.

L'articolo dell'Ing. Gambarotta viene opportunamente a dare qualche notizia generica su un campo delle applicazioni elettriche sul quale non avevamo ancora avuto occasione di intrattenere i nostri lettori.

Sistemi di trazione e ricupero di energia.

Pubblichiamo oggi la fine dell'articolo del DELLA RICCIA sui motori di trazione. L'A. illustra con ampi sviluppi numerici il suo metodo di studio e ne trae conclusioni interessanti circa le caratteristiche dei diversi sistemi di avviamento con motori a corrente continua. Lo studio lo porta anche a prospettare alcune vedute sul ricupero di energia, problema che si propone di riprendere particolarmente in un prossimo articolo.

LA REDAZIONE.

SUL "COMANDO ELETTRICO DEL TRAFFICO STRADALE"

P. GAMBAROTTA

AEI Comunicazione alla Sezione di Torino - 19 febbraio 1931

Vari sistemi di comando elettrico manuale ed automatico (compreso il sistema «progressivo flessibile a cicli variabili» testè installato a Milano) agli «incroci», e sistema di comando elettrico «a richiesta del pedone» agli «attraversamenti pedonali», testè installato a Genova.

E' noto che una buona circolazione stradale moderna deve, fra gli altri, realizzare i seguenti tre intenti:

massima rapidità;
massimo ordine;
massima sicurezza.

I problemi sui quali stassera desidero richiamare principalmente l'attenzione, con questa comunicazione, sono quelli della sicurezza dei vari utenti delle strade (pedoni e veicoli) e quello del tempestivo smaltimento di grandi masse di veicoli e di pedoni.

E' certo che la strada urbana moderna può essere paragonata ad un passaggio a livello aperto incustodito e ininterrotto con le aggravanti:

1) che la sede ferroviaria (chiamiamola così) non è separata dalla sede dei pedoni;

2) che non è noto l'orario dei treni (cioè dei veicoli ordinari) o meglio è noto che ne passano continuamente.

Nè sono a tutt'oggi previste delle provvidenze atte a modificare radicalmente questo stato di cose cioè a rendere indipendente la sede dei pedoni da quella dei veicoli, tuttavia questo concetto della separazione, o quanto meno della delimitazione, delle due sedi va facendosi rapidamente strada e vedremo più avanti che provvidenze in questo senso cominciano ad essere attuate anche in Italia.

I punti dove ad ogni modo più urgente si delinea la necessità di intervenire sono:

1) Gli incroci stradali dove si creano interferenze fra veicoli diretti in un senso, veicoli diretti in senso trasversale e pedoni.

2) Gli attraversamenti pedonali in cui si creano interferenze fra veicoli marcianti nei due sensi e pedoni attraversanti la strada.

La necessità di far sì che queste interferenze siano regolate e disciplinate ha creato quell'insieme di provvidenze che va sotto il nome di «Comando del traffico».

Il comando del traffico è esercitato oramai in quasi tutte le grandi e medie città sia agli incroci stradali, sia agli attraversamenti pedonali.

Comando agli incroci. — Il comando agli incroci si può eseguire:

1) «A gesti» da agenti posti al centro dell'incrocio.
2) Con segnali meccanici manovrati a mano da agenti.
3) Con segnali elettrici ottici ed acustici.

Il comando elettrico, a sua volta, può essere eseguito a mano per mezzo di agenti oppure a mezzo degli stessi autoveicoli, oppure automaticamente cioè senza l'intervento di agenti e per mezzo di congegni capaci di determinare con una successione appropriata le varie segnalazioni elettriche occorrenti per ottenere in modo ordinato e sicuro il più rapido smaltimento del traffico.

Il comando del traffico agli attraversamenti pedonali può anche essere eseguito «a gesti» a mezzo di agenti, oppure elettricamente a mezzo di segnali ottici od acustici azionati a mano da agenti, oppure a mano dagli stessi pedoni che devono attraversare, oppure ancora automaticamente.

Il comando «a gesti» agli incroci (e lo stesso si può dire per gli attraversamenti) ha una efficacia limitata a causa delle piccole distanze da cui le segnalazioni degli agenti sono visibili e per la pratica impossibilità da parte dell'agente di tenere contemporaneamente a bada tutti i movimenti di veicoli e di pedoni convergenti verso di lui. Inoltre i segnali dell'agente molte volte sono poco chiari e pochissimo visibili di notte; poi si verifica il fatto che da agente ad agente lo stesso gesto è eseguito in maniera differente, donde incertezze e esitazioni da parte di chi deve interpretarlo.

La forte illuminazione della persona dell'agente, lo stesso munirlo di lampadine elettriche disposte sulle braccia e sul petto ed altre simili trovate americane non hanno risolto il problema, talchè dal punto di vista tecnico si è constatato che il comando «a gesti» non risponde più alle esigenze dell'economia del traffico moderno. Dal punto di vista finanziario poi il faticoso lavoro (e spesso anche pericoloso dell'agente) è altrettanto costoso quanto poco efficace.

A Londra io ho visto degli incroci comandati da 5 agenti i quali a causa dei tre turni significano 15 agenti al giorno (qualche cosa come 200.000 lire di spesa all'anno per comandare il traffico ad un incrocio). Di qui la necessità tecnica ed economica di avvisare a mezzi, differenti dal comando a gesti, per comandare più efficacemente e più economicamente il traffico agli incroci.

Si è così pensato in un primo tempo a sistemi meccanici che, realizzando schematicamente e in proporzioni più grandi l'aspetto e i gesti di un agente, dessero in maniera meccanica e più visibile gli stessi comandi «a gesti» dell'agente.

Ma questo sistema di manovra piuttosto pesante presentava anche l'inconveniente di mantenere l'agente nel mezzo della strada, di obbligarlo a continue rotazioni su sè stesso per sorvegliare tutte le provenienze dell'incrocio e di esporlo sempre ad eventuali investimenti da parte dei veicoli. Inoltre era poco visibile da lontano.

Senza elencare gli altri mezzi meccanici escogitati, dirò che i tentativi più o meno fortunati nel campo meccanico non hanno risolto il problema, tanto è vero che oggi universalmente non si conosce e non si riconosce come pratico se non il sistema di comando elettrico e precisamente, si può dire, un solo sistema di comando elettrico: quello basato sui tre colori, (gli altri, monocolore e bicolore, essendo nettamente sopraffatti da quello a 3 colori).

Il sistema di comando elettrico del traffico a 3 colori si vale dunque: del colore verde, come segnale di via libera, del colore rosso come segnale di via impedita e del colore giallo come segnale di attenzione e di sgombero. Come si vede è mantenuto nel comando del traffico stradale pressapoco lo stesso significato dei colori nel comando del traffico ferroviario.

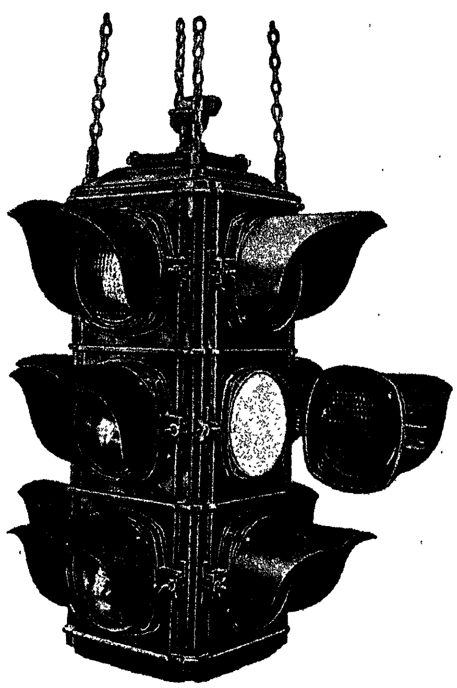


Fig. 1.
Segnalatore per C. E. T. a 12 fuochi (centrale).

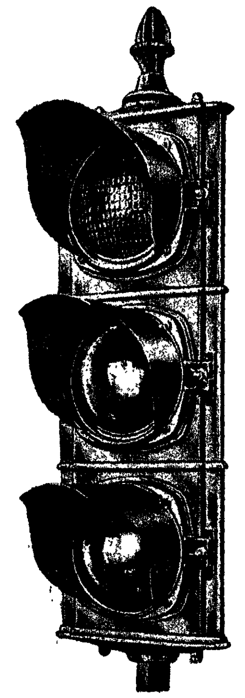


Fig. 2.
Segnalatore per C. E. T. a 3 fuochi (laterale).

Stabiliti i colori e i loro significati occorreva determinare il modo di dare questi colori agli utenti della strada e cioè determinare (per il caso dell'incrocio) come e su quali strade dovesse apparire il verde e come e su quali apparire il rosso; il giallo, come ho detto, è un colore che ha significato di attenzione e di sgombero e più precisamente è un colore che viene dato contemporaneamente in tutte le direzioni, (quando si passa da una data situazione di vie libere e di vie impedite ad un'altra situazione di vie libere e di vie impedite) per avvertire sia i veicoli che i pedoni del cambiamento, per proteggerli affinchè compiano i loro movimenti precedentemente iniziati sull'incrocio e per sgomberare l'incrocio. Il giallo pertanto può essere considerato come un colore «cuscinetto», come il «colpo di spugna» che si dà sull'incrocio per prepararlo ad una nuova situazione di colori, e quindi di traffico.

L'esperienza ha indicato che la maniera più pratica di dare le vie libere è quella cosidetta «internazionale» e più precisamente (considerando per semplicità un incrocio costituito da due strade che si intersechino) col sistema internazionale si dà il verde verso le due direzioni di una strada e il rosso verso le due direzioni della strada tra-

sversale; quindi, dopo un breve periodo di giallo (3 ÷ 5 secondi), si dà il verde sulla strada precedentemente rossa e si dà il rosso sulla strada precedentemente verde.

Questo è il sistema di vie libere « internazionale » cosidetto, detto anche sistema a vie libere « longitudinali ».

Un altro sistema è quello cosidetto « a vie libere radiali », ma esso (salvo casi speciali in cui può essere efficace) in genere presenta l'inconveniente di ritardare lo smaltimento del traffico, pur aumentandone effettivamente la sicurezza e inoltre non si presterebbe per realizzazioni di comando elettrico automatico progressivo flessibile che sono le più moderne e quelle verso le quali si tende oramai anche in molti paesi d'Europa.

I vari sistemi di comando elettrico del traffico vengono così a distinguersi dalla maniera di realizzare elettricamente l'apparizione dei 3 colori sia del punto di vista ottico che elettromeccanico.

La realizzazione ottica è normalmente attuata con dei segnalatori, cosidetti, generalmente a 12 fuochi (3 per direzione) se centrali (figura 1) e a 3 fuochi se laterali (fig. 2).

Questi fuochi di colore sono solitamente costituiti da un riflettore e da una lente colorata a grande riflessione, (90° e più) con lampada indipendente a doppio filamento per ogni fuoco e dispositivo di messa a fuoco.

In genere, i segnalatori centrali sono preferibili: tutti gli impianti di C. E. T. a 3 colori oggi esistenti in Italia sono a segnalatori centrali, sembrando più facile la loro individuazione da parte degli utenti della strada, in confronto ai segnalatori laterali.

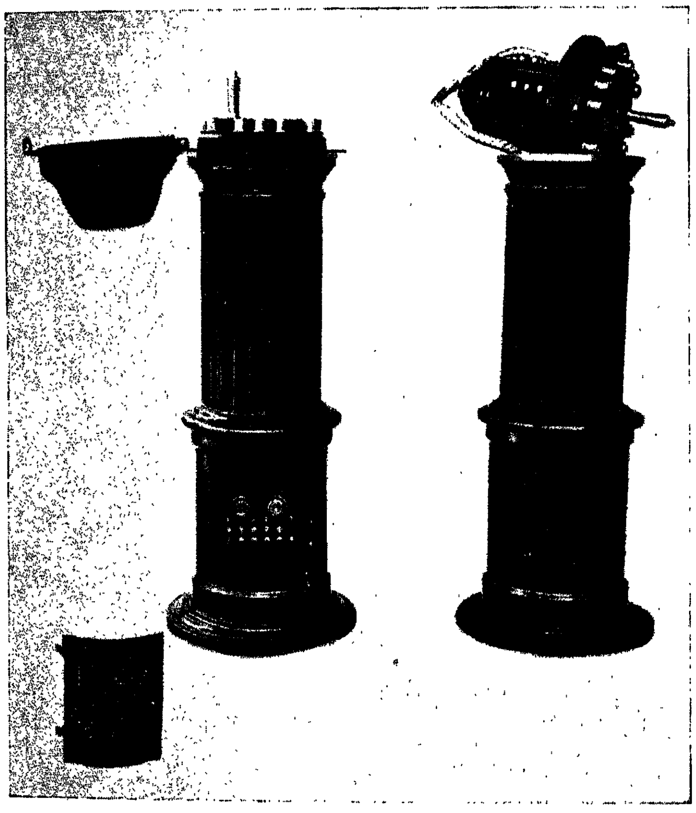


Fig. 3. — Colonnina « a testa universale » per C. E. T. tipo « manuale », realizzante sia il sistema a vie libere « longitudinali » che « radiali ».

Ho detto che i vari sistemi di comando elettrico si dividono in: sistemi a comando manuale, sistemi comandati a mezzo degli stessi veicoli e sistemi completamente automatici.

I sistemi manuali sono realizzati con una colonnina di comando cosidetta « a testa universale », la quale porta gli elementi elettromeccanici capaci di consentire sia il comando a vie libere « longitudinali » che « radiali » (fig. 3).

I sistemi di comando a mezzo degli stessi autoveicoli sono basati o su dispositivi elettromeccanici o su dispositivi fotoelettrici mediante i quali i veicoli al passaggio chiudono dei circuiti e con un giuoco appropriato di relais creano una situazione di colori protettiva ai loro movimenti all'incrocio.

Per ora però i sistemi di comando elettrico che si presentano più solidi dal punto di vista della esperienza, dopo quello manuale sopra indicato, sono quelli automatici.

Si dividono in: sistemi sincronizzati, sistemi coordinati o progressivi, sistemi indipendenti, sistemi progressivi flessibili a ciclo fisso, sistemi progressivi flessibili a ciclo variabile.

Il sistema di comando indipendente è realizzato mediante cassette le quali contengono settori girevoli di contatto o cammes, che ruotano con velocità tale da determinare, con i tempi desiderati, le segnalazioni rosse o verdi o gialle nelle varie direzioni (fig. 4).

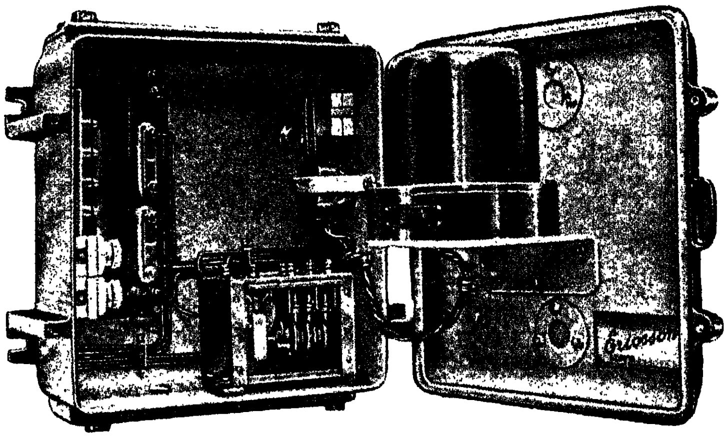


Fig. 4. — Cassetta per C. E. T. tipo automatico « indipendente ».

Tutto ciò in modo indipendente da incrocio a incrocio, di guisa che, se due incroci vicini vengono comandati in tale modo, è facile che accada che la stessa strada sia verde in un certo periodo per uno dei due e sia invece rossa, nello stesso periodo di tempo, per l'altro incrocio, donde possibilità di intasamenti di traffico, fermate inutili, e di altri inconvenienti.

Ad ovviare a questo inconveniente si è allora pensato al sistema di comando sincronizzato; in questo sistema cassette simili a quelle descritte venivano poste ai vari incroci e ciascuna comandava il proprio segnale in modo che in un certo momento la strada principale era tutta verde mentre le strade trasversali erano tutte rosse e in un altro momento la strada principale era tutta rossa e le strade trasversali erano tutte verdi.

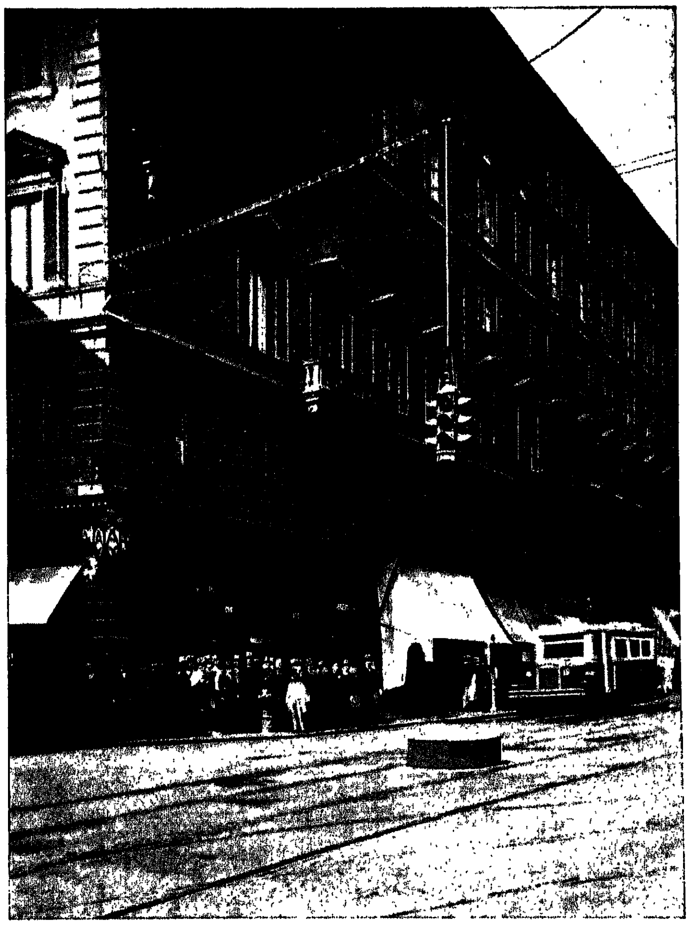


Fig. 5. — Impianto di C. E. T. allo incrocio di Via Nazionale con le Vie Quattro Fontane e De Pretis, in Roma.

Ma furono presto constatati anche gli inconvenienti di questo sistema, primo fra tutti quello che i conducenti di autoveicoli, allorchè la strada diventava tutta verde, cercavano (aumentando al massimo la velocità di sorpassare il maggior numero di incroci possibile prima del sopraggiungere del rosso, donde disastri e incidenti.

Un più maturo esame della questione portò allora al concetto dei comandi elettrici coordinati in cui un certo gruppo di incroci di una determinata strada viene comandata da segnalatori che danno contemporaneamente il verde sulla strada principale e il rosso sulle strade trasversali, mentre i gruppi successivi si comportano in modo alternativamente opposto od eguale al primo.

Ma anche questo sistema ha i suoi inconvenienti inquantochè può accadere, fra l'altro, che i veicoli che hanno sorpassato rapidamente il gruppo dei segnalatori verdi si trovino poi a dover sostare a lungo davanti al primo segnalatore del successivo gruppo ancora disposto al rosso, donde impazienze, perdite di tempo e molto spesso infrazioni alla legge dei colori con pericolo di incidenti.

Si è così arrivati, attraverso a questa scuola di esperienza, al sistema più moderno che è il sistema progressivo flessibile mediante il quale (determinato il traffico di una determinata arteria sia sulla sua lunghezza, sia sulle strade secondarie che la intersecano) si stabilisce, con un diagramma dei tempi e degli spazi, la velocità più opportuna delle ondate dei veicoli, e si mettono a punto le varie cassette ai vari incroci in modo che i verdi vengono dati tempestivamente al sopraggiungere dei veicoli partiti dall'inizio dell'arteria con la velocità prestabilita, per modo che essi possano arrivare alla fine dell'arteria, o svoltare, senza fermarsi.

La durata totale del ciclo (cioè del periodo verde più il periodo giallo intermedio, più il periodo rosso, più il periodo giallo finale) resta la stessa per ogni incrocio, ed a ciò provvede un comando centrale fatto da un armadio che gli americani chiamano « master », però la flessibilità del sistema consente che la distribuzione del verde del rosso e del giallo ad ogni incrocio possa essere fatta in modo appunto da consentire da una parte la tempestiva apparizione del verde, quando si presenta la ondata di veicoli partiti dall'inizio dell'arteria principale, e dall'altra il tempestivo e sufficiente smaltimento del traffico trasversale. In tale modo è stato costituito il « comando elettrico del traffico progressivo flessibile a ciclo fisso ».

Una successiva innovazione (che sarà realizzata nella « zona modello » della città di Milano durante la prossima Fiera e Esposizione del Traffico di aprile) consente di modificare nel corso della giornata anche la durata del ciclo del sistema progressivo, in modo da proporzionarlo alle reali e variabili esigenze del traffico nei varii periodi della giornata. Fra l'altro nella accennata zona modello, sarà visibile un impianto di comando elettrico progressivo flessibile a cicli variabili comandante un'arteria di sei incroci successivi (l'arteria via Broletto, via dell'Orso, via Monte di Pietà fino a via Manzoni) con ciclo di 48″ e velocità base media del traffico di 18 km all'ora.

Sarebbe interessante poter scendere a maggiori dettagli circa questi impianti e descrivere non solo gli apparecchi, ma anche l'organizzazione mediante la quale furono rilevati tutti gli elementi relativi al traffico per determinare i diagrammi del comando elettrico progressivo flessibile a cicli variabili nella detta « zona ». Ma ho ancora da dire qualche cosa circa il comando elettrico all'attraversamento dei pedoni.

Comando agli attraversamenti pedonali. — Di questo comando elettrico che (con una innovazione ardita e veramente geniale) viene a fare del pedone l'esecutore delle segnalazioni stradali che lo interessano, sarà fatto prossimamente, primo nel continente Europeo, un impianto in una delle principali strade di Genova (Galleria Vittorio Emanuele).

Il segnalatore è lo stesso di quello centrale a 12 fuochi di colore sopra descritto per il comando elettrico agli incroci: 2 facce opposte del segnale, (ciascuno con i soliti 3 fuochi) guardano la strada nelle due direzioni; le altre due facce guardano i due marciapiedi in corrispondenza della « striscia di attraversamento », segnata da chiodi, e sul cui centro è sospeso il segnalatore; dispositivi elettrici opportuni sono installati, ma il pedone ad ogni lato della strada non ha a disposizione che una cassetta portante una lampada e un pulsante.

Normalmente il segnale è messo in modo da dare il verde alla strada cioè ai veicoli mentre verso i marciapiedi i fuochi sono rossi. Allorchè il pedone vuol passare, se la lampada di consenso è accesa, egli non ha che da premere il pulsante. A questa pressione il segnalatore spegne i suoi colori verdi e rossi e accende per $2 \div 3$ secondi i gialli in tutte le direzioni, poi dà il rosso ai veicoli, che pertanto si arrestano e il verde verso il marciapiede per cui il pedone può tranquillamente attraversare, senza pericolo.

Normalmente l'impianto è disposto in modo che il pedone non può premere efficacemente il bottone se non dopo che siano almeno trascorsi 60 secondi di via libera per i veicoli; e che questi 60″ (o 90 o 120 a volontà delle Autorità preposte al traffico) siano trascorsi egli ne è edotto dalla accensione della lampada « di consenso ». A facilitare il movimento dei pedoni sulla striscia di attraversamento a ciò predisposta, sono previsti « dispositivi di convogliamento dei pedoni », quali dispositivi consistono in colonnine con catene poste sui margini tranquillamente attraversare, senza pericolo.

Questi dispositivi sono ormai riconosciuti non solo utili, ma necessari anche per tenere sgombri da pedoni gli incroci più movimentati e per completare l'efficacia e la praticità del comando elettrico del traffico agli incroci stessi.

Concludendo, la strada urbana odierna può ben paragonarsi, come già accennato, ad un « detestabile e pericolosissimo » passaggio a livello aperto, incustodito e ininterrotto: e il « comando elettrico del traffico » ha appunto lo scopo di far sì che la strada urbana diventi una successione di passaggi a livello ben definiti, ben noti e ben segnalati, tanto in corrispondenza degli « incroci » quanto degli « attraversamenti pedonali », per modo che non solo i tratti di marciapiede e di strada compresi fra questi « passaggi a livello » diventino finalmente delle vere oasi di pace rispettivamente per i pedoni e per i veicoli, ma anche gli stessi « incroci » e gli stessi « attraversamenti » inquantochè è sempre possibile la « pace » là dove esistano comprensione e rispetto dei propri doveri, e dei diritti degli altri.

PROCEDIMENTO RAZIONALE PER LO STUDIO COMPLETO DELLE CARATTERISTICHE DEL MOTORE DI TRAZIONE A CORRENTE CONTINUA ED ALCUNE RIFLESSIONI DI ATTUALITÀ

A. DELLA RICCIA

(Continuazione e fine, v. N. 10, pag. 214)

§ 14. - Tabelle numeriche.

Le tabelle I, II e III dànno, rispettivamente, per la marcia in piano, per quella in salita ($\operatorname{sen}\alpha = +0{,}016$) e per quella in discesa ($\operatorname{sen}\alpha = -0{,}016$) lo sviluppo dei calcoli relativi alle « regolazioni paragonabili » $A'B'C'$.... e $A''B''C''$.... delle figure 15, 16 e 17.

La velocità V è decomposta in elementi ΔV di 0,25 m/sec, salvo in corrispondenza delle velocità ai punti B', B'', C', C'', ove le regolazioni cambiano natura ed ove questo elemento ΔV è decomposto in due sotto-elementi se la velocità V non è esattamente un multiplo dell'elemento $\Delta V = 0{,}25$.

Le prime tre colonne delle dette tabelle servono alla registrazione della velocità media V a metà altezza di ogni elemento, della ampiezza effettiva dell'elemento ΔV e del prodotto $P' V$, dove $P' = 9344$ kg, tenuto conto delle masse ruotanti.

Vi sono in seguito 13 colonne relative al motore eccitato in derivazione e regolato con resistenze in serie (da A' a B') ed eccitato in compound senza resistenze (da B' a C' ed al di là di C') e 13 colonne relative al motore eccitato in serie e regolato con resistenze in serie (da A'' a B'') ed eccitato in serie senza resistenze ma col campo « shuntato » (da B'' a C'' ed al di là di C'').

Nelle prime quattro delle 13 colonne sono registrati i valori di i, di ω, corrispondenti alle varie velocità medie V, ed i conseguenti valori di $U i$ e di $r i^2$.

La quinta colonna fornisce $\dfrac{P' V}{\omega} = E$.

La sesta colonna fornisce l'elemento del consumo di energia:

$$E \cdot \Delta V = \Delta \omega.$$

L'ottava colonna fornisce l'elemento di durata del percorso:

$$\Delta \omega : U i = \Delta t.$$

La decima colonna fornisce l'elemento di spazio percorso:

$$\Delta t \times V = \Delta s.$$

La dodicesima colonna fornisce l'elemento di effetto Joule:

$$\Delta t \times r i^2 = \Delta q.$$

Le colonne 7ª, 9ª, 11ª, 13ª dànno le somme:

$$\Sigma \Delta \omega, \; \Sigma \Delta t, \; \Sigma \Delta s, \; \Sigma \Delta q$$

per i tronchi dei tracciati della regolazione:

da A a B, da B a C, da C ad altri punti corrispondenti alle velocità di 7, 8, 9, 10 m/sec, secondo il caso (in piano, in salita, in discesa).

Si noterà che, *a parità di velocità*, i consumi elementari di energia $\Delta \omega$ sono, durante la regolazione mediante resistenze, minori per

Primo paragone (in piano).

P' = 9.344 Kg.				Motore con eccitazione in derivazione; poi compoundato														Motore con eccitazione in serie; poi shuntato												
V. med. m/sec.	Δ V. m/sec.	P'V. Kgm/sec		i Amp.	ω 1/100	Ui Watt	ri^2 Watt	$\frac{P'V}{\omega}$ = E Kgm/sec	E.Δ V = Δ Joule		Δw/Ui = Δt secondi		Δt×V = Δt metri'		$\Delta t \times ri^2$ = Δq Joule			i Amp.	ω 1/100	Ui Watt	si^2 Watt	$\frac{P'V}{\omega}$ = E Kgm/sec	E.Δ V = Δ Joule		Δw/Ui = Δt secondi		Δt×V = Δs metri		$\Delta t \times ri^2$ = Δq Joule	
1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
0,125	0,25	1.168		83	3	24.900	765	36.900	9.720	74.970	0,390	3.406	0,049	3.976	299	2054		102	2,5	30.600	1154	46.600	11.700	122.235	0,383	4.443	0,048	6.730	442	4166
0,375	»	3.504		82	10	24.600	746	35.040	8.750		0,356		0,134		266			98	8	29.400	1067	43.800	10.950		0,373		0,140		398	
0,625	»	5.840		80	17	24.000	711	34.300	8.500		0,357		0,223		254			94	13	28.200	982	41.700	10.425		0,370		0,231		363	
0,875	»	8.176		76	25	22.800	643	32.800	8.200		0,360		0,315		232			91	21	27.300	920	38.900	9.725		0,370		,324		340	
1,125	»	10.512		72	34	21.600	576	31.000	7.750		0,358		0,403		207			89	28	26.700	879	37.500	9.375		0,351		0,395		309	
1,375	»	12.848		69	43	20.700	529	29.800	7.450		0,360		0,495		190			90	33	27.000	900	39.000	9.750		0,361		0,497		325	
1,625	»	15.184		67	52	20.100	499	29.200	7.300		0,363		0,590		161			90	39	27.000	900	39.000	9.750		0,361		0,587		325	
1,875	»	17.520		66	61	19.800	485	28.600	7.150		0.361		0,677		175			90	45	27.000	900	39.000	9.750		0,361		0,677		325	
2,125	»	19.856		67	68	20.100	499	28.700	7.170		0,357		0,759		178			90	51	27.000	900	39.000	9.750		0,361		0,767		325	
2,300	0,10	21.491		67	74	20.100	499	29.000	2.900		0,144		0,331		72														325	
			B'															90	57	27.000	900	39.000	9.750		0,361		0,858		325	
2,425	0,15	22.659		71	76,8	21.300	560	29.500	4.430	111.480	0,208	3.532	0,505	12.826	117	4515														
2,625	0,25	24.528		76	77,2	22.800	643	31.800	7.950		0,349		0,917		224			90	63	27.000	900	39.000	9.750		0,361		0,948		325	
2,875	»	26.864		83	77,6	24.900	765	34.600	8.650		0,347		1,000		266			90	69	27.000	900	39.000	9.750		0,361		0,040		325	
3,025	0,05	26.266																88	76	26.400	860	37.200	1.810		0,069		0.208		59	
				92	77,8	27.600	940	37.500	9.380		0,340		1,063		320		B"													
3,100	0,20	28.966																91	88,8	27.300	920	37.200	7.440	117.400	0,273	3.212	0.847	13.534	251	5415
3,375	0,25	31.536		99	78,0	29.700	1088	40.400	10.100		0,340		1,148		371			99	78.0	29.700	1088	30.400	10.100		0,340		1.148		371	
3,625	»	33.872		105	78,0	31.500	1222	44.000	11.000		0,349		1,265		427			105	78,0	31.500	1222	44.000	11.000		0,349		1,265		427	
3,875	»	36.208		112	78,0	33.600	1393	46.400	11.600		0,344		1,334		480			78.0	33.600	112	1393	46.600	11.600		0,344		0.334		480	
4,125	»	38.544		119	77,8	35.700	1575	49.500	12.308		0,346		1,429		546			119	77.8	35.700	1575	49.500	12.380		0,346		1,429		546	
4,375	»	40.880		126	77,7	37.800	1765	52.600	13.150		0.348		1,525		615			126	77.7	37.800	1765	52.600	13.150		0,348		0.348		1,525	
4,625	»	43.216		133	77,6	39.900	1966	55.700	13.910		0,348		1,610		685			133	77,6	39.900	1966	55.700	13.910		0,348		1,610		685	
4,825	0,15	45.085		140	77,4	42.000	2175	58.200	8.930		0,213		1,030		464															
			C'															141	77,4	42.300	2200	58.000	14.500		0,342		1,666		735	
4,950	0,10	46.253		142	77,3	42.600	2240	59.800	5.980	163.880	0,140	5.754	0.693	35.593	314	5912														
5,125	0,25	47.888		134	77,0	40.200	1995	62.300	15.570		0.387		1,985		773			147	77,3	44.100	2400	62.000	15.500		0,352		1,805		645	
5,310	0,12	49.617																135	77.1	45.900	2600	64.300	7.820		0.170		0.905		442	
		50.785		124	76,3	37.200	1710	65.700	16.400		0,442		2,375		755		C"													
5,435	0,13	50.785																154	77.0	46.200	2635	65.800	8.550	125.950	0,185	3.267	1,005	20.520	488	6150
5,625	0,25	52.560		114	75.4	34.200	1444	69.700	17.400		0.510		2,870		737			150	76.6	45.000	2500	68.700	17.180		0,382		2,150		955	
5,875	»	54.896		104	74.0	31.200	1201	74.200	18.550		0,530		3,120		636			141	76.1	42.300	2200	72.200	18.050		0,426		2,505		938	
6,125	»	57.232		93	72,0	27.600	961	79.500	19.880		0.720		4,400		692			132	75.5	39.600	1933	75.700	18.920		0,478		2,930		925	
6,375	»	59.568		86	70,0	25.800	822	85.200	21.300		0.825		5,260		679			126	75.0	37.800	1765	79.500	19.900		0,526		3,350		929	
6,625	»	61.904		78	67,0	23.400	676	92.300	23.100		0.976		6.470		660			120	73.5	36.000	1600	84.200	21.050		0,612		4,050		980	
6,875	»	64.240		70	62,5	21.000	544	102.600	25.700		1.224		6,420		666			113	72,0	33.900	1418	89.200	22.300		0,658		4,530		935	
7,125	0,25	66.576		64	57,5	19.200	455	155.800	29.000	143.000	1.510	8.754	10,750	66.320	688	2919		107	71	32.100	1273	93.800	23.450	101.900	0,730	3.414	5.200	25.720	930	3758
7,375	»	68.912		59	52,5	17.700	387	131.200	32.800		1.854		13.680		718			102	70	30.600	1154	98.500	24.600		0,803		5,920		928	
7,625	»	71.248		53	47,5	15.900	312	149.700	37.400		2.350		17,930		734			98	68	29.400	1067	104.600	26.200		0,891		6,800		950	
7,875	»	73.584		48	42,0	14.400	256	175.000	43.800		3,040		23,950		779			93	66,5	27.900	961	110.700	27.650		0,990		7,800		950	
8,125	»	75.920		43	36,0	12.900	205	210.500	52.600		4.075		33,100		836			89	65	26.700	879	116.800	29.200	128.350	1,094	5.039	8,880	43.010	961	4042
8,375	»	78.256		39	30,0	11.700	169	261.000	65.250		5,575		46.650		943			87	63	26.100	841	124.000	31.000		1,187		9,950		998	
8.625	»	80.592		—	—	—	—	—	—		—		—		—			84	61	25.200	784	132.200	33.050		1,313		11.350		1030	
8,675	»	82.928		—	—	—	—	—	—		—		—		—			81	59	24.300	729	140.500	35.100		1,445		12,830		1053	
9,125	»	85.264		—	—	—	—	—	—		—		—		—			78,5	57	23.550	685	149.500	37.400	167.250	1,586	7.489	14,480	71.380	1070	4686
9,375	»	87.600		—	—	—	—	—	—		—		—		—			76	54	22.800	643	162.000	40.500		1,775		16,650		1142	
9,625	»	89.936		—	—	—	—	—	—		—		—		—			73,5	52	22.050	600	173.000	43.250		1,963		18,900		1262	
9,875	»	92.272		—	—	—	—	—	—		—		—		—			71	50	21.300	560	184.500	46.100		2,165		21,350		1212	

Secondo paragone (in salita del 16 per 1000)

P' = 9.344 Kg.			Motore con eccitazione in derivazione; poi compoundato													
V. med. m/sec. 1	ΔV. m/sec. 2	P'V. Kgm/sec 3		i Amp. 4	ω 1/100 5	Ui Watt 6	ri² Watt 7	P'V/ω = E Kgm/sec 8	E.ΔV = Δ Joule 9	10	Δw/Ui =Δt secondi 11	12	Δt×V = Δt metri 13	14	Δt×ri² = Δq Joule 15	16
0,125	0,25	1.169		99	2,5	29.700	1088	46.700	11.680	87.885	0,393	3.424	0,049	4.014	428	2.828
0,375	»	3,504		94	8,5	28.200	982	41.300	10.340		0,366		0,137		359	
0,625	»	5.840		89	15	26.700	879	39.000	9.750		0,365		0,228		321	
0,875	»	8.176		85	23	25.500	803	35.500	8.875		0,348		0,304		279	
1,125	»	10.512		83	30	24.900	765	35.000	8.750		0,351		0,395		269	
1,375	»	12.848		81	37	24.300	729	34.700	8.690		0,357		0,491		261	
1,625	»	15.184		81	44	24.300	729	34.600	8.650		0,356		0,578		260	
1,875	»	17.520		81	51	24.300	729	34.400	8.600		0,354		0,663		258	
2,125	»	19.856		81	58	24.300	729	34.200	8.550		0,352		0,746		257	
2,315	0,13	21.631		82	63	24.600	746	34.300	4.460		0,182		0,421		136	
2,440	0,12	22.799	B'	85	66	25.500	803	34.550	4.150	122.030	0,163	3.404	0,398	12.214	131	5.558
2,625	0,25	24.528		91	65,5	27.300	920	37.400	9.350		0,342		0,898		315	
2,850	0,20	26.630		98	65,5	29.400	1067	41.100	10.280		0,350		1,010		373	
2,975	0,05	27.798														
3,125	0,25	29.200		105	65,5	31.500	1222	44.600	11.150		0,354		1,107		433	
3,375	»	31.536		113	65	33.900	1418	48.600	12.150		0,358		1,208		508	
3,625	»	33.872		121	65	36.300	1625	52.300	13.075		0,360		1,305		586	
3,875	»	36.208		128	65	38.400	1820	55.800	13.950		0,363		1,408		662	
4,125	»	38.544		136	64,5	40.800	2055	59.700	14.925		0,366		1,511		751	
4,375	»	40.880		143	64	42.900	2270	63.900	15.975		0,372		1,629		846	
4,625	»	43.216		151	63,5	45.300	2530	68.100	17.025		0,376		1,740		953	
4,875	»	45.552	C'	149	62,5	44.700	2465	72.800	18.200	339.450	0,407	12.749	1,980	80.215	1003	11.752
5,050	0,10	47.187		136	60	40.800	2055	79.800	19.950		0,489		2,510		1005	
5,175	0,15	48.355														
5,375	0,25	50.224		123	57	36.900	1680	88.000	22.000		0,596		3,205		1002	
5,625	»	52.560		112	52	33.600	1393	101.000	25.250		0,752		4,230		1048	
5,875	»	54.896		103	47,5	30.900	1177	115.000	28.850		0,935		5,500		1100	
6,125	»	57.232		94	42	28.200	982	136.000	34.000		1,205		6,710		1184	
6,375	»	59.568		86	35	25.600	822	170.000	42.500		1,645		10,490		1350	
6,625	»	61.904		76	26	23.400	676	238.000	59.500		2,540		16,840		1720	
6,875	»	64.240		71	18	21.300	560	357.000	89.200		4,180		28,750		2340	
7,125	0,25	66.576		—	—	—	—	—	—		—		—		—	
7,375	0,25	68.912		—	—	—	—	—	—		—		—		—	
7,625	0,25	71.248		—	—	—	—	—	—		—		—		—	
7,875	0,25	73.584		—	—	—	—	—	—		—		—		—	

	Motore con eccitazione in serie; poi shuntato													
V. med. m/sec. 1		i Amp. 17	ω 1/100 18	Ui Watt 19	si² Watt 20	P'V/ω = E Kgm/sec 21	E.ΔV = Δ Joule 22	23	Δw/Ui = Δt secondi 24	25	Δt×V = Δs metri 26	27	Δt×ri² = Δq Joule 28	29
0,125		107	2,5	32.100	1273	46.700	11.680	127.515	0,393	4.250	0,049	6.191	501	4832
0,375		103	7,5	30.900	1177	46.650	11.700		0,379		0,142		446	
0,625		99	13	29.700	1088	44.900	11.225		0,378		0,243		449	
0,875		97	20	29.100	1046	40.800	10.200		0,350		0,306		366	
1,125		98	26	29.400	1067	40.300	10.075		0,343		0,386		366	
1,375		99	31	29.700	1088	41.500	10.375		0,350		0,481		381	
1,625		100	36	30.000	1110	42.200	10.550		0,352		0,572		391	
1,875		101	41	30.300	1133	42.700	10.675		0,352		0,660		398	
2,125		102	46	30.600	1154	43.100	10.775		0,352		0,748		406	
2,315		101	51	30.300	1133	43.400	10.850		0,358		0,851		406	
2,440														
2,625		101	56	30.300	1133	43.800	10.950		0,361		0,948		409	
2,850		100	62	30.000	1110	42.300	6.460		0,282		0,805		313	
2,975	B''	101	65,5	30.300	1133	42.400	2.120	125.910	0,070	3.149	0,208	12.728	79	6.334
3,125		105	65,5	31.500	1222	44.600	11.150		0,354		1,107		433	
3,375		113	65	33.900	1418	48.600	12.150		0,358		1,208		508	
3,625		121	65	36.300	1625	52.300	13.075		0,360		1,305		586	
3,875		128	65	38.400	1820	55.800	13.950		0,363		1,408		662	
4,125		136	64,5	40.800	2055	59.700	14.925		0,366		1,511		751	
4,375		143	64	42.900	2270	63.900	15.975		0,372		1,629		846	
4,625		151	63,5	45.300	2530	68.100	17.025		0,376		1,740		953	
4,875		159	63	47.700	2810	72.200	18.050		0,378		1,843		1062	
5,050		164	63	49.200	2985	74900	7.490		0,152		0,769		454	
5,175	C''	163	62,5	48.900	2950	77.400	11.610	204.235	0,237	5.257	1,228	32.593	700	9.949
5,375		156	61	46.800	2705	82.200	20.550		0,438		2,360		1185	
5,625		148	59	44.400	2435	69.100	22.350		0,504		2,840		1227	
5,875		14k	57	42.000	2175	96.300	24.075		0,573		3,195		1247	
6,125		132	53,5	39.600	1933	07.000	26.800		0,677		4,140		1308	
6,375		124	50,5	37.200	1710	118.000	29.500		0,793		5,060		1356	
6,625		117	47,5	35.100	1520	130.200	32.500		0,927		6,140		1406	
6,875		111	43,5	33.300	1370	147.500	56.850		1,108		7,530		1516	
7,125		106	40	31.800	1250	166.200	41.550	211.500	1,306	7.176	9,300	54.290	1632	7.701
7,375		101	36	30.300	1133	191.000	47.700		1,574		11,620		1781	
7,625		97	32	29.100	1046	222.000	55.500		1,906		14,540		1993	
7,875		93	27,5	27.900	961	267.000	66.750		2,390		18,830		2295	

Terzo paragone (in discesa del 16 per 1000)

P' = 9.344 Kg.				Motore con eccitazione in derivazione; poi compoundato														Motore con eccitazione in serie; poi shuntato												
V. med. m/sec. 1	Δ V. m/sec. 2	P'V. Kgm/sec 3		i Amp. 4	ω $\frac{1}{100}$ 5	Ui Watt 6	ri² Watt 7	$\frac{P'V}{\omega}$ = E Kgm/sec 8	E.Δ V = Δ Joule 9	10	Δw/Ui = Δt secondi 11	12	Δt×V = Δt metri 13	14	Δt×ri² = Δq Joule 15	16		i Amp. 17	ω $\frac{1}{100}$ 18	Ui Watt 19	si² Watt 20	$\frac{P'V}{\omega}$ = E Kgm/sec 21	E.Δ V = Δ Joule 22	23	Δw/Ui = Δt secondi 24	25	Δt×V = Δs metri 26	27	Δt×ri² = Δq Joule 28	29
0,125	0,25	1.168		37	7,5	11.100	152	15.600	3.900	54.660	0,361	3.444	0,045	4.140	55	1085		67	4	20.100	499	29.200	7.300	102.600	0,363	4.627	0,045	7.541	181	2816
0,375	»	3.504		46	18	13.800	235	19.460	4.870		0,353		0,133		83			70	12	21.000	544	29.200	7.300		0,348		0,131		189	
0,625	»	5.840		53	25	15.900	312	22.900	5.730		0,360		0,225		113			72	19	21.600	576	30.200	7.560		0,350		0,219		202	
0,875	»	8.176		56	34	16.800	346	24.000	6.000		0,357		0,313		124			74	26	22.200	610	31.400	7.860		0,354		0.310		216	
1,125	»	10.512		57	43	17.100	361	24.400	6.100		0,356		0,400		129			76	32	22.800	643	32.800	8.210		0.360		0,405		232	
1,375	»	12.848		57	52	17.100	361	24.700	6.180		0,361		0.496		130			76	40	22.800	643	32.100	8.030		0,352		0,483		226	
1,625	»	15.184		56	63	16.800	348	24.100	6.030		0,359		0.583		125			76	47	22.800	643	32.300	8.080		0,354		0.575		228	
1,875	»	17.520		56	72	16.800	348	24.300	6.080		0,362		0,680		126			75	55	22.500	625	31.850	7.970		0.354		0,665		221	
2,125	»	19.856		56	82	16.800	348	24.200	6.050		0,360		0,765		125			75	62	22.500	625	32.000	8.000		0,356		0,757		223	
2,325	»	21.725		56	90	16.800	348	24.150	3.620		0,215		0,500		75															
			B'															75	69	22.500	525	32.200	8.060		0,358		0,861		224	
2,450	0,10	22.893		57	94	17.100	361	24.300	2.430		0,142		0,348		51															
2,625	0,25	24.528		60	94,5	18.000	400	25.900	6.480		0,359		0,942		144			75	76	22.500	625	32.300	8.090		0,360		0,945		225	
2,875	»	26.864		66	95,5	19.800	485	28.200	7.060		0,356		1,024		173			75	83	22.500	625	32.400	8.120		0.361		1,038		226	
3,125	»	29.200		72	96	21.600	576	30.400	7.550		0,349		1,090		201		B''	75	91	22.500	625	32.100	8.030		0.357		1.117		223	
3,375	»	31.536		77	96,5	23.100	659	33.000	8.250	111.730	0,357	4.180	1.206	16.189	239	3865		77	96.5	23.100	659	33.000	8.250	123.950	0,357	3.882	1,206	17.943	239	5032
3,625	»	33.872		83	96,5	24.900	765	35.400	8.850		0,355		1.288		272			83	96.5	24.900	765	35.400	8.850		0,355		1,288		272	
3,875	»	36.208		89	96,5	26.700	879	37.900	9.480		0,355		1.378		312			89	96,5	26.700	879	37.900	9.480		0,355		1,378		312	
4,125	»	38.544		95	96,5	28.500	1003	40.300	10.075		0.353		1,456		354			95	96,5	28.500	1003	40.300	10.075		0.363		1.456		354	
4.375	»	40.880		101	96,5	30.300	1133	42.800	10.700		0,353		1,546		400			101	96.5	30.300	1133	42.800	10.700		0,353		1,546		400	
4,625	»	43.216		106	96,5	31.800	1250	45.200	11.300		0,355		1,642		444			106	96.5	31.800	1250	45.200	11.300		0,355		1,642		444	
4,875	»	45.552		112	96,5	33.600	1393	47.600	11.900		0,354		1.726		494			112	96,5	33.600	1393	47.600	11.900		0.354		1.726		494	
5,125	»	47.888		118	96,5	35.400	1545	50.100	12.525		0.363		1.810		547			118	96.5	35.400	1545	50.100	12.525		,353		1.810		547	
5,300	0,10	49.523		..123	96,5	36.900	1680	51.300	5.130		0,139		0.737		234															
			C'															124	96,5	37200	1710	52.000	13.000		0,349		1,876		597	
5,425	0,15	50.691		121	97	36.300	1625	52.200	7.830	93.000	0.216	3.337	1.172	20.927	351	3354														
5,625	0,25	52.560		115	98	34.500	1470	53.500	13.370		0.387		2.180		570			130	96.3	39.000	1876	54.500	13.620		0.349		1,965		655	
5,875	»	54.890		107	99,5	32.100	1273	55.100	13.780		0.429		2,520		547			136	96,1	40.800	2055	57.100	14.250		0.349		2.050		718	
6,125	»	57.232															C''													
6,375	»	59.568		96	102	28.800	1154	55.000	14.000		0.486		2.980		562			133	97	39.900	1966	59.000	14.750	61.290	0,369	1.661	2,260	10.840	726	2800
6,625	»	61.904		90	103,5	27.000	900	57.500	14.370		0.532		3.380		479			126	98,3	37.800	1765	60.500	15.120		0,400		2,550		706	
6,875	»	64.240		81	105	24.300	729	59.000	14.750		0,607		4.020		443			120	99.7	36.000	1600	62.100	15.520		0.431		2,860		690	
				73	107,5	21.900	592	59.700	14.900		0,680		4,675		402			115	100,7	24.500	1470	63.700	15.900		0,461		3,170		678	
7,125	»	66.576		66	110	19.800	485	60.500	15.120	61.220	0,763	3.614	5,440	27.220	370	1299		109	102	32.700	1320	65.200	16.300	67.620	0,494	2.211	3,550	16.630	658	2554
7,375	»	68.912		60	113	18.000	400	61.000	15.250		0,848		6.250		340			104	103	31.200	1177	66.800	16.700		0,535		3,950		640	
7,625	»	71.248		54	116	16.200	324	61.500	15.380		0,950		7.240		308			100	104	30.000	1110	68.500	17.120		0,571		4,350		634	
7,875	»	73.584		49	119	14.700	267	61.800	15.470		1,053		8,290		281			96	105	28.800	1024	70.000	17.500		0,607		4,780		622	
8,125	0,25	75.920		44	127,5	13.200	215	59.500	14.900	58.760	1.128	5.341	9,160	45.560	243	806		92	107	27.600	940	71.000	17.730	73.100	0,633	2.826	5,150	23.900	595	2324
8,375	»	78.256		39	132,5	11.700	169	59.000	14.750		1,262		10,560		213			88	108	26.400	860	72.500	18.120		0,687		5,750		590	
8,625	»	80.592		35	137,5	10.500	136	58.700	14.650		1,396		12.040		190			84	109	25.200	783	74.000	18.500		0,734		6,330		575	
8,875	»	82.928		31	143,0	9.300	107	57.800	14.460		1,555		13,800		166			81	110,5	24.300	729	75.000	18.750		0,772		6,850		563	
9,125	»	85.269		27	149,0	8.100	81	57.200	14.300		1,764		16,100		143			—	—	—	—	8	—		—		—		—	

il motore eccitato in derivazione che per quello eccitato in serie. Essi sono naturalmente eguali per le due specie di motori lungo la parte $B''C'$ comune ai due tracciati. Essi sono maggiori per il motore eccitato in compound che per il motore eccitato in serie e «shuntato» lungo le rispettive linee di velocità (4) e (5).

Si noterà ancora che, *a parità di velocità*, le produzioni di calore per effetto Joule Δq sono sempre minori per il motore eccitato in derivazione o in compound che per il motore eccitato in serie, salvo nel caso di marcia in salita, al di là di una certa velocità (ciò che dipende dalla forma delle curve di livello $\frac{dq}{dV}$ nei paraggi in parola, come è mostrato dalla figura 13).

I numeri delle colonne 9 e 15 e delle colonne 22 e 28 delle tabelle I, II e III, che dànno i valori calcolati direttamente degli elementi $\Delta\omega$ e Δq, concordano bene coi valori assegnati dai piani quotati delle figure 8, 9 e 10, e delle figure 12, 13 e 14, ai corrispondenti gradienti $\frac{d\omega}{dV}$ e $\frac{dq}{dV}$.

§ 15. - Diagrammi di marcia sopra un percorso di 250 metri.

Fino ad ora i nostri paragoni hanno portato sui valori delle grandezze in giuoco — *a parità di velocità raggiunta* V.

Passiamo ora al paragone — *a diagramma di marcia* equivalente; e cominceremo coll'esaminare i risultati ai quali si giunge se ci si propone di attuare un percorso di 250 metri in 43 secondi in piano, o in una durata un po' più lunga in salita, o in una durata un po' più breve in discesa.

Le figure 18, 19 e 20 si riferiscono ad un consimile percorso. I numeri che vi figurano sono desunti dalle tabelle I, II e III, nonchè dalle figure 5, 9, 13, per quanto concerne il consumo di energia durante la marcia a velocità costante in salita.

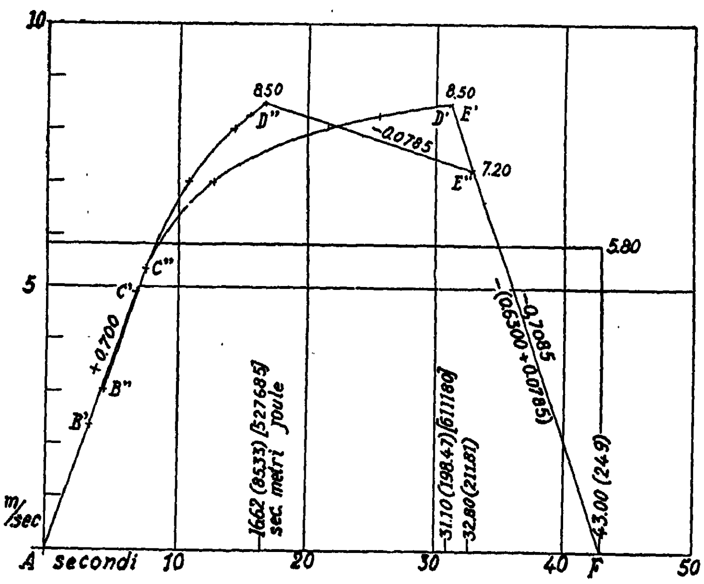


Fig. 18. — Diagrammi di marcia in piano.

Durante la marcia in piano (fig. 18), la eventuale marcia al lancio o senza corrente ha luogo con una decelerazione eguale a:

$$0{,}008 \times 9{,}81 = 0{,}0785 \text{ m/sec}^2;$$

durante la marcia in salita (sen $\alpha = 0{,}016$) (fig. 19), la eventuale marcia senza corrente ha luogo con una decelerazione eguale a:

$$(0{,}008 + 0{,}016) \times 9{,}81 = 0{,}2355 \text{ m/sec}^2;$$

e durante la marcia in discesa (sen $\alpha = -0{,}016$) (fig. 20), la eventuale marcia al lancio ha luogo con una accelerazione eguale a:

$$(0{,}016 - 0{,}008) \times 9{,}81 = 0{,}0785 \text{ m/sec}^2.$$

In quanto concerne la frenatura abbiamo supposto di indebolire la frenatura in salita e di rinforzare la frenatura in discesa *in modo da lasciar persistere la metà dell'effetto della pendenza*. Ciò vale a dire che la frenatura in piano (fig. 18) è fatta applicando uno sforzo ritenitivo di 64,22 chilogrammi per tonnellata, di modo che la decelerazione risultante diventa:

$$0{,}6300 + 0{,}0785 = 0{,}7085 \text{ m/sec}^2;$$

che la frenatura in salita (fig. 19) è fatta applicando uno sforzo ritentivo di 56,22 chilogrammi per tonnellata, di modo che la decelerazione risultante diventa:

$$0{,}5515 + 0{,}2355 = 0{,}7870 \text{ m/sec}^2;$$

che la frenatura in discesa (fig. 20) è fatta applicando uno sforzo di ritenuta di 72,22 chilogrammi per tonnellata, di modo che la decelerazione risultante diventa:

$$0{,}7085 - 0{,}0785 = 0{,}6300 \text{ m/sec}^2.$$

Noi continueremo a considerare, da una parte, la trazione con motori eccitati in derivazione (1) durante l'avviamento con resistenze, ed eccitati in compound (4) continuamente in seguito; e da altra parte, la trazione con motori eccitati in serie (2) durante l'avviamento con resistenze, e con indebolimento del campo magnetico (5) continuamente in seguito; e rappresenteremo con (1; 4) le prime condizioni e con (2; 5) le seconde.

§ 16. - Marcia in piano.

Nella marcia in piano (figura 18) tanto nelle condizioni (1; 4) quanto nelle condizioni (2; 5) la velocità deve salire a 8,50 m/sec (30,6 km/h); ma questa velocità è raggiunta in più di 31,1 secondi nel primo caso (e la frenatura segue immediatamente) mentre essa è raggiunta in 16,6 secondi nel secondo caso, ciò che permette una marcia al lancio durante 16,2 secondi.

Alcuni esercenti che impiegano motori eccitati in compound, prevedono, in un caso simile a quello qui preso a studiare, di far salire la velocità fino a 10 m/sec (36,0 km/h), ma la necessità di salire a tanta velocità non si manifesta che come conseguenza dell'adozione di una accelerazione troppo scarsa, una accelerazione che invece di mantenersi ad un livello ragionevole e costante, decresce in eccessiva misura: il treno si balocca prima per via ed è poi costretto a sfiatarsi. Mentre noi abbiam visto che un minor consumo di energia accompagna l'adozione di una accelerazione piuttosto forte.

Alcuni sono andati fino a dire che l'adozione di una accelerazione ridotta favorisce il «confort» dei viaggiatori. Ma, in realtà, i viaggiatori, non altrimenti che un pendolo appeso al soffitto della vettura, non si risentono che delle *variazioni della accelerazione*.

Ad ogni accelerazione corrisponde una inclinazione del pendolo, ed una posizione di equilibrio dei viaggiatori. Einstein direbbe che l'accelerazione del convoglio equivale ad un campo di gravitazione diretto dall'avanti all'indietro del convoglio. Infatti i viaggiatori sono costretti a prendere, durante un avviamento coll'accelerazione costante di 0,70 m/sec², una posizione analoga a quella che prenderebbero se il convoglio salisse una livelletta colla pendenza di:

$$0{,}70 : 9{,}81 = 0{,}07135,$$

ossia un pochino più del 7 per cento.

Se la marcia del convoglio potesse aver luogo, durante tutto l'avviamento, con accelerazione costante, i viaggiatori non avrebbero da adattarsi che una sola volta (e non continuamente) alle condizioni di marcia.

I calcoli dimostrano che, nelle condizioni (2; 5), il consumo di energia sale a 527.685 joule, e nelle condizioni (1; 4) a 611.180 joule.

La frenatura comincia alla velocità di 8,50 m/sec nel caso (1; 4), alla velocità di 7,20 m/sec nel caso (2; 5).

Si potrebbe credere che, con un sistema di trazione a ricupero di energia, si potesse ritrovare, nella frenatura fra queste due velocità, l'eccesso di consumo di:

$$611.180 - 527.685 = 83.495 \text{ joule}.$$

Ma l'energia cinetica disponibile fra queste due velocità vale:

$$\frac{9344}{2 \times 9{,}81}\left(\overline{8{,}50}^2 - \overline{7{,}20}^2\right) = 9720 \text{ kgm};$$

l'energia spesa per la trazione vale:

$$8900 \times 0{,}008 \times (211.81 - 198.47) = 950 \text{ kgm};$$

restano dunque disponibili:

$$9720 - 950 = 8770 \text{ kgm} = 86.000 \text{ joule}.$$

Bisognerebbe dunque che il ricupero eventuale fosse attuato con un rendimento complessivo pari a:

$$83.495 : 86.000 = 0{,}97$$

per compensare senza beneficio l'eccesso di consumo precedentemente sopportato.

E' evidente a priori che la *marcia al lancio è il più favorevole di tutti i modi di ricuperare l'energia*: se essa non fornisce energia alla

rete di distribuzione, essa fa avanzare il treno, ciò che è l'oggetto diretto del servizio di trazione. Nel corso di questo *ricupero immediato* non vengono subìte altre perdite nei motori che quelle dovute agli ingranaggi ed alla ventilazione; mentre che nel corso del ricupero per via elettrica intervengono ancora le perdite per effetto Joule, quelle per isteresi e per correnti vorticose.

Bisogna riconoscere, per contro, che nelle condizioni (1; 4) il calore per effetto Joule sviluppato nella armatura, nei poli ausiliari, e nella eventuale eccitazione in serie, vale soltanto 17.179 joule, contro 21.468 joule sviluppati nelle condizioni (2; 5); ma la marcia al lancio o senza corrente favorisce la dispersione di una parte di questa quantità di calore.

Nel caso di un sistema di trazione a ricupero d'energia, i motori nelle condizioni (2; 5) restano senza corrente durante 16,2 secondi sui 43 che dura complessivamente la marcia, mentre che sono *continuamente* percorsi da corrente *nelle condizioni* (1; 4).

Le perdite complessive, diverse da quelle per effetto Joule, sono dunque più importanti nelle condizioni (1; 4) che nelle condizioni (2; 5).

Noi non calcoleremo qui il riscaldamento prodotto durante il ricupero di energia anticipato relativo alle condizioni (1; 4).

Si può dire, insomma, che nel caso dei motori eccitati in compound si sostituisce *la marcia al lancio* consentita dall'impiego dei motori eccitati in serie, con una *marcia dissipativa*, prima, e con una *marcia ricuperativa*, dopo, che non soltanto non si compensano in quanto concerne il consumo di energia, ma che mettono alla prova la «tolleranza» dei motori al carico, la loro capacità di sopportare a lungo il carico. La detta sostituzione costituisce dunque una *pessima operazione*.

§ 17. - Marcia in salita.

Nella marcia in salita (fig. 19) la velocità deve salire a 7,00 m/sec nelle condizioni (1; 4) ed a 8,00 m/sec nelle condizioni (2; 5). Queste due differenti velocità sono tuttavia raggiunte presso a poco nello stesso tempo (meno di 20 secondi).

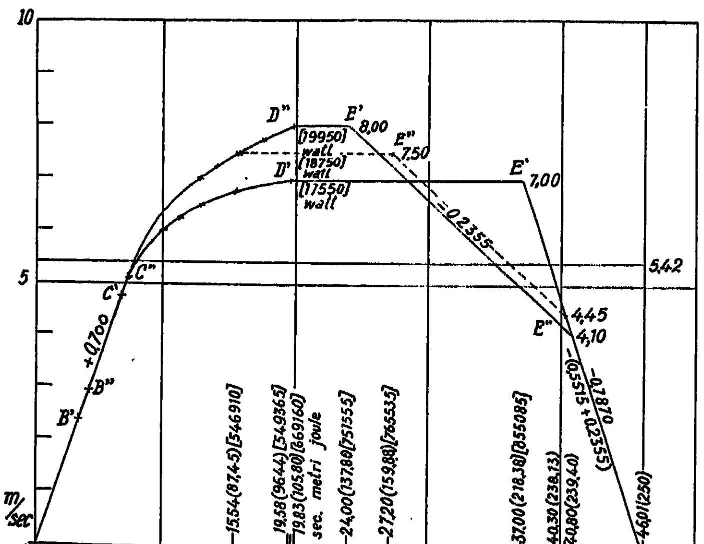


Fig. 19. — Diagrammi di marcia in salita del 16 per 1000.

Ma nelle condizioni (2; 5) la marcia al lancio è ancora permessa non ostante la salita, ed alla fine di questa marcia al lancio la velocità è ridotta a 4,10 m/sec.

I calcoli dimostrano che nelle condizioni (1; 4) il consumo di energia sale a 855.085 joule, e nelle condizioni (2; 5) a 751.555 joule.

Nel primo caso i motori sono percorsi da una corrente costante di 58,5 ampere durante più di 27,4 secondi; nel secondo caso da una corrente costante di 66,5 ampere durante 4,4 secondi soltanto.

La differenza fra i due consumi vale dunque:

$$855.085 - 751.555 = 103.530 \text{ joule.}$$

Tra $V = 7{,}00$ m/sec e $V = 4{,}10$ m/sec per l'energia cinetica disponibile vale:

$$\frac{9344}{2 \times 9{,}81} (\overline{7{,}00}^2 - \overline{4{,}10}^2) = 15.330 \text{ kgm};$$

l'energia assorbita dalla trazione vale:

$$8900 \times 0{,}008 \times (239{,}40 - 218{,}38) = 1497 \text{ kgm};$$

restano dunque disponibili:

$$15.330 - 1497 = 13.833 \text{ kgm} = 135.702 \text{ joule.}$$

Bisognerebbe dunque che il ricupero eventuale fosse attuato con un rendimento complessivo pari a:

$$103.530 : 135.702 = 0{,}763$$

per compensare senza benefizio l'eccesso di consumo precedentemente avvenuto.

Anche in salita, la marcia senza corrente, quando essa è possibile, costituisce il miglior modo di ricuperare l'energia spesa.

Qui ancora, nelle condizioni (1; 4) il calore per effetto Joule sviluppato nel motore vale soltanto 24.568 joule, contro 30.861 joule sviluppati nelle condizioni (2; 5); ma in questo caso ancora la marcia senza corrente favorisce lo sperdimento di una parte di questa quantità di calore.

Nel caso di un sistema a ricupero di energia, i motori, nelle condizioni (2; 5) restano senza corrente durante 16,8 secondi sui 46 secondi che dura la marcia, mentre che sono *continuamente* percorsi da corrente *nelle condizioni* (1; 4). Qui ancora, dunque, le perdite complessive, diverse da quelle per effetto Joule, sono più importanti nelle condizioni (1; 4) che nelle condizioni (2; 5). L'anticipo del ricupero e l'attuazione di questa operazione ad alte velocità producono altre quantità di calore per effetto Joule che ci dispensiamo di calcolare qui.

Ci si può domandare se è ben necessario di salire, nel caso (2; 5), alla velocità di 8,00 m/sec.

I calcoli dimostrano che se ci si limita a salire alla velocità di 7,50 m/sec, il consumo di energia aumenta raggiungendo 765,535 joule. (Per contro il calore sviluppato per effetto Joule nel motore si riduce a 29.588 joule).

Potrebbe dunque darsi che fosse ancora possibile di ridurre di una piccola cosa il consumo di energia salendo oltre gli 8,00 m/sec, anzichè limitandosi a una velocità minore.

§ 18. - Marcia in discesa.

Nella marcia in discesa (fig. 20) la velocità deve salire a 9,00 m/sec nelle condizioni (1 : 4) ed a 8,00 m/sec soltanto nelle condizioni (2; 5). L'avviamento è seguito da una marcia senza corrente nei due casi. Ma questa marcia al lancio dura 7,08 secondi nelle condizioni (1; 4) e 15,12 secondi nelle condizioni (2; 5). Al principio della frenatura la velocità ha raggiunto 9,60 m/sec nelle condizioni (1; 4) e 9,20 m/sec nelle condizioni (2; 5). Non si raggiunge neppur ora la velocità di 10 m/sec (36 km/h).

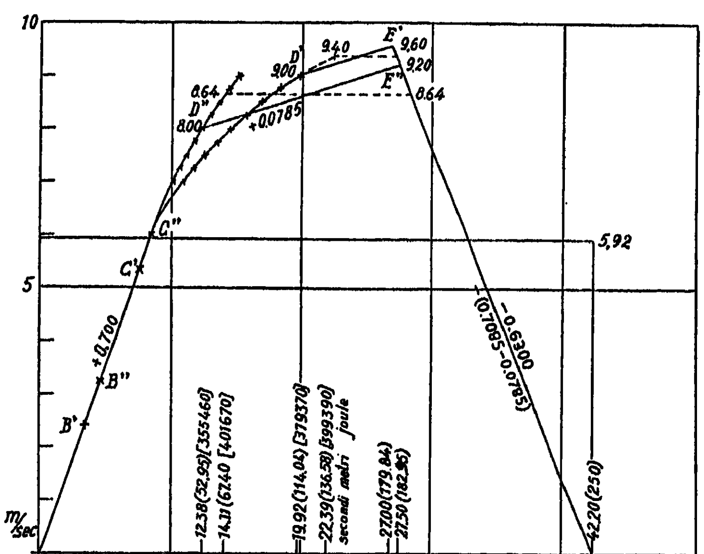


Fig. 20. — Diagrammi di marcia in discesa del 16 per 1000.

I calcoli dimostrano che, nelle condizioni (1; 4), il consumo d'energia ascende a 379.370 joule, e nelle condizioni (2;5) a 355.460 joule.

La differenza di consumo vale dunque soltanto:

$$379.370 - 355.460 = 23.910 \text{ joule.}$$

Tra $V = 9{,}60$ m/sec e $V = 9{,}20$ m/sec l'energia cinetica disponibile vale:

$$\frac{9344}{2 \times 9{,}81} (\overline{9{,}60}^2 - \overline{9{,}20}^2) = 3581 \text{ kgm};$$

l'energia assorbita dalla trazione vale:

$$8900 \times 0{,}008 \times (182{,}95 - 179{,}84) = 222 \text{ kgm};$$

restano dunque disponibili:

$$3581 - 222 = 3359 \text{ kgm} = 32.952 \text{ joule}.$$

Bisognerebbe dunque che il ricupero eventuale fosse attuato con un rendimento complessivo pari a:

$$23.910 : 32.952 = 0{,}725$$

per compensare senza beneficio l'eccesso di consumo precedentemente incontrato.

In questo caso ancora, nelle condizioni (1;4) il calore per effetto Joule sviluppato nel motore vale soltanto 10.409 joule contro 13.202 sviluppati nelle condizioni (2;5); ma qui ancora la marcia al lancio favorisce la dispersione di una parte di questa quantità di calore.

Nel caso di un sistema a ricupero di energia, i motori, nelle condizioni (2;5) restano senza corrente durante 15,1 secondi sui 42,2 secondi che dura la marcia, mentre che restano senza corrente durante 7,1 secondi nel caso (1;4); circostanza questa che fa crescere le altre perdite, diverse da quelle per effetto Joule, nelle condizioni (1;4).

Ci si potrebbe chiedere se non convenga salire, colla velocità, oltre 9,00 m/sec nelle condizioni (1;4) ed oltre 8,00 m/sec nelle condizioni (2;5), per fare del ricupero di energia marciando in discesa ad una certa velocità costante, prima di far del ricupero nella frenatura.

Se, nelle condizioni (1;4), si passa alla velocità di 9,40 m/sec, si consuma un supplemento di 20.020 joule all'avviamento; ma si può, frenando in modo da mantenere poi questa velocità, utilizzare, sopra un percorso di 45,72 m uno sforzo di:

$$(0{,}016 - 0{,}008)\, 8900 = 71{,}2 \text{ kg},$$

ciò che rende disponibili:

$$45{,}72 \times 71{,}2 = 3255 \text{ kgm} = 31.932 \text{ joule}.$$

Vi è dunque convenienza a procedere in questa guisa se il rendimento complessivo del ricupero oltrepassa:

$$20.020 : 31.932 = 0{,}625.$$

Se poi nelle condizioni (2;5) si passa alla velocità di 8,64 m/sec, si consuma un supplemento di 46.210 joule all'avviamento; ma si può frenando in modo da mantener costante la velocità, utilizzare sopra un percorso di 123,45 m lo stesso sforzo di 71,2 kg, ciò che rende disponibili:

$$123.45 \times 71{,}2 = 8760 \text{ kgm} = 86.230 \text{ joule}.$$

Vi ha dunque convenienza a procedere in questo modo se il rendimento complessivo del ricupero oltrepassa:

$$46.210 : 86.230 = 0{,}535.$$

Si vede che la convenienza di procedere al ricupero alla discesa aumenta passando dal caso (1;4) al caso (2;5).

§ 19. - Consumi unitari.

Senza occuparci della possibilità di ricuperare l'energia per via elettrica, riassumeremo i risultati ottenuti circa il consumo di energia.

Marcia	Percorso metri	Condizioni (1;4) joule	Condizioni (2;5) joule	Differenze (1;4)—(2;5) joule
In piano; andata	250	611.180	527.685	83.495
In piano; ritorno	250	611.180	527.685	83.495
In salita; andata	250	855.085	751.555	103.530
In discesa; ritorno...	250	379.370	355.460	23.910
Insieme ...	1000	2.456.815	2.162.385	294.430

La differenza di 294.430 joule rappresenta il 13,6 per cento del consumo totale nelle condizioni (2;5).

La parte di treno corrispondente ad un solo motore essendo di 8900 chilogrammi, si giunge ai consumi unitari seguenti:

Nel caso (1;4) dei motori eccitati dapprima in derivazione ed in seguito in compound:

$$\frac{2.456.816}{3600 \times 8{,}9} = 76{,}7 \textit{ watt-ore per tonnellata-chilometro.}$$

Nel caso (2;5) dei motori eccitati dapprima in serie ed in seguito col campo indebolito:

$$\frac{2.162.385}{3600 \times 8{,}9} = 67{,}5 \textit{ watt-ore per tonnellata-chilometro.}$$

Senza attribuire un valore assoluto a questi risultati numerici (sebbene raggiunti col più gran scrupolo di imparzialità), si può ragionevolmente concludere che le condizioni (1;4) sono meno favorevoli che le condizioni (2;5).

§ 20. - Caso di più lunghi percorsi.

Vediamo ora come si modificherebbero i risultati precedenti se si passasse da un percorso di 250 m ad un percorso più lungo.

a) Consideriamo dapprima la marcia in piano alla quale si riferisce la figura 18.

Poichè la marcia in piano alla velocità costante di 8,50 m/sec richiede una corrente di 29,5 ampere (vedi figure 4, 8 e 12), vi ha piena convenienza, nelle condizioni (1;4) di non sperperare l'energia in un lento aumento della velocità. Ogni secondo di marcia alla velocità di 8,50 m/sec allunga il percorso di 8,50 ed accresce il consumo di 8550 joule.

Ma nelle condizioni (2;5), mediante una spesa di 43.250 joule si può aumentare la velocità di 0,25 m/sec in 1,963 secondi. Colla marcia ulteriore al lancio durante 3,18 secondi si ritorna alla velocità di 8,50 m/sec.

Questo procedimento equivale dunque alla marcia a velocità costante durante 5,14 secondi, più un avanzamento di:—

$$\frac{1}{2} \times 0{,}25 \times 5{,}14 = 6{,}42 \text{ metri}$$

nel percorso; ma esso non ha condotto che ad un consumo di 43.250 joule, invece del consumo di 8850 × 5,14 = 45.489 joule corrispondente alle condizioni (1;4).

Per conseguenza, *in piano, il vantaggio* offerto dalle condizioni (2;5) rispetto alle condizioni (1;4) *aumenta* (in valore assoluto se non in valore relativo) colla lunghezza del percorso da fare.

b) Consideriamo ora la marcia in salita alla quale si riferisce la figura 19.

Qui il paragone è assai facile: nelle condizioni (1;4), se si prolunga la marcia di un secondo, alla velocità di 7,00 m/sec, si allunga il percorso di 7 m mediante una spesa di 17.550 joule, ossia di 2507 joule per metro; nelle condizioni (2;5) prolungando di un secondo la marcia alla velocità di 8,00 m/sec, si allunga il percorso di 8 m con una spesa di 19.950 joule o di 2494 joule per metro.

La differenza non è grande, ma si può tuttavia affermare che, *in salita,* il vantaggio offerto dalle condizioni (2;5) rispetto alle condizioni (1;4) *non diminuisce* (in valore assoluto) quand'anche la lunghezza del percorso da fare aumenti.

c) Consideriamo finalmente la marcia in discesa alla quale si riferisce la figura 20.

Qui il vantaggio trovato di 23.910 joule può subire una diminuzione.

Infatti per allungare di quantità eguali il percorso, allungando di quantità eguali la sua durata, bisognerebbe, coi motori nelle condizioni (2;5), salire nell'avviamento ad una velocità più alta di 8,00 m/sec e precisamente alla velocità di 8,55 m/sec. Così questi motori raggiungono la velocità di 9,00 m/sec ottenuta coi motori nelle condizioni (1;4) alla fine di un medesimo tempo, con un abbuono, tuttavia, di 2,58 metri di distanza percorsa in più. Per raggiungere questa velocità di 8,55 m/sec si devono consumare 39,550 joule in più. Se si deduce l'economia trovata precedentemente (§ 18) di 23.910 joule, si constata uno svantaggio di 15.640 joule che riduce un pochettino il vantaggio complessivo relativo a tutte le condizioni di marcia (in piano, in salita, in discesa).

D'altronde un regime simile non potrebbe durare a lungo, perchè non si può ammettere che la velocità cresca indefinitamente, il limite di 10 m/sec (36 km/h) trovandosi assai prossimo.

Ma se si tratta di un sistema di trazione a ricupero d'energia, si può paragonare, a titolo di seguito alle condizioni di marcia (1;4) la marcia alla velocità costante di 8,64 m/sec ed a titolo di seguito alle condizioni di marcia (2;5) la marcia alla velocità costante di 9,40 m/sec. In tal caso, un medesimo percorso complementare renderà disponibile la quantità fissa di 71,2 kgm o di 698,47 joule per metro, ma i motori che avranno precedentemente funzionato nelle condizioni (1;4) avranno su quelli che avranno precedentemente funzionato nelle condizioni (2;5), oltre un minuscolo vantaggio per quanto concerne il consumo di energia, un certo vantaggio circa la velocità media del percorso.

§ 21. - **Conclusioni e osservazioni di attualità.**

Le nostre ricerche particolareggiate hanno riguardato due motori da 300 volt, connessi in serie ed inseriti in una rete a 600 volt, perchè è questione, in questo momento, d'introdurre consimili motori nella pratica corrente, in pari tempo della frenatura a ricupero di energia, nelle tranvie.

Ma le nostre discussioni si applicano formalmente ad ogni specie di motori di trazione.

Il documento fondamentale sul quale sono basate tutte le nostre deduzioni consiste in un piano quotato del rendimento η del motore in funzione delle variabili V ed i.

Un simile piano quotato può variare da un motore all'altro, ma soltanto nei particolari e non nell'andamento generale delle linee di livello.

Non bisogna credere che il valore assoluto del rendimento diminuisca passando da un motore per 300 volt ad un motore per una tensione maggiore. Noi possediamo le curve di livello del rendimento di un motore di 75 cavalli per 1200 volt, per binario a scartamento ridotto. La curva corrispondente al rendimento 0,85 racchiude una parte del piano (V, i) molto più ampia di quella racchiusa dalla curva di medesima quota nelle nostre figure 2, o 7, o 11. Il rendimento massimo oltrepassa persino 0,88.

Possiamo dunque enunciare ora fondatamente alcune conclusioni. Ci si scuserà se, per procedere in un modo più sistematico, enunceremo fra altri, alcuni principi ben noti già da molto tempo.

1. — Per l'avviamento col concorso di resistenze, *a parità di accelerazione,* il modo di eccitazione che conduce al minimo consumo di energia, è l'eccitazione in *derivazione;* quella in serie conduce al massimo consumo e quella composita ad un consumo intermedio, dipendente dal rapporto fra gli ampere-giri forniti dalle due eccitazioni.

A parità di modo di eccitazione, vi ha convenienza ad adottare *l'accelerazione più forte* ammissibile, almeno in piano ed in salita, come è stato riconosciuto al § 12.

2. — Per l'avviamento fra la linea di velocità più bassa e la linea di velocità più alta che si possano ottenere regolando la eccitazione soltanto (sia essa in derivazione, o composta, o in serie), se la regolazione è abbastanza «fine» per permettere di seguire abbastanza da vicino un tracciato arbitrario nel piano (V, i), *questa regolazione deve essere condotta in modo che la corrente cresca mentre la velocità cresce, e se è possibile nella stessa proporzione.*

Non ci si scosta allora di molto da una curva di livello ω = costante; si ottiene una accelerazione pressochè costante ed eguale a quella ottenuta nel periodo di avviamento col concorso di resistenze, e si consuma, relativamente poca energia.

3. — Vi ha convenienza a spingere questa parte della regolazione mediante l'eccitazione (cioè con riduzione imposta del flusso magnetico) tanto oltre quanto è possibile, il limite venendo stabilito dal buon funzionamento del collettore. Se occorre, si potrà rinunciare, ad un certo momento, ad aumentare la corrente in proporzione della velocità raggiunta per non riscaldar troppo il motore. Ma converrà sempre di *salire a velocità alte per quanto è possibile, prima di proseguire l'avviamento sulla linea di velocità corrispondente alla eccitazione minima.* Sarà facile tornare in seguito ad una linea di velocità corrispondente ad una eccitazione un po' più forte per la marcia a velocità costante, se questa è necessaria (specialmente nel caso di una salita).

4. — Per la fine dell'avviamento, *sulla linea di velocità più alta ottenibile,* conviene di adottare l'eccitazione *in serie* in piano, e tanto più in salita; una eccitazione composita è preferibile soltanto nel caso di una discesa accentuata e di un percorso non molto corto.

5. — Due motori da 300 volt, eccitati in compound, connessi continuamente in serie, consumano sopra un tragitto di 250 m percorso in 43 secondi in piano (in un tempo un po' maggiore in salita, un po' minore in discesa), 2,3 watt-ore circa per tonnellata *di più* che due motori da 300 volt, eccitati in serie, connessi continuamente in serie. Su tragitti più lunghi, la differenza *per tonnellata* aumenterebbe.

Che cosa si può prevedere circa il paragone fra la prima di queste due disposizioni e quella costituita da due motori eccitati in serie, costruiti per 600 volt, connessi dapprima in serie e poscia in parallelo sotto questa tensione?

Per rispondere a questa domanda senza lunghi sviluppi, abbiamo tracciato sulla figura 2 relativa al rendimento η e sulla figura 11 relativa a $\eta - \rho$ per il motore eccitato in serie e regolato mediante resistenze, la linea di velocità (0) (0), percorsa da questo motore alimentato alla metà della sua tensione normale, cioè a 150 volt.

Supponiamo che il motore costruito per 600 volt e alimentato successivamente a 300 ed a 600 volt *non* abbia un rendimento η migliore di quello che la figura 2 attribuisca al motore costruito per 300 volt ed alimentato successivamente a 150 ed a 300 volt.

Si vede nella figura 2 che il rendimento del motore eccitato in serie, che percorra la linea di velocità (0) è *a parità di corrente i,* inferiore di circa 0,01 a quello dello stesso motore in atto di percorrere la linea di velocità (2), finchè la corrente i vari tra 216 ampere e 45 ampere circa. Il rendimento lungo la linea (0) può perfino oltrepassare quello lungo la linea (2) per una corrente i sufficientemente ridotta.

Se si guarda ora la figura 11, si scorge che, nell'avviamento col concorso di resistenza, con due motori costruiti per una certa tensione, connessi in serie ed alimentati a questa stessa tensione (in atto dunque di assorbire ciascuno la metà della tensione per la quale è costruito), il rendimento varierà fra i limiti zero e quel rendimento diminuito $\eta - 0{,}01$, che può raggiungere perfino il valore 0,85 — mentre che se i due motori fossero alimentati con una tensione doppia (ogni motore, assorbendo allora la tensione per la quale è costruito) il rendimento varierebbe fra i limiti zero ed un rendimento fluttuante fra 0,35 e 0,41, mentre si passa dall'immobilità alla medesima linea di velocità (0).

Vi ha dunque *modo di economizzare dell'energia* sostituendo, durante il primo periodo dell'avviamento, mediante resistenze, ad una parte di queste resistenze, la forza elettromotrice sviluppatasi nell'uno o nell'altro motore.

Per conseguenza il paragone richiesto indicherebbe, in favore dei motori costruiti per 600 volt ed impiegati secondo il sistema di connessioni detto «serie-parallelo» una *riduzione del consumo di energia ancora più importante* di quello indicato nel paragone precedente.

Bisogna notare qui che tutti i nostri paragoni hanno sempre riguardato le *condizioni di regolazione migliori possibili* e non già le condizioni praticamente attuate in tale o tale circostanza.

6. — È possibile di dotare *in pari tempo* il motore di una eccitazione in derivazione che produca il flusso φ massimo (ossia $\psi = \dfrac{n\,\varphi}{m\,D} = 126$) durante l'avviamento mediante resistenze, e di una eccitazione in serie che produca il flusso φ minimo, e decrescente insieme colla corrente d'armatura, durante la marcia lungo la linea di velocità più alta attuabile?

Ciò non può essere ottenuto che alle spese: — o delle dimensioni e del peso del motore; — o del suo rendimento η, causa l'aumento di perdite dovute all'una od all'altra delle due eccitazioni.

Se si tratta di un sistema di trazione a ricupero di energia, bisogna tener conto che l'eccitazione composita si impone durante la frenatura elettrica, e che in tale occasione il «compound» deve fornire una eccitazione dell'ordine del 20 o del 25 per cento di quella che produce la completa eccitazione in serie del motore che, per l'avviamento, non dispone che di quella.

Bisognerebbe dunque disporre di una eccitazione in derivazione, *a filo sottile,* che valga per così dire 100, e di una eccitazione in serie, a filo grosso, che valga 20 o 25, ciò che produrrebbe un aumento di volume delle spole di eccitazione di circa 25 o 30 per cento.

7. — È possibile di ottenere *praticamente* la regolazione della velocità tra la linea più bassa, (1) o (2), e la linea più alta, (4) o (5), con corrente crescente mentre cresce la velocità, come è stato sopra preconizzato?

Ciò è evidentemente difficile se si abbandona l'avviamento al criterio del conduttore. Evidentemente non si può pensare a obbligarlo a guardare un amperometro mentre sta conducendo il suo convoglio.

Ma la cosa è perfettamente possibile ed è perfino di facile attuazione se si adotta un *comando automatico* che fissi la posizione del controller in funzione della velocità raggiunta, comando che il conduttore non ha più che da liberare o da vincolare secondo il caso.

Esiste *almeno un* consimile comando automatico, comando che riduce al minimo l'insieme dei cavi elettrici dell'equipaggiamento motore, che non richiede che un «controller» unico, ciò che riduce l'ingombro, il peso ed il prezzo dell'insieme.

Le Ditte Alsthom in Francia, Metrovic in Inghilterra, Siemens e A. E. G. in Germania, hanno avuto l'occasione di studiare un simile tipo di controllo automatico.

8. — Vari sistemi di trazione a ricupero di energia evitano la marcia al lancio e finiscono col mantenere i motori continuamente sotto corrente, colle conseguenze che è facile immaginare. Il ripudiamento della marcia senza corrente proviene da alcune difficoltà che si presentano talvolta al principio della frenatura. Ma queste difficoltà possono essere sormontate in diverse maniere, e, fra le altre, mediante un comando automatico appropriato come quello menzionato qui sopra.

La soppressione della marcia al lancio conduce all'impiego di diagrammi di marcia triangolari al posto dei diagrammi di marcia soliti, che sono quadrangolari. Questo impiego di diagrammi triangolari porta necessariamente ad un aumento della velocità massima oltre il

limite strettamente indispensabile, con un consumo supplementare di energia; aumento di velocità preceduto da una riduzione della accelerazione al di sotto del limite accettabile.

L'impiego di consimili diagrammi triangolari, se permette ai propugnatori loro di vantare, per la quantità di energia ricuperata durante la frenatura, una frazione più cospicua della quantità di energia consumata durante l'avviamento, è lungi dall'essere una operazione raccomandabile, perchè la marcia al lancio è e resta il più favorevole dei ricuperi.

Aggiungiamo che l'impiego di diagrammi triangolari di marcia non permette di utilizzare che in una misura eccessivamente ridotta le velocità massime consentite dalle pubbliche amministrazioni.

9. — È possibile di operare, all'avviamento, ancor meglio di quanto è detto ai §§ 1, 2, 3, 4?

L'avviamento ideale sarebbe quello che permettesse d'impiegare il flusso massimo alla produzione di una coppia motrice potente e costante e di una accelerazione elevata e costante, dal principio alla fine dell'avviamento.

Bisognerebbe evitare dapprima l'impiego di resistenze (che riducono a valori minimi il rendimento corrispondente alle basse velocità) e limitare in seguito il giuoco naturale delle eccitazioni, giuoco che fa diminuire il flusso ed aumentare la corrente corrispondente ad una data coppia motrice.

Questo scopo non può essere raggiunto che mediante l'impiego di un gruppo ausiliario capace di fornire una o più forze elettromotrici e che permetta di attuare una «*regolazione della velocità mediante la tensione*» fra limiti di velocità molto distanti fra loro.

Esistono diversi sistemi di trazione con gruppi ausiliari — Star, Seefehlner, A. D. R. — che permettono di applicare ai motori perfino *una tensione più alta di quella della rete.* In tale caso l'avviamento con accelerazione costante può essere spinto molto oltre.

Poichè l'ultimo dei tre mentovati sistemi è il più conveniente dei tre, e poichè esso è applicabile a motori di trazione *comunque eccitati,* diremo due parole sulle possibilità offerte da questo sistema.

Il suddivisore di tensione A. D. R. comprende quattro armature A, B, C, D, che fornisce quattro tensioni, le quali, per una rete a 600 volt, possono variare

$$\text{da} \quad 0 + 300 + 300 + 0 = 600 \text{ volt}$$
$$\text{a} \quad 300 + 0 + 0 + 300 = 600 \text{ volt}$$

e viceversa. I motori sono ripartiti in due gruppi, dei quali uno è alimentato dapprima dall'armatura A e poscia dalle tre armature $A + B + C$, mentre l'altro è alimentato dapprima dall'armatura D e poscia dalle tre armature $B + C + D$.

Se si spinge la variazione delle quattro eccitazioni più oltre, si possono ottenere quattro tensioni come:

$$-100 + 400 + 400 - 100 = 600 \text{ volt}$$

ed un gruppo di motori può essere alimentato dalle tre prime

$$-100 + 400 + 400 \ldots\ldots = 700 \text{ volt}$$

mentre l'altro gruppo può essere alimentato dalle tre ultime

$$\ldots\ldots + 400 + 400 - 100 = 700 \text{ volt}$$

tanto verso la fine dell'avviamento quanto al principio della frenatura; ciò che permette di impiegare, nelle due circostanze, il flusso massimo anche a velocità dell'ordine di quelle che, senza tale artifizio, corrisponderebbero all'impiego di un flusso ridotto.

Questa possibilità aumenta i vantaggi che portano con loro l'avviamento secondo il processo più razionale e la frenatura a ricupero di energia.

Ma anche *senza questi vantaggi supplementari,* il sistema A.D.R. è tale che, se viene impiegato *senza ricupero d'energia,* presenta ancora una piccola economia rispetto al sistema di trazione ordinario o reostatico, perchè le perdite nel gruppo ausiliario durante l'avviamento, la marcia al lancio, la frenatura e la fermata, non raggiungono quelle che la regolazione detta «serie-parallelo» incontra coll'impiego delle resistenze, e ciò anche per percorsi assai lunghi.

10. — Il sistema di trazione con due motori eccitati in compound, a tensione metà, continuamente in serie fra loro, consuma come abbiamo visto al comma 5, *nelle medesime condizioni di marcia,* 10 o 15 per cento di più del sistema con due motori eccitati in serie, a tensione intera, avviati col metodo «serie-parallelo». Ciò fa sì che una parte della energia eventualmente ricuperata in seguito non viene che a compensare l'eccesso di consumo.

E' evidente che un procedimento che conduce a consumare 110 invece di 100, prima di ogni ricupero, mette inutilmente al cimento la facoltà dei motori di sopportare più o meno a lungo una certa corrente media.

11. — L'applicazione di un sistema di trazione a ricupero di energia innalza il valore medio della tensione sulla rete con un certo vantaggio per tutti i treni che alimenta.

Inoltre le perdite sulla rete di distribuzione sono diminuite per il fatto che l'energia consumata in certi momenti da alcune delle motrici, proviene dalle motrici più prossime in atto di frenare, invece di provvenire da lontane sotto-stazioni.

Evidentemente questa riduzione delle perdite è minore se le motrici in atto di avviarsi richiedono una quantità di energia maggiore di quella strettamente necessaria.

12. — Non ostante il suo eccessivo consumo all'avviamento, il sistema di trazione con due motori a tensione metà, eccitati in compound e continuamente connessi in serie, ha dimostrato che l'applicazione del ricupero di energia alle tranvie è una operazione conveniente. Essa è finanziariamente tale perchè alla economia di energia si unisce l'impiego di equipaggiamenti molto semplici, senza gruppi ausiliari, ingombranti, pesanti e costosi.

Noi non possiamo affermare, in questo momento, che un sistema di trazione a ricupero, con suddivisore di tensione, non ostante la superiorità delle sue qualità tecniche, sia finanziariamente altrettanto vantaggioso; ma, forse, se si tien conto:

a) della possibilità di impiego di motori meno cimentati e per conseguenza meno pesanti, *se sono costruiti secondo le medesime norme;*

b) della esiguità del peso del suddivisore di tensione, di potenza estremamente ridotta e girante a grande velocità;

c) della possibilità di applicazione di un sistema di comando automatico atto a compiere in tutti i casi l'avviamento nelle migliori condizioni immaginabili, con una apparecchiatura ridottissima, comando che lascia il conduttore libero di ricorrere alla marcia senza corrente — che costituisce il miglior modo di ricupero tutte le volte che è possibile;

non è assurdo il pensare che un sistema di trazione con suddivisore di tensione possa pure trovare il suo posto su qualche rete tranviaria.

Checchè ne sia, resta di già dimostrato che il ricupero di energia durante la frenatura è una operazione raccomandabile.

E la miglior maniera di sfruttare questa operazione è, non già quella che consiste nel fare delle economie sulla spesa relativa alla energia elettrica, ma quella che consiste nell'accrescere, in tutta la misura possibile, la velocità commerciale dei treni, *utilizzando meglio,* non soltanto l'energia elettrica (ossia gli impianti di produzione, di trasmissione, di trasformazione e di distribuzione, di questa energia), ma ancora i binari, il materiale mobile ed il personale di servizio sui treni.

*

Ci riserviamo di estendere alla parte del piano (V, i) che corrisponde a valori negativi della corrente i, le ricerche fatte sopra circa le grandezze:

$$\eta,\ \omega,\ \frac{d\omega}{dV},\ \frac{dt}{dV},\ \frac{ds}{dV},\ \frac{dq}{dV}$$

per studiare, con eguale procedimento, il funzionamento del motore di trazione durante il ricupero dell'energia.

Bruxelles, 15 dicembre 1930.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sulle equazioni dei triodi.

On.le Redazione de *L'Elettrotecnica,*

Nel n. 3 *di codesto periodico, il Sig. Com.te Ruelle, nel mettere in evidenza un punto riguardante la equazione dei triodi, provvede a rettificare una inesattezza contenuta nel suo libro «Principii di Radiotecnica». Non mi appare però chiaro, come, per conseguire tale intento, gli siano necessari tanto numerosi riferimenti ad una mia Nota recentemente apparsa sul «Nuovo Cimento»* (N. 5 *del maggio* 1930, *pag.* 167), *il cui contenuto nulla ha a che vedere con quell'articolo.*

Anzi, poichè non è probabile che i lettori de «L'Elettrotecnica» abbiano sott'occhio il mio scritto, non credo fuori di luogo precisare qui che con esso io mi sono proposto, innanzi tutto, di far vedere come l'ordinario modello, secondo cui una variazione du *nel potenziale di griglia suole essere considerata equivalente alla inserzione, nel circuito di placca, di una f.e.m.* k du *(dove* k *è il cosidetto coefficiente di amplificazione interna del triodo), può facilmente condurre ad errate valutazioni energetiche, come sempre avviene quando si leghi il fenomeno «variazione di corrente» ad una causa del tipo «variazione di f.e.m.». Ciò premesso, ho voluto mostrare la utilità*

di concepire il fenomeno in oggetto secondo un modello diverso dall'ordinario, e precisamente ottenuto ritenendo la variazione di corrente dovuta ad una variazione di conduttanza, anzichè di f.c.m. Per questa via si elimina completamente ogni pericolo di grossolani errori e si consegue inoltre, a mio avviso, una migliore aderenza del modello al fenomeno effettivo.

Tale mia nota fu da me dichiarata «di interesse didattico», appunto perchè in sostanza essa mira soltanto a chiarire ai discenti (non già ai docenti) certe idee che, in generale, non sono conosciute con la desiderabile precisione.

Soggiungo infine che, per amor di semplicità espositiva, mi sono avvalso dell'ipotesi che sia nulla la costante C *della nota espressione*

$$i = Av + Bu + C \qquad (1)$$

della corrente di placca in funzione dei potenziali v *di placca ed* u *di griglia, pur rilevandone e dichiarandone la non perfetta esattezza.* (1) *E ciò ho potuto impunemente fare perchè* la *sostanza delle mie conclusioni è affatto indipendente dal particolare valore che può assumere la costante* C.

Tale indipendenza si rileva subito, osservando che le mie considerazioni si fondano soltanto sulla assenza formale *della costante* C *dalla* (1), *ma non sono per nulla vincolate alla scelta di una piuttosto che di altra origine per la valutazione dei potenziali di griglia. Variando tale origine si può mutare a piacere il valore di* C; *in particolare, misurando le* u *a partire dal potenziale* — C/B *anzichè da quello del filamento, si consegue in ogni caso l'annullamento di quella costante. Questo semplice ma fondamentale rilievo dimostra che la costante* C *è inessenziale, e che di conseguenza non esiste nel mio scritto traccia di «uno di quegli equivoci nei quali è, purtroppo, assai facile incorrere, ecc.».*

Aggiungo poi che, non solo quelle della mia nota, ma anche altre conclusioni non dipendono affatto da C; *in particolare la relazione, da me correttamente asserita,* $\rho = \frac{1}{A}$ *(ρ essendo la resistenza interna). Nel suo articolo, l'A. afferma che l'ammettere* C = o *adduce a ritenere ρ equivalente a* $\frac{i}{v}$ *(e cita ancora la mia nota, mettendo in rilievo talune locuzioni, quasi che in essa io abbia commesso un tal grossolano errore). Ma questo non è, perchè dalla* (1), *anche nell'ipotesi* C = o, *non può trarsi per* $\frac{1}{A}$ *altra espressione che* $\frac{\partial v}{\partial i}$ *cioè* $\left(\frac{dv}{di}\right)_{u=cost}$ *come appunto deve essere. Caduta così la premessa, cadono necessariamente le relative illazioni. Ma non mai potrà dedursi la equivalenza di ρ col rapporto* $\frac{v}{i}$! (2)

E mi si consenta ancora di rilevare che l'A., nel riferire un passo della mia nota, non lo ha riportato in modo preciso. Quel passo si compone di due proposizioni, scritte l'una di seguito all'altra, anzi congiunte mediante l'avversativo «ma» e non già — come asserisce l'A. — separate da una dimostrazione. Se così fosse, fra di esse intercederebbe, sintatticamente e logicamente, il rapporto di ipotesi a tesi, mentre ciò non è mai stato nelle mie intenzioni, come inequivocabilmente si deduce dal fatto che le due proposizioni sono fra loro coordinate *in un unico periodo, nella cui prima parte si fa un'asserzione (volutamente) inesatta, per affidare poi alla seconda l'incarico di precisare il concetto, mettendo in rilievo la inesattezza stessa.*

Infine l'A., alla fine del suo articolo osserva essere delicato l'uso di artifici diretti a sostituire al triodo, agli effetti di un determinato comportamento, un circuito equivalente fittizio, ma non precisa a quale artificio voglia alludere. Di massima, quell'opinione la condivido perfettamente: è anzi da essa che ha avuto origine la mia Nota: io invero mi sono domandato perchè, tra i vari modi con cui ci si può rappresentare il funzionamento del triodo, generalmente si scelga proprio quello che, nel rendere conto del fatto elettrico, *falsa completamente quello energetico, mentre con l'altra rappresentazione da me proposta la fedeltà del modello è raggiunta sia dal lato elettrico sia da quello energetico, e pertanto risulta completa.*

Con ossequio.

Bologna, 10 febbraio 1931. CESARE RIMINI.

*

Riceviamo:

Nella lettera sopra riportata il Prof. Rimini espone che cosa egli si fosse «proposto di far vedere» in un suo scritto, comparso nel «Nuovo Cimento» (*maggio* 1930, *n.* 5, *pag.* 167), *al quale mi riferii incidentalmente nella mia noticina, inserita nel n.* 3 *de* «L'Elettrotecnica» *dell'anno corrente.*

Ora in quello scritto il Prof. Rimini esordiva così:

«Come è noto, il funzionamento elettrico di un triodo è definito dalla relazione fondamentale, che lega la corrente di placca I alle differenze di potenziale U e V esistenti fra griglia e catodo, fra placca e catodo rispettivamente.

«La relazione fra I, U e V, entro larghi limiti di variazione di tali grandezze, è del tipo lineare omogeneo:

$$I = AV + BU \ (*) ». \qquad (1)$$

E soggiungeva in nota:

«(*) Più esattamente, una relazione di tale tipo è atta a rappresentare il legame tra le variazioni *δI, δV, δU delle rispettive grandezze, a partire da una terna I_0, U_0, V_0, corrispondente ad una condizione di riposo, ma ovviamente la stessa vale anche per i valori effettivi delle grandezze in giuoco, purchè si possa ritenere nulla (trascurabile) la corrente di placca, quando i tre elettrodi sono mantenuti allo stesso potenziale».*

Nel mio scritto ritenni necessario far rilevare, che la relazione fra I, U, e V non è del tipo lineare omogeneo, *che si commetterebbero gravi errori ammettendo tale ipotesi, e che infine non solo non è ovvio, ma non è neppur vero, che la funzione $\delta I = A\,\delta V + B\,\delta U$ (valida per le variazioni di I, V, U, nell'intorno di una terna di valori I_0, V_0, U_0) diventi valida per i valori effettivi I, U, V, sol che si possa (come si può effettivamente) considerare trascurabile la I per $U = V = 0$. Ciò equivarrebbe ad ammettere, che, se la superficie caratteristica $f(I, V, U) = 0$ passa per l'origine ed ha per di più un certo suo tratto che si identifica con un piano, quest'ultimo deve passare per l'origine anch'esso.*

Più innanzi nella sua nota il Prof. Rimini scriveva:

«In generale in un circuito ohmico qualunque, ad un aumento di f. e. m. applicata, si può sempre sostituire una conveniente diminuzione di resistenza, ed è così anzi che, nel modo più ovvio, si perviene ad identificare qualitativamente il concetto di resistenza negativa con quello di sede di f.c.m. cospirante con la corrente. Ma, se pure i due fatti sono perfettamente equivalenti dal punto di vista puramente elettrico, in generale non lo sono dal lato energetico».

E faceva seguire la dimostrazione di questa ultima affermazione.

Anche qui mi parve non inutile rilevare, che la premessa può trarre in inganno, perchè non è esatto, che in generale *e* sempre *si possa sostituire ad un aumento di f. e. m. applicata una conveniente diminuzione di resistenza. E ciò non è esatto, fra l'altro, appunto per le considerazioni di carattere energetico, che l'A. stesso svolge di poi. L'argomento mi parve perciò presentato in modo non completamente atto a chiarire le idee del lettore. Confido, che il nuovo scritto del Prof. Rimini e le presenti mie osservazioni contribuiscano a tale desiderabile chiarimento in materia di equazioni e di caratteristiche dei triodi.*

Con distinto ossequio.

Livorno, 12 marzo 1931. UGO RUELLE.

---

(1) Si tratta precisamente della frase contenuta a pag. 238 del libro sopra citato, dove è detto: «Se i potenziali della placca e della griglia sono riferiti a quello del filamento *C* si può ritenere nullo», inesattezza che l'A. ha rettificato con l'articolo suaccennato.

(2) Ciò non esclude che, per talune coppie di valori v_0 i_0, non possa verificarsi la uguaglianza $\rho i_0 = v_0$. Anzi, essa ha luogo ogni qual volta la griglia si trova al potenziale — *C/B* rispetto al filamento.

:: SUNTI E SOMMARI ::

IMPIANTI.

A. V. KARPOV — La tecnica degli impianti idroelettrici nell'Europa Centrale. (J. A. I. E. E., agosto 1930, pag. 638).

L'A. riferisce sulle osservazioni che ha avuto modo di fare durante un viaggio nel 1929 nei Paesi dell'Europa Centrale; i rilievi fatti sono interessanti per conoscere il punto di vista americano nei riguardi della tecnica idroelettrica europea. Ciò che ha più colpito l'A. sembra essere il rapido diffondersi delle turbine ad elica e di tipo Kaplan di cui si ferma a descrivere le caratteristiche di costruzione e di funzionamento. Secondo l'A. l'aspetto più interessante della attuale tecnica idroelettrica europea sarebbe quello della tendenza alla costruzione di impianti a piccolissime cadute resi appunto possibili dai nuovi tipi di turbine idrauliche; parecchi impianti recenti di questo genere vengono ricordati nella Svizzera, Germania, Svezia, ecc. (L'A. non sembra abbia visitato i grandi impianti alpini ad alta caduta).

Molto rilievo viene anche dato agli impianti con installazione di accumulazione idraulica mediante pompe e allo sviluppo delle interconnessioni fra gli impianti svizzeri, germanici e francesi intorno alla regione del Reno, che costituirebbero il più vasto esempio nel mondo di collegamento. L'A. illustra anche l'attività dei laboratori sperimentali di idraulica, attribuendo principalmente alla collaborazione fra studiosi e tecnici costruttori, i rapidi progressi compiuti in Europa dagli impianti idroelettrici.

Quanto ai metodi di costruzione delle grandi opere idrauliche in cemento armato o in calcestruzzo pare all'A. che si lavori in Europa ancora con metodi piuttosto antiquati, non dando sufficiente importanza alla esatta dosatura dell'acqua negli impasti, lavorando gli impasti stessi in molte piccole betoniere anzichè in poche grandi unità che renderebbero più facile la sorveglianza e i controlli. L'A. parla di «assenza di controllo scientifico» cosicchè il risultato ottenuto sarebbe piuttosto mediocre («the concrete work is poor»); è probabile che l'affrettata visita non abbia permesso all'A. di rendersi ben conto della organizzazione delle prove e dei controlli che vengono regolarmente effettuati anche nei cantieri europei. *R. S. N.*

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

C. Ramsauer — **L'Istituto di ricerche dell'A. E. G.** (A. E. G. Mitteilungen, febbraio 1931, N. 2, pag. 48).

Indotta dalla convinzione che la ricerca metodica scientifico-tecnica allarghi il campo delle possibilità di lavoro, la Ditta costruttrice di materiale elettrico « Allgemeine Elektrizitäts Geselschaft » ha inaugurato fin dal 1° aprile 1928 il suo « Forschungs - Institut »; l'importanza cui oggi, da più modesti inizi, esso è assurto, gli consente di corrispondere a tutte le esigenze che — nel suo campo — si possono presentare.

Il nucleo principale dell'Istituto occupa due grandi piani di edificio in Berlin - Reinickendorf, ed alcuni ambienti nelle vicinanze, quali un auditorium ed un laboratorio antivibratorio; due reparti, il « metallografico-magnetico » e quello « per lo studio degli isolanti », sono invece sistemati rispettivamente presso la Fabbrica di cavi (Oberspree) e la Fabbrica di isolanti (Hennigsdorf). La superficie disponibile nel complesso è di circa 4400 m^2; oltre che ai laboratori propriamente detti essa è destinata anche a locali di servizio generale, come le sale delle macchine, degli accumulatori, dei collegamenti, la biblioteca, ecc.

lari, incominciando dalle ricerche sulle sostanze per le pellicole e le emulsioni, e giungendo fino al progetto ed alla prova dei dispositivi di amplificazione e sincronizzazione. Altri importanti temi di sviluppo furono gli altoparlanti ed i raddrizzatori a catodo incandescente; pei quali ultimi seguirono, in stadii successivi, i lavori concernenti il loro pratico impiego nelle alte tensioni e con comando di griglia (« Thyratron »).

Nel medesimo gruppo di questioni, agli sviluppi di metodi ed apparecchi, fanno riscontro i perfezionamenti dei materiali, di cui offrono esempio recenti indagini feconde nei campi delle leghe ferro-nichel e degli isolanti.

L'opera di « *sviluppo di fabbricazione* » segue lo sviluppo tecnico, quando viene deciso lo sfruttamento economico di un'idea già dimostrata tecnicamente effettuabile. Può discutersi se tale stadio appartenga ancora al dominio di un istituto di ricerca, o se non convenga piuttosto cederlo alle fabbriche. La miglior soluzione dipende dall'esistenza, o meno, del corrispondente reparto costruttore nella Ditta: se questo vi è, può abbandonarsi alla sua esperienza l'ulteriore sviluppo del tema; ma se esso manca, converrà che l'Istituto giunga fino ad assumersi la costruzione iniziale, per trasportarla poi — come un

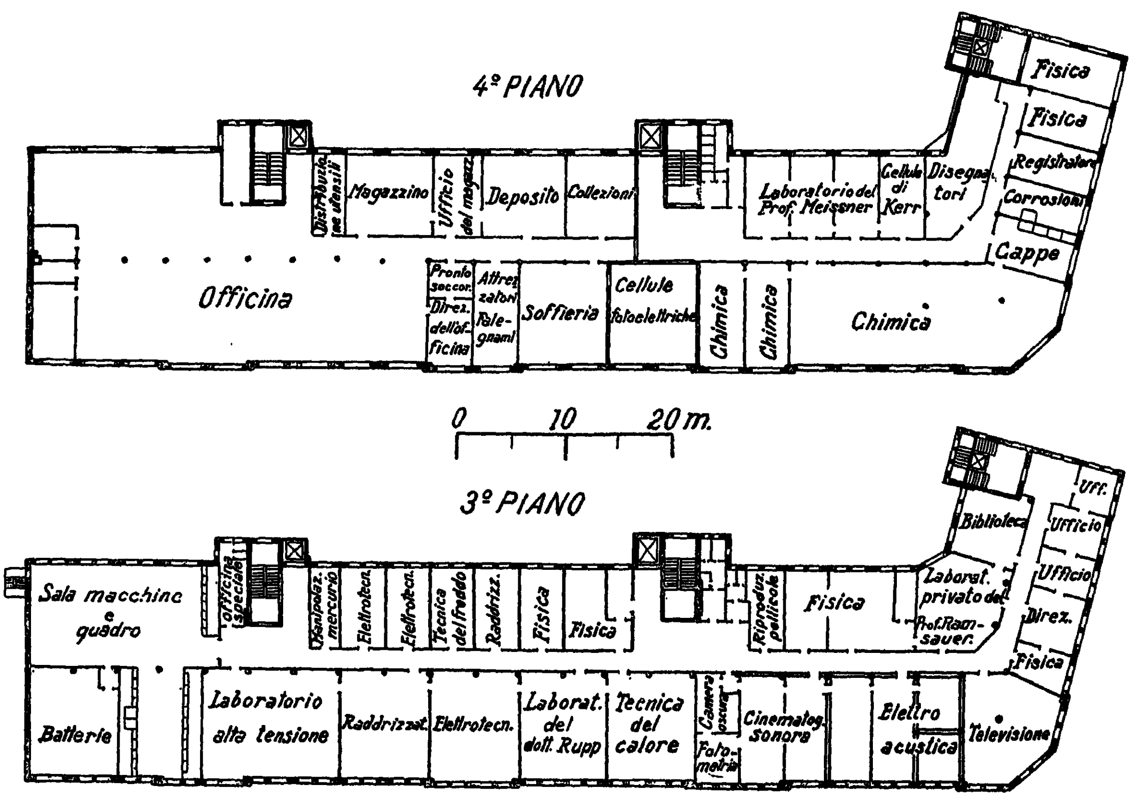


Fig. 1. — Piante dell'Istituto.

L'Istituto, sotto la guida di un Direttore scientifico e di un Direttore commerciale, è posto nelle condizioni di godere di una preziosa autonomia. Risulta di sette laboratori speciali: Fisica, Acustica, Tecnica dei tubi elettronici, Elettrotecnica, Chimica, Metallografia e Magnetismo, Materiali isolanti; ai quali deve aggiungersene un ottavo a disposizione personale del Prof. Meissner. Il numero dei collaboratori scientifici e dei relativi aiuti tecnici ammonta a 40. E sono ancora da annoverare un « Ufficio costruzioni » e le officine.

Le questioni che l'Istituto affronta, in parte su proposta delle Direzioni delle fabbriche, in parte per iniziativa propria, si possono classificare in quattro gruppi: « *ricerca scientifica* », « *ricerca e sviluppo tecnici* », « *sviluppo di fabbricazione* », « *attività ausiliaria* ».

I problemi di « *ricerca scientifica* » vengono considerati come quesiti di tipo teorico, astraendo da possibilità o scopi tecnici; sarà solo dopo risolta la singola questione scientifica, che ci si domanderà, se e come la si possa praticamente utilizzare. Esempi dei lavori di questo gruppo vengono offerti dagli studi sulle azioni mutue di molecole ed elettroni, e dalle ricerche sulla natura di questi ultimi. A tali indagini non è poi mancato il seguito di feconde applicazioni tecniche, con l'impiego di fasci di elettroni in moto, per l'analisi della struttura superficiale dei corpi; caso nel quale non si può più ricorrere al corrispondente ausilio dei raggi X, prezioso invece per lo studio della struttura dei cristalli.

I lavori di « *ricerca e sviluppo tecnici* » devono portare a maturità idee inizialmente solo abbozzate, percorrendo un cammino che è spesso assai lungo, dallo studio delle materie prime alla determinazione dei particolari costruttivi, alla previsione ed alla verifica dei rendimenti; e ciò senza mai trascurare motivi e leggi di dipendenza, per poter signoreggiare scientemente le singole questioni ed assicurare così lo scopo finale, della migliore soluzione tecnico-economica. Ne offre esempio il caso della cinematografia sonora, per la quale il sistema AEG, dopo essere stato prescelto da una Società industriale, ha dovuto portarsi alla concreta realizzazione nei più minuti partico-

tutto completo — nell'ambito della fabbrica. Questo è accaduto, nell'A E G, per le apparecchiature di presa della cinematografia sonora; le relative questioni hanno avuto, ed hanno ancora, tanto bisogno di studio, che l'Istituto si è occupato dell'allestimento completo degli



Fig. 2. — Interno di un laboratorio.

apparecchi, dei quali oltre 40 furono già provveduti all'industria cinematografica. Gli apparati, invece, di riproduzione cinesonora si sono potuti portare a compimento con maggiore semplicità, ed affidare quindi, senza preoccupazioni, al competente reparto di fabbrica.

L'« *attività ausiliaria* » è quella che si svolge a titolo di consu-

lenza per tutte le questioni scientifico-tecniche entro l'A E G; ad essa ricorrono i singoli reparti, quando non hanno a disposizione, volta per volta, sufficienti mezzi di indagine; vi rientrano — a mo' d'esempio — le recenti, numerose ricerche sul rendimento di apparecchi termoelettrici. Se si nota un frequente ripresentarsi di quesiti sperimentali del medesimo tipo, si provvede un dispositivo permanente adatto allo scopo; così è accaduto per un registratore rapido in funzione del tempo, col quale, nel breve periodo intercorso dal suo allestimento, si è già rilevato e studiato il comportamento di un notevolissimo numero di apparecchi e macchine le più svariate. Naturalmente lavori di questo tipo costituiscono un carico non lieve per l'Istituto, il quale però — anche astraendo dall'interesse generale dell'A E G — ne trae l'importante vantaggio dello stretto contatto con gli altri reparti e della conoscenza di problemi, la cui ulteriore trattazione può riuscire di grande utilità.

In generale l'Istituto basta ai suoi compiti con le proprie forze; ma non esclude di ricorrere altrove per specifiche competenze, così come è pronto ad offrire il suo aiuto là dove possa occorrere.

Fra le manifestazioni esterne della sua vita, la pubblicazione dei lavori viene curata una prima volta sulla particolare rivista che a ciascun argomento meglio si adatta, essendosi preferito di evitare la creazione di un nuovo organo, che accrescerebbe ancora il già forte sminuzzamento della letteratura periodica. Tutte le monografie vengono poi sistematicamente raccolte, con un testo intermedio che le collega, in volumi editi sotto forma di annuari. A questo importante contributo di attività esteriore, i membri del personale dell'Istituto provvedono infine ad aggiungere un'assidua partecipazione al movimento scientifico-tecnico, sia intervenendo a riunioni ed a congressi, sia prestandosi, od offrendo ospitalità, per conferenze, letture, ecc. *P. L.*

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

B. L. Robertson e C. A. Nickle — **Dispositivo semplice di laboratorio per la determinazione dell'induzione.** (Gen. Elec. Rev., agosto 1930, pag. 464).

Scopo degli AA. è quello di far conoscere un metodo semplice, pratico per la determinazione dell'autoinduzione di una bobina, facendo uso di corrente continua e di un galvanometro balistico. Questo è del tipo comune a bobine mobili con grande momento d'inerzia; il diagramma schematico del circuito per la determinazione della autoinduzione è così costituito:

Una sorgente a corrente continua a 125 volt per 10 ampere; una resistenza variabile; un ampermetro; un interruttore per la chiusura in corto circuito della sorgente e contemporaneamente del circuito delle bobine da provare; un galvanometro connesso all'interruttore ed al filo del circuito delle bobine; una seconda sorgente per un circuito correttivo degli effetti termici del galvanometro.

Chiudendo l'interruttore e notando la deflessione del galvanometro, si determina la quantità di elettricità che passa nel circuito della bobina.

Disponendo di un bobina «standard» e determinando anche su questa la deflessione del galvanometro si può scrivere:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{L_1}{L_2} I_1 \times \frac{R_2}{L_2 I_2}$$

$$L_1 = \frac{d_1}{d_2} \frac{R_1}{R_2} \frac{I_2}{I_1} L_2$$

dove L_1 ed L_2 sono le induzioni, R ed R_2 le resistenze totali, I_1 ed I_2 le correnti iniziali del circuito.

Gli AA. ritengono che lo stesso metodo possa applicarsi per la determinazione della mutua induzione. I risultati ottenuti sono stati buonissimi, ed una volta calibrato l'apparecchio, si fanno prove in brevissimo tempo senza pericolo di errore. *C. G. E.* (*)

Cz. M. Hathaway — **Un nuovo oscillografo portatile.** (J. A. I. E. E., agosto 1930, pag. 646).

L'apparecchio è stato studiato per dare la registrazione fotografica e contemporaneamente la visione diretta delle onde di tensione e di corrente nei circuiti elettrici sia in condizioni di regime che di fenomeni transeunti non eccesivamente rapidi. Oltre che per la caratteristica di permettere la visione diretta, l'apparecchio si distingue da quelli analoghi anche perchè è molto più semplice di costruzione e più leggero. Esso ha tutte le sue parti delicate completamente racchiuse in una cassetta e comandabili interamente dall'esterno senza alcuna difficoltà; le dimensioni di ingombro sono di mm 400×250×230 e il peso è di circa 13 chili tutto compreso; la potenza necessaria per il funzionamento può essere presa da una qualunque derivazione luce a 115 volt di corrente alternata.

L'A. descrive brevemente la struttura dell'apparecchio e il suo modo di funzionare. Esso è ritenuto utilissimo per uso didattico come per uso corrente nella tecnica, permettendo di seguire coll'occhio l'andamento di fenomeni transeunti: come lo stabilirsi della corrente di eccitazione in un trasformatore, gli effetti prodotti da alterazioni delle costanti di circuiti elettrici, ecc. Parecchi esempi di oscillogrammi registrati con questo apparecchio sono riportati. *R. S. N.*

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

TELEFONIA, TELEGRAFIA, SEGNALAZIONI.

A. B. Clark - C. W. Green — **Cavi per trasmissione a lunga distanza di programmi radiofonici.** (J. A. I. E. E., agosto 1930, pag. 642).

Negli Stati Uniti d'America si è andato diffondendo la pratica di collegare fra loro con speciali circuiti telefonici le grandi stazioni per la diffusione dei programmi radiocircolari in modo che ogni programma possa essere simultaneamente trasmesso a ciascuna di esse e così essere diffuso in tutto il territorio della nazione contemporaneamente. Sono attualmente in servizio per tale scopo circa 50.000 chilometri di circuiti telefonici speciali che collegano fra loro 150 stazioni radiotrasmettenti. La massima parte di tali circuiti sono in linea aerea, ma recentemente si è cominciato ad installare anche circuiti in cavo che hanno dato risultati molto soddisfacenti, ad esempio fra New York e Pittsburgh con una lunghezza di circuito di 3500 chilometri circa.

Naturalmente è stato necessario studiare un tipo di cavo del tutto speciale nel quale il modo di collocare i conduttori, e tutta l'apparecchiatura inerente (amplificatori, correttori di distorsione, ecc.) differiscono notevolmente dai cavi telefonici comuni. Di tutte queste particolarità gli AA. riferiscono con qualche dettaglio. Si sono anzitutto determinate in via sperimentale le caratteristiche che deve avere il cavo per dar luogo ad una trasmissione che riesca artisticamente soddisfacente, tenendo conto non soltanto delle capacità degli attuali trasmettitori, ricevitori e altoparlanti, ma anche dei prossimi loro prevedibili perfezionamenti. Si è poi passati allo studio delle modalità tecniche per realizzare costruttivamente tali caratteristiche. Ogni 90 chilometri di cavo sono inserite le stazioni di ripetitori come negli ordinari circuiti telefonici; in esse trovano posto anche gli egualizzatori di attenuazione e in alcune di esse, anche dei dispositivi potenziometrici comandati da un apposito filo pilota installato nel cavo destinati a compensare le variazioni delle perdite di trasmissione nel cavo per effetto di variazioni di temperatura. *R. S. N.*

TRASFORMATORI.

G. Benischke — **La determinazione dei fattori di dispersione di un trasformatore con due avvolgimenti secondari.** (E. u. M., n. 27, 6 luglio 1930).

L'A. rileva che il calcolo del fattore di dispersione fra un avvolgimento primario ed uno secondario di un trasformatore a tre avvolgimenti, si può fare applicando le formule valevoli per il trasformatore a due avvolgimenti, aprendo il terzo avvolgimento e chiudendo in corto circuito il secondo. La formula adatta diventa:

$$\delta_{12} = \frac{I_m}{K_1 I_{1k}} \sqrt{K_{12} \left(\frac{P_k}{I_{1k}}\right)^2}$$

dove δ_{12} rappresenta il fattore di dispersione fra gli avvolgimenti 1.2; K_1 è la tensione primaria ai morsetti; I_{1k}, la corrente; P_k la potenza assorbita dal primario quando l'avvolgimento 2 è chiuso in corto circuito e 3 è aperto, I_m la corrente magnetizzante.

Il coefficiente di dispersione δ_{13} fra gli avvolgimenti 1 e 3 si calcola in modo analogo.

Per determinare il fattore di dispersione fra i due avvolgimenti secondari, δ_{23}, occorre considerare uno di essi come primario (2), chiudere in corto circuito il terzo (3) ed aprire il circuito 1.

L'A. mette in rilievo il fatto che la presenza di un terzo avvolgimento influisce sul fattore di dispersione fra gli altri due, a causa delle correnti parassite che una parte delle linee di dispersione provoca negli avvolgimenti, siano essi o meno percorsi da corrente. Questo causa un aumento del fattore di dispersione rispetto a quello di un trasformatore a due avvolgimenti. *V. D. Ma.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

A. E. Bowen - C. L. Gilkeson — **Mutue impedenze dei circuiti con ritorno per la terra.** (J. A. I. E. E., agosto 1930, pag. 657).

L'articolo rende conto di studi eseguiti da un Comitato costituito dalla N.E.L.A. e dalla Bell Tel. System per cercare metodi pratici di calcolo dell'influenza delle linee di trasmissione di potenza su quelle telefoniche. In qualunque condizione di funzionamento e per qualunque armonica, le correnti in qualunque linea possono essere considerate scomposte in componenti alcune delle quali sono confinate nei fili mentre altre scorrono in circuiti composti dai fili e dalla terra come ritorno: sono queste ultime componenti di cui si è ricercata l'influenza sulle linee telefoniche.

La teoria che considera la terra equivalente a un piano di perfetta conduttività posto a una certa profondità nel suolo permette di ottenere risultati soddisfacenti soltanto quando si conosca tale profondità la quale varia colla frequenza ed è determinabile solo in base a misure della resistività della terra. Un'altra teoria considera la terra di uniforme conduttività e le correnti distribuite in essa come se provenissero da una sorgente di corrente continua: le formule che ne derivano comprendono ancora la resistività della terra e, se sono soddisfacenti per la rappresentazione qualitativa dei fenomeni, danno luogo a forti scarti quantitativi. Migliori risultati si ottengono in base alla teoria che considera la distribuzione di correnti alternate nella terra tenendo conto della formazione di correnti parassite: i risultati di calcolo rispondono abbastanza bene ai dati sperimentali, ma tuttavia la teoria non spiega i così detti fenomeni di estremità.

In mancanza di un metodo di calcolo praticamente soddisfacente viene consigliato di ricorrere a un mezzo sperimentale facendo uso di un breve tronco di linea appositamente installato come circuito disturbato e di una linea di trasmissione esistente oppure di un conduttore installato appositamente come linea disturbante. Si può così tracciare sperimentalmente, per ogni frequenza, e per punti, una curva che dia la mutua induttanza in funzione della distanza dei circuiti. Queste curve possono essere usate senza altro in quella località, senza bisogno di ricorrere a calcolazioni e a misure di resistività. Gli AA. riportano i risultati di alcune determinazioni sperimentali così eseguite. *R. S. N.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

S. T. DODOL — **Trasmissione elettrica e regolazione della potenza in motori a combustione interna per servizio di trazione.** (J. A. I. E. E., agosto 1930, pag. 649).

L'A. ricorda i vantaggi presentati, sull'ordinaria trasmissione meccanica, dai sistemi elettrici di comando dei veicoli mossi da motori a combustione interna: l'interposizione di un generatore e di un motore elettrico fra il motore primo e l'asse delle ruote ha vantaggi costruttivi e di funzionamento che rendono tale sistema sempre più diffuso sia sulle autovetture che sulle tramvie e i treni. L'accoppiamento fa sorgere però una quantità di problemi a cui l'A. accenna specialmente riguardo al coordinamento delle caratteristiche del motore primo e del generatore elettrico, nonchè per assicurare la regolazione della velocità senza perdere di potenza; anche il funzionamento dei servizi ausiliari, elettrici, fa sorgere delle difficoltà quando essi si debbano far dipendere dal generatore elettrico principale.

Molti schemi di collegamento sono descritti dall'A. il quale si ferma specialmente a considerare una schema che comprende l'installazione di una batteria di accumulatori in parallelo col generatore principale. La batteria provvede alla eccitazione del generatore e inoltre interviene a fornire potenza nelle punte di carico lasciando così funzionare il motore primo e il generatore ad un carico quasi costante; a sua volta la batteria è caricata dal generatore nei momenti di carico basso. L'uniformità di carico si traduce in una sensibile economia di combustibile. Siccome la batteria assicura una tensione praticamente costante il comando è del tipo di quelli usati per le vetture a linea aerea e pattino. *R. S. N.*

W. D. BEARCE — **I vantaggi economici della trazione elettrica nelle reti ferroviarie di grande comunicazione.** (Gen. Elec. Rev., agosto 1930, pag. 456).

Una delle prime elettrificazioni, per la quale fu possibile fare un confronto diretto fra i costi dell'esercizio elettrico e dell'esercizio a vapore, fu quella della «Bute, Anaconda and Pacific Railway». Paragonando i dati dei sei mesi di servizio a vapore antecedenti alla elettrificazione con quelli dei sei mesi di esercizio elettrico successivi, si riscontrò una economia percentuale del 42%, di cui la parte più rilevante è dovuta al basso costo dell'energia rispetto al costo del combustibile; questo ultimo fatto, però, è bene notarlo, è dovuto al vantaggioso contratto di fornitura dell'energia concluso dalla Compagnia; in generale invece negli Stati Uniti d'America i due costi anzidetti si equivalgono. Sono però sempre notevoli le economie realizzate nelle spese di personale e di manutenzione.

Un secondo studio comparativo interessante è stato fatto per la «Chicago, Milwaukee and St. Paul Railway», per la quale appare che con la elettrificazione si è ottenuta un'economia di esercizio del 40% circa dovuta specialmente alle economie di manutenzione.

Fuori degli Stati Uniti, gli alti prezzi, che raggiunge di solito il combustibile, rendono ancora più rilevanti i vantaggi economici delle elettrificazioni ferroviarie. L'economia complessiva di esercizio raggiunge, per esempio, nella Ferrovia Paulista il 78% e nella Ferrovia Messicana il 62%.

Anche per l'esercizio delle linee servite da automotrici, si può disporre oggi di dati molto accurati e precisi. Anche qui non sono da dimenticare innanzi tutto molti vantaggi di esercizio, quali quelli derivanti dalla eliminazione del fumo nelle gallerie e nelle linee sotterranee, dalla possibilità di realizzare il comando multiplo (e quindi di sopprimere molti movimenti di manovra nelle teste di linea) nonchè dall'attitudine dei motori elettrici a consentire maggiori accelerazioni. Inoltre il costo di manutenzione diminuisce anche qui considerevolmente, mentre il traffico nello stesso tempo aumenta. Nella rete elettrificata della «Illinois Central Railroad» ad esempio, il traffico dopo l'elettrificazione è aumentato di circa un terzo e la velocità commerciale dei treni è aumentata dell'11,28%. Nella «Boston Revere Beach and Lynn Railroad» vi fu un aumento del traffico del 10,3% e una diminuzione del costo di esercizio del 18,8%. *C. G. E.*

L'elenco dei Soci vitalizi e perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. Le Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiscono il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

CRONACA

La Elettrotecnica alla Fiera di Lipsia.

La forte depressione generale degli affari e la crisi che imperversa in tutte le industrie, non esclusa quella elettrotecnica, hanno come è ben noto forti ripercussioni anche in Germania. Ciò non ha tuttavia impedito alla Fiera primaverile di Lipsia di questo anno, di assumere il solito aspetto di grandiosità e di presentare, anche dal punto di vista tecnico, un alto interesse. Si tratta veramente di una rivista generale dell'industria germanica e in essa compare sempre quanto di nuovo, di perfezionato o di modificato la tecnica tedesca ha prodotto nell'annata precedente.

Anche quest'anno i vastissimi fabbricati della Fiera Tecnica erano riboccanti di macchinario e di materiali d'ogni genere. I soli riparti elettrotecnici ai quali più particolarmente abbiamo dedicato la nostra visita, costituivano una mostra assai estesa ed interessante. L'orientamento generale della Fiera, assolutamente di indole commerciale, esclude l'esibizione di grandi macchine fuori serie o di costruzioni eccezionali, mentre restringe il materiale presentato a quello che è più facilmente ed ordinariamente impiegato e quindi oggetto di vaste contrattazioni commerciali.

Nella impossibilità di dare notizia neanche approssimativamente completa di tutto il materiale esposto, ci limiteremo a segnalare alcune fra le cose interessanti che abbiamo potuto osservare.

Fra i generatori elettrici si facevano notare specialmente i gruppi elettrogeni con motori Diesel, alcuni dei quali di tipo veloce, a 6 cilindri con 1000 giri al minuto. Abbondantissima la mostra dei motori elettrici dove era accentuata la tendenza verso i tipi per comando diretto delle macchine operatrici e costruiti in modo che il pacco di lamierini dello statore possa senz'altro essere montato e installato entro la macchina stessa. Alcuni motori davano esempio del nuovo tipo di costruzione coi pezzi di fusione sostituiti da lamiere saldate. Fra i motori velocissimi, tipi per 10.000 e 18.000 giri al minuto, con convertitori di frequenza. Motori a corrente continua con largo campo di regolazione di velocità entro limiti da 1 a 9. Motori in corto circuito con forte coppia di avviamento, ecc.

Altrettanto ricca ed interessante era l'apparecchiatura di comando e di manovra per impianti di piccola e media potenza, e specialmente quella relativa ai comandi di motori per l'industria; si notavano una quantità di dispositivi diversi studiati specialmente per rispondere a tutte le esigenze di sicurezza e di protezione. Una analisi un po' minuta di questo materiale, spesso assai interessante, permetterebbe di segnalare parecchie cose notevoli, ma richiederebbe di dilungarsi assai. Certo era questo uno dei reparti che meritava maggiore attenzione.

La questione della correzione del fattore di potenza degli impianti è sempre all'ordine del giorno della tecnica. A questo riguardo era caratteristica a Lipsia la grande abbondanza di condensatori statici costruiti per questo scopo da numerose Ditte.

La tendenza moderna verso i tipi di trasformatori con regolazione di tensione sotto carico era largamente rappresentata dai prodotti di parecchie grandi Case tedesche. Alcuni esemplari si facevano notare per le dimensioni relativamente assai ridotte. Un trasformatore, studiato per cabine dove sia necessario ridurre al minimo lo spazio occorrente pei collegamenti fra linee, interruttori e trasformatori, era provvisto sia sull'alta che sulla bassa tensione, di teste di cavo al posto dei soliti passanti. Un tipo di dispositivo per raffreddamento naturale di trasformatori consiste in radiatori speciali, a elementi saldati e studiati in modo da facilitare grandemente la circolazione dell'aria e da ridurre sensibilmente il fabbisogno di olio.

Fra i raddrizzatori a vapore di mercurio è da ricordare un tipo per potenze anche rilevanti costruito in modo da prestarsi con grande agevolezza allo smontaggio delle singole parti per pulitura, riparazioni, ecc.

I nuovi indirizzi della tecnica degli interruttori erano pure largamente rappresentati. Vi erano infatti esemplari di interruttori a gas sotto pressione e di quelli ad espansione; di questi ultimi ve ne erano esposti uno con una capacità di rottura di 400.000 kVA, per tensione di 10 kV da installarsi in celle, e un'altro da 200.000 kVA di capacità di rottura, pure a 10 kV, costruiti per installazione da quadro.

Non mancavano naturalmente gli interruttori in olio, fra i quali uno per forti intensità di corrente, provvisto di dispositivo di raffreddamento a circolazione forzata montato sul coperchio in modo da rendere possibile di abbassare la cassa dell'interruttore senza dover smontare il motore della pompa e i suoi collegamenti. Fra le nuove costruzioni ricordiamo ancora un interruttore rapido per 7500 A con raffreddamento forzato ad aria e un'altro per la stessa intensità di corrente senza raffreddamento forzato. Erano presenti anche tipi di interruttori blindati, ad elementi collegabili fra loro per la costruzione di interi quadri di comando.

Fra il materiale di manovra si notavano ancora alcuni tipi di sezionatori combinati con valvole, adatti per elevate tensioni; in un sezionatore trifase, ad esempio, le lame dei tre coltelli sono sostituite dai corrispondenti porta valvole: si realizza nella installazione, economia di spazio e di isolatori.

Nei dispostivi di protezione, alcune bobine di reattanza si facevano notare per una costruzione più leggera delle solite dovuta alla

abolizione dei piastroni estremi di collegamento dei montanti di calcestruzzo. I relais di impedenza per la protezione delle reti danno luogo continuamente a nuove applicazioni e a modifiche, parecchie delle quali si potevano osservare alla Fiera.

La tecnica dei cavi presentava alcune novità costruttive specialmente nei cavi per trasmissione di potenza; notevole un esemplare del tipo a riempimento d'olio, con cavità assiale per 220 kV e alcuni cavi trifasi con rivestimento di piombo di ciascun conduttore e speciali accorgimenti per facilitare la dispersione del calore. Era anche esposto un esemplare del cavo per 100 kV a un sol conduttore, con sezione di 625 mm^2 installato nel 1929 nella centrale di Zschornewitz.

Una grande Ditta tedesca presentava dei tipi di isolatori a campana e a sospensione, colle sagome accuratamente studiate per rendere minima la possibilità dei depositi di polvere o di impurità, e facilitare l'azione di ripulitura naturale dovuta ai venti e alle piogge. Si assicura che tali isolatori abbiano già dato ottimi risultati in esercizio. Vi erano poi, naturalmente, i soliti esemplari giganteschi di passanti per altissime tensioni, e isolatori di ogni sorta per basse e alte tensioni. I progressi dell'arte ceramica per l'elettrotecnica erano rappresentati da una quantità di prodotti diversi alcuni dei quali veramente interessanti.

Tali erano, ad esempio, gli esemplari di riduttori di corrente e di tensione nei quali è evitato l'isolamento in olio, sostituendolo con opportuni sostegni in porcellana delle parti in tensione, ciò che richiede pezzi di forme complesse e difficili da realizzare. Dello stesso tipo costruttivo erano parecchi trasformatori di tensione in cascata e alcuni esemplari di condensatori per alte tensioni. Per le prove ad altissime tensioni erano esposti speciali riduttori di tensione nei quali il riduttore stesso è contenuto nell'interno di un grande corpo di ceramica, dalla forma di un enorme isolatore portante a cappe multiple, il quale serve anche per la inserzione del riduttore stesso sull'alta tensione; vengono costruiti per tensioni fino a 460 kV.

Negli istrumenti di misura, si manifestava la tendenza verso l'uso sempre più frequente dei materiali pressati per la costruzione delle incastellature, e, d'altra parte, verso una progressiva riduzione delle dimensioni generali degli istrumenti stessi. Fra le novità, ricorderemo un oscillografo-universale atto a rilevare così le oscillazioni meccaniche che quelle elettriche; voltmetri per alte frequenze, fino a due milioni di periodi; nuove applicazioni del sistema telewatt per trasmissioni di indicazioni a distanza, ecc. Nuovo pure era un misuratore di armoniche il quale permette di leggere direttamente in volt la grandezza delle armoniche principali cioè la terza, la quinta, la settima e la nona; l'apparecchio, portatile, pesa soltanto 12 chili. Interessante un tipo di apparecchio registratore combinato con un relais il quale accelera lo spostamento della carta quando si verifichi qualche fenomeno transitorio; un sistema di orologeria riconduce, dopo un certo tempo la carta alla velocità normale. Rientrano in questa categoria diversi tipi di contatori per doppie tariffe, per tariffe speciali, ecc.

Ricchissima la mostra dei materiali isolanti di ogni specie, dai più noti come la bachelite ai più recenti come la «durite» ed altri.

Impossibile poi entrare anche menomamente in dettagli nei riguardi del materiale minuto di installazione che costituiva, per così dire una mostra a sè, ricca anche di piccole novità e di perfezionamenti di dettaglio non privi di interesse e di grande importanza pratica.

Per la tecnica delle comunicazioni a distanza si notavano oltre al solito materiale telegrafico e di telefonia a mano e automatica, alcune particolarità costruttive come quelle di una centrale telefonica corazzata, a tenuta stagna contro l'acqua. Molto osservato era un impianto di trasmissione di scrittura a distanza fra due macchine da scrivere opportunamente equipaggiate. Vi erano poi una quantità di dispositivi per segnalazioni a distanza, per orologeria elettrica, ecc.

Nella mostra della illuminazione, marcatissima la tendenza verso gli apparecchi a luce diffusa, verso l'illuminazione indiretta, e la così detta architettura luminosa per la quale molto materiale speciale era esposto; altrettanto può dirsi per la ricca mostra della pubblicità luminosa nelle sue più svariate manifestazioni. Nel campo delle lampade a incandescenza primeggiava una gigantesca lampada 1.100.000 lumen, per una potenza di 50 kW. Notevoli anche parecchi tipi di lampade «solari» cioè capaci di dare uno spettro assai simile a quello solare, specialmente per scopi medici e curativi.

Per le applicazioni elettriche sono anzitutto da ricordare i gruppi per saldatura ad arco, fra i quali una macchina per saldatura a punti che permette una velocità di 200 saldature al minuto su lamiere da 3 mm. Fra le minori applicazioni, numerosissime quelle domestiche, delle più svariate qualità: ricordiamo fra l'altro un accumulatore di calore ad acqua calda con dispositivo ad orologeria per la inserzione automatica durante le ore di tariffa di favore.

La rapida rassegna che abbiamo fatto fin qui è ben lungi dall'essere completa; dovremmo ancora parlare delle applicazioni elettriche in molti altri campi dell'industria: all'automobilismo, alle segnalazioni per il traffico stradale e ferroviario, per le misure termotecniche, per l'accensione di motori a combustione interna, al comando di apparecchi di trasporto e sollevamento e a macchine di ogni genere, ecc.

La grande manifestazione tecnica costituita dalla Fiera di Lipsia può dunque dirsi anche quest'anno riuscita veramente imponente. Essa merita di essere sempre seguita con attenzione non soltanto dagli uomini del commercio e dell'industria ma anche dai tecnici i quali vi trovano una vera e propria messa a punto dei progressi della elettricità, e della ingegneria in genere, anno per anno conseguiti.

RENATO SAN NICOLO'.

APPLICAZIONI TERMICHE.

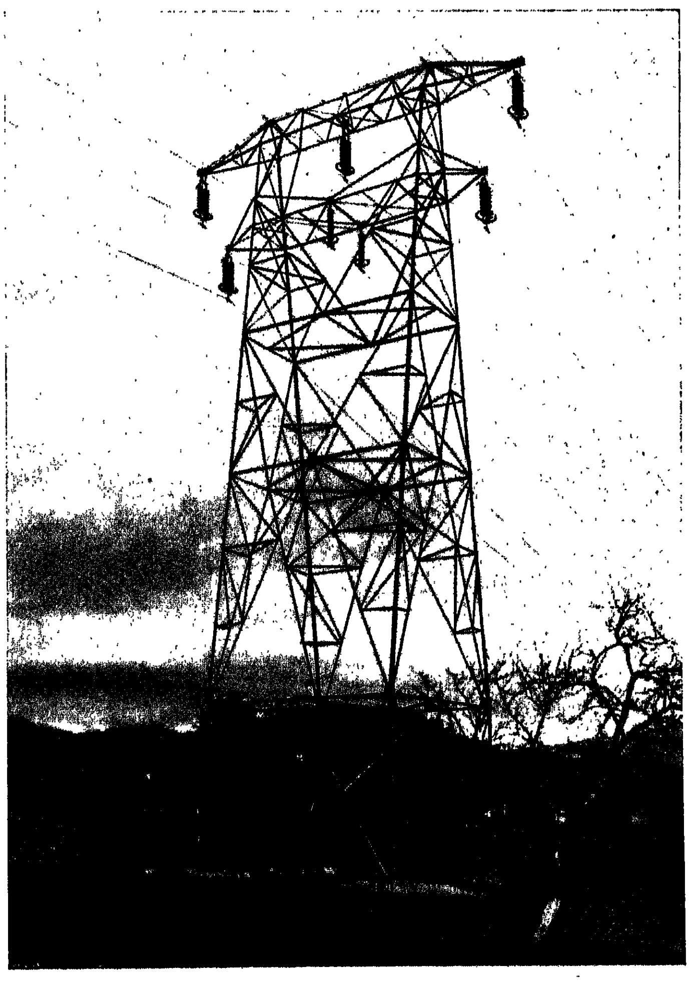
La *saldatura elettrica* è stata recentemente applicata (*The El J.*, ottobre 1930, pag. 576) per collegare fra di loro gli elementi di una costruzione in ferro costituita da due capannoni: uno largo 22,87 m e lungo 205,6 m e l'altro largo 9,15 e lungo 168,4 m. Il primo venne costruito utilizzando il materiale di ricupero di una grue montata sulla sponda di un canale preesistente. La costruzione a due piani si presenta parte in ferro e parte in muratura; le capriate in ferro si appoggiano direttamente a delle stilate metalliche costruite all'interno del fabbricato in muratura. Il tetto venne poi saldato alla struttura portante delle capriate in modo da costituire un complesso rigido e molto resistente.

La saldatura offre una resistenza al taglio di 500 kg sulla lunghezza di 25 mm e su uno spessore di 3 mm; proporzionando opportunamente la lunghezza e lo spessore della saldatura si ottiene di collegare fra di loro dei pezzi di forma diversissima e dissimmetrica. La saldatura può resistere a sforzi di taglio e di compressione ma non è prudente sollecitare a sforzi di trazione. Perchè la saldatura riesca bene è necessario che l'operaio sia messo nelle migliori condizioni di visibilità e di comodità di esecuzione; in generale è sempre da preferirsi il lavoro fatto in posizione orizzontale con l'aiuto di apposite forme per garantire la giusta posizione reciproca dei ferri da collegare. Qualche operaio riesce però a fare, anche in posizione verticale, delle ottime saldature. Gli elementi della costruzione saldati in officina o a piè d'opera sono poi sistemati nella loro posizione definitiva e ivi saldati fra di loro.

I. L.

CONDUTTURE.

Linea elettrica della Valsugana. — Nei primi giorni dell'anno in corso è entrata in regolare servizio una nuova linea elettrica fra le più importanti d'Italia: Cardano-Lavis-Feltre-Porto Marghera. I due primi tronchi sono di proprietà della S.I.P., il terzo è di proprietà della Soc. Adriatica di Elettricità.



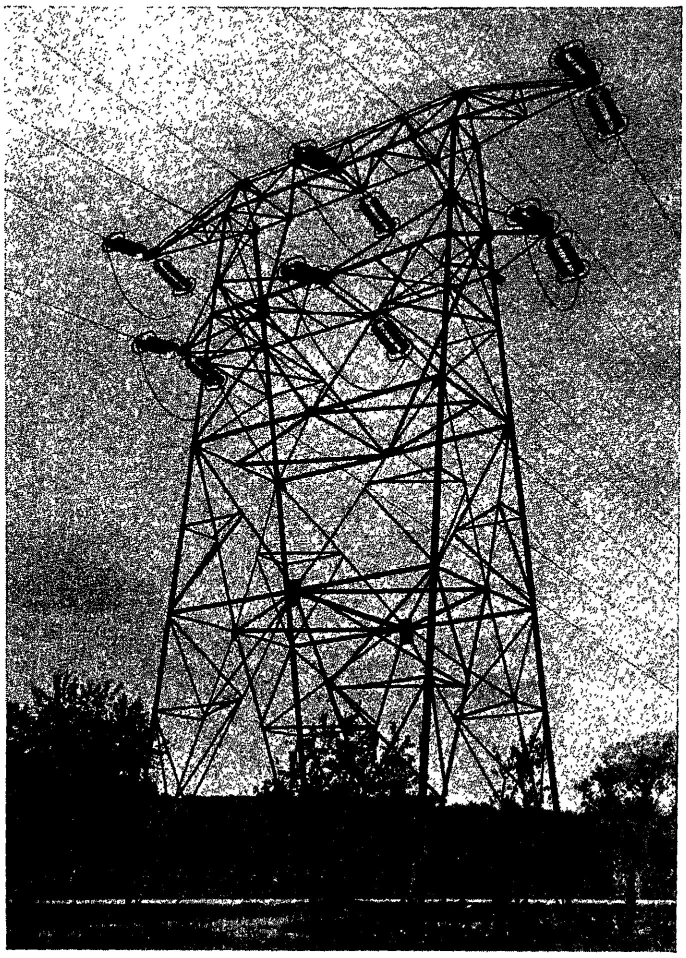
Un palo del tronco di linea Lavis-Feltre.

Il *primo tronco Cardano-Lavis* (km 48,287) pur funzionando attualmente a 135 kV è già armato per 220 kV; ha tracciato parallelo alla ben nota *superlinea dell'Isarco* (Cardano-Cislago, 220 kV) ed è stato costruito perfettamente eguale a questa: l'unica differenza risiede nell'impiego di due catene in luogo di tre negli amarraggi (eseguiti con isolatori ad alta resistenza meccanica).

Il *secondo tronco Lavis-Feltre* (km 71) è costituito da due terne di conduttori a 135 kV su di una sola palificazione. La sua caratteristica essenziale risiede nei pali in ferro a larga base (tipo cavalletto) di costruzione eguale a quelli delle linee a 220 kV sovra ricordate;

si è infatti già previsto il funzionamento a 220 kV anche di questo tronco, con una sola terna di conduttori.

Come si può vedere dalle fotografie qui riprodotte, la terna inferiore è attualmente sostenuta da una mensola ausiliaria adattata al cavalletto; essa è facilmente smontabile e sarà asportata quando si vorrà passare alla tensione superiore.



Palo di amarraggio della linea Lavis-Feltre.

Il conduttore impiegato è la corda Aldrey di 200 mm² di sezione (pari a 105 mm² di rame) con campata normale di 270 m e tensione assiale massima di 11 kg/mm² alla temperatura di 0° con un sovraccarico di ghiaccio di 2 kg per metro lineare. Per lunghe campate (oltre m 570) è stata impiegata la corda Aldrey da 380 m² con tensione assiale e sovraccarichi come sopra; dove necessario le due terne sono state disposte su sostegni separati. La massima campata è risultata di m 1.065 nei pressi di Pergine. Sono state adottate due corde di terra in acciaio di 70 mm² di sezione.

A Lavis ed a Feltre sono stati installati coltelli sezionatori a rotazione.

Il *terzo tronco Feltre-Porto Marghera* (km 70,972) che, come si è detto, appartiene alla Soc. Adriatica di Elettricità, è su pali in ferro a traliccio a base stretta; per un primo tratto (km 27,400) ha sei conduttori di rame di 100 mm² di sezione, e per il rimanente sei conduttori Aldrey di 200 mm² di sezione.

ESPOSIZIONI, CONGRESSI, ECC.

Il *Congresso Internazionale dell'Illuminazione* che si terrà quest'anno nell'Inghilterra è stato definitivamente fissato pei giorni 1-19 settembre. I primi due giorni saranno passati a Londra, dove sono state organizzate diverse manifestazioni di interesse tecnico e generale, fre le quali una Esposizione di Illuminazione. La sede del Congresso si trasferirà poi successivamente a Glasgow, a Edimburgo, a Sheffield e a Birmingham; a ciascuna città sarà dedicata una intera giornata che verrà spesa parte in discussioni tecniche e parte in altre manifestazioni di interesse generale. I congressisti saranno invitati a intervenire a speciali ricevimenti offerti dalle Autorità locali delle diverse città. Il Congresso si chiuderà a Cambridge, colla seduta plenaria e colle conferenze tecniche della Commissione Internazionale dell'Illuminazione.

La quota di iscrizione al Congresso è di 2 sterline, e dà diritto a ricevere una copia degli Atti del Congresso. Le Signore e Signorine vengono inscritte gratuitamente.

Le iscrizioni sono da farsi preferibilmente pel tramite del Comitato Italiano della Illuminazione, ma possono anche essere fatte direttamente scrivendo al « Segretario Generale Onorario, Col. C. H. S. Evans - The Illuminating Engineering Society - 32 Victoria Strett, London S. W. 1.

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Dei metodi di *illuminazione decorativa dei luoghi di sport invernali,* è detto nella « Gen. Elec. Rev. » del settembre 1930. Il metodo più ovvio è naturalmente quello di illuminare con proiettori il candido mantello di neve che copre la vegetazione; ma per fare qualcosa di nuovo, si pensò di immergere delle lampade elettriche entro un campo di ghiaccio. Si fecero delle prove d'estate col ghiaccio artificiale e d'inverno, all'inizio della stagione del pattinaggio, si annegarono le lampade elettriche variamente colorate nel ghiaccio della pista. La potenza delle lampade era di 10 watt per quelle gialle ed arancione, e di 25 watt per quelle azzurre, verdi e rosse; si ottenne uno spettacolo altamente suggestivo. Un altro metodo adottato è stato quello di ammassare un mucchio di ghiaccio nascondendo nel suo interno delle lampade variamente colorate. In questa « piramide luminosa » si ottengono degli effetti attraenti dotando i portalampe di uno dei soliti apparecchi di accensione ed estinzione: la varietà dei colori viene in tal caso a mescolarsi e a fondersi continuamente in un caleidoscopio di colori e di luci. In ultimo si collocarono lampade a festoni lungo il fronte ed il tetto dell'edificio in modo che su di esse si formassero dei ghiacciaiuoli. *C. G. E.*

:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

Movimento delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Soc. Generale Italiana Edison di Elettricità — Milano - Capitale L. 1.350.000.000.

Si è approvato il bilancio dell'ultimo esercizio che chiude con un utile netto di L. 137.021.218 che consente di distribuire un dividendo di L. 50 per ciascuna azione ordinaria.

Soc. Trazione Elettrica Lombarda — Milano - Cap. L. 200.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio chiuso con un utile netto di L. 1.475.027 che consente di distribuire un dividendo di L. 55 per ciascuna azione da L. 750.

Società Adriatica di Elettricità — Venezia - Cap. L. 400.000.000.

Il bilancio dell'esercizio ora chiuso contempla un utile netto di L. 69.914.723 che permette di distribuire un dividendo di L. 16 per azione.

Soc. Lombarda per la Distribuzione di Energia Elettrica — Milano - Capitale L. 500.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio chiuso con un utile di L. 33.210.166 che permette di distribuire un dividendo di L. 45 per ciascuna azione.

Società Elettrica Alto Milanese — Milano - Cap. L. 45.000.000.

Il bilancio dell'ultimo esercizio si è chiuso con un utile di L. 4.617.399 sul quale si assegna un dividendo di L. 8,50 per ogni azione.

Società Brioschi per Imprese Elettriche — Milano - Capitale L. 60.000.000.

Venne approvato il bilancio chiuso al 31 dicembre 1930 con un utile di L. 7.989.213, che consente di distribuire un dividendo di L. 30 per azione.

Ercole Marelli e C. - S. A. — Milano - Capitale L. 60.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio chiuso con un utile netto di L. 3.352.454, sul quale si distribuisce un dividendo di L. 5 per ogni azione da L. 100.

Fabbrica Italiana Magneti Marelli - Soc. An. — Milano - Capitale L. 12.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio che presenta un utile netto di L. 687.589, che permette di assegnare un dividendo di L. 5 per azione da L. 100.

Radio Marelli - S. A. — Milano - Capitale L. 1.000.000.

Venne chiuso il bilancio del primo esercizio con un utile di L. 75.843 e assegnando un dividendo del 10 per cento pro rata al capitale versato durante l'esercizio.

Soc. Idroelettrica dell'Allione — Milano - Capitale L. 20.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio chiusosi con un utile netto di L. 1.340.462 che permette di distribuire un dividendo del 6 %.

Soc. Idroelettrica dell'Ozola — Milano - Capitale L. 60.000.000.

E' stato approvato il bilancio dell'ultimo esercizio che contempla un utile netto di L. 3.877.624 che consente di distribuire un dividendo del 6 per cento.

Officine Elettro Ferroviarie Tallero - S. A. — Milano - Capitale L. 18.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio con un dividendo di L. 2.154.487, che consente di assegnare un dividendo di L. 10 per azione.

Soc. Elettrica Bergamasca — Bergamo - Capitale L. 52.500.000.

Il bilancio dell'ultimo esercizio si è chiuso con un utile netto di L. 5.835.912, che consente di distribuire un dividendo del 10 %.

Officine Elettriche dell'Isonzo — Trieste - Cap. L. 12.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'esercizio ora chiuso, con un utile di L. 866.465 che permette di assegnare un dividendo del 6 %.

Società Elettrica Venezia Giulia — Trieste - Cap. L. 30.000.000.
E' stato approvato il bilancio dell'ultimo esercizio con un utile netto di L. 2.997.134, che consente di distribuire un dividendo del 9 per cento.

Società Elettrica Interregionale Cisalpina — Milano - Capitale L. 200.000.000.
Venne approvato l'ultimo bilancio chiuso con un utile netto di L. 6.260.598 col quale si assegna un dividendo di L. 25 alle azioni ordinarie.

Soc. Elettrica ed Elettrochimica del Caffaro — Milano - Capitale L. 21.000.000.
Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio che presenta un utile di L. 2.323.844 su cui si assegna un dividendo di L. 25 per azione.

Soc. Forze Idrauliche Alto Caffaro — Milano - Cap. L. 10.000.000.
Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio chiuso con un utile netto di L. 562.280 che consente la distribuzione di un dividendo del 5,15 %.

S. A. Tecnomasio Italiano Brown Boveri — Milano - Capitale L. 60.000.000.
E' stato approvato il bilancio al 31 dicembre 1930, con un utile netto di L. 3.400.833 che permette di assegnare un dividendo del 5 % agli azionisti.

Società Finanziaria di Elettricità — Milano.
Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio con un utile di L. 110.200 da rimandarsi a nuovo.

Soc. Idroelettrica del Barbellino — Milano.
Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio dal quale risulta la perdita di L. 1.854.797.

Gas ed Elettricità di Erba — Erba - Cap. L. 4.000.000.
Venne approvato il bilancio con un utile netto di L. 328.303, e la ripartizione di un dividendo del 7 per cento.

Soc. Gen. Elettrica della Sicilia — Palermo - Cap. L. 210.000.000.
Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio con un utile netto di L. 15.754.219, che consente di distribuire un dividendo del 7 per cento.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Soc. Elettrica dell'Irno — Napoli.
Venne approvato l'aumento del capitale da L. 500.000 a L. 2 milioni.

Fabbrica Italiana Materali Isolanti Elettrici - S. A. — Genova.
Venne approvata la riduzione del capitale da Lire 1.800.000 a L. 150.000.

An. Ligure Prodotti Elettrosiderurgici — Genova.
Venne deliberata la riduzione del capitale sociale da L. 5.000.000 a L. 3.000.000 mediante riduzione del valore delle azioni, reintegrandolo successivamente a L. 5.000.000.

Soc. Elettricità Maceratese — Milano.
Venne approvato l'aumento del capitale da L. 20.000 a L. 100.000.

COSTITUZIONI E SCIOGLIMENTI DI SOCIETA'.

Soc. An. Azienda Elettrica di Val Brembilla — Brembilla.
Si è costituita con capitale sociale di L. 12.000 aumentabile a L. 1.000.000.

Soc. An. Costruzione Italiana Macchine Elettriche C.I.M.E. — Milano.
Si è costituta con capitale di L. 443.300.

Soc. An. Arit-Radio - Agenzia Radiofonica Italiana — Torino.
Si è costituita con capitale di L. 10.000 elevabile a L. 300.000.

Soc. An. Italiana Radiodina — Milano.
Venne deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

Imprese Elettriche dell'America Latina — Milano.
Venne deliberato lo scioglimento e la liquidazione della Società.

*

Società Lombarda per Distribuzione di Energia Elettrica - Società Elettrica Alto Milanese — In assemblea straordinaria è stato approvata la fusione delle due Società mediante incorporazione della seconda nella prima.

* *

Rassegna economica del mese di marzo.

Il problema dell'Ansdluss si è improvvisamente proiettato sul primo piano dell'orizzonte europeo, provocando viva agitazione e molto scompiglio in qualche ambiente politico. La Germania e l'Austria hanno improvvisamente annunciato di avere deciso di concludere una completa unione doganale prendendo molto abilmente lo spunto dalle stesse proposte francesi per un progressivo formarsi di solidarietà economica europea.

L'unione doganale è stata naturalmente considerata come un passo avanti verso l'unione politica e questo non poteva a meno di suscitare una tempesta negli ambienti politici francesi; i quali sono energicamente intervenuti, secondati dai satelliti orientali e specialmente dalla Cecoslovacchia. Il fatto non ha però soltanto importanza politica ma anche economica e questo spiega come anche l'Inghilterra e l'Italia siano intervenute, sebbene in misura molto più moderata, a presentare dubbi e riserve. La questione è attualmente allo studio presso il nostro Governo, in quanto specialmente la progettata unione potrebbe fortemente minacciare le nostre importazioni agricole in Germania.

La mossa austro-tedesca, che sarà probabilmente portata in discussione alla Società delle Nazioni a Ginevra, è una conseguenza del fallimento della Conferenza economica tenuta recentemente a Ginevra e che avrebbe dovuto mettere in vigore la Convenzione per la proroga dei Trattati di Commercio attualmente in vigore. L'opposizione inglese ha fatto cadere la convenzione e ciò ha permesso a tutte le Nazioni di riprendere la loro piena libertà di azione economica.

L'accordo doganale austro-tedesco ha fatto passare in seconda linea altri avvenimenti politico-economici di qualche importanza. Ricordiamo fra essi l'accordo navale turco-russo, la conclusione di un prestito rumeno in Francia, e quello di un prestito internazionale alla Grecia al quale l'Italia parteciperà per la somma di 400.000 sterline.

La situazione è sempre fosca in Spagna dove le tendenze repubblicane si manifestano sempre più attive.

*

Ombre di temporale sull'orizzonte dell'accordo navale. Mentre tutto sembrava concluso e sull'Europa si stendeva un senso di sollievo e una tendenza di ottimismo, ecco che nuove inaspettate difficoltà sono intervenute ad arrestare il corso propizio dei pacifici avvenimenti. In che cosa constistano queste difficoltà non è ancora ben chiaro, ma pare che da parte francese si tenda a dare una interpretazione inattesa a quella parte del Trattato che riguarda la sostituzione delle navi radiate. Fatto sta che la conclusione ufficiale dell'accordo non si è ancora potuto raggiungere e che intensi negoziati sono ancora in corso fra Londra, Roma e Parigi.

E' a sperare che anche queste ultime difficoltà possano presto essere superate e che nulla di nuovo intervenga a fermare il corso della detente franco-italiana che già stava per maturare i suoi primi frutti. Infatti già si è riesciti a concludere i negoziati doganali che si trascinavano da lungo tempo, mediante reciproche concessioni. Si erano anche avute parecchie manifestazioni di pubblica cordialità italo-francese, le quali stanno a dimostrare come l'accordo risponda agli intimi desideri ed alle naturali inclinazioni dei due popoli.

Perfino in Jugoslavia l'accordo aveva fatto sentire i suoi riflessi, tanto da dare alla stampa belgradese una intonazione assolutamente insolita nei nostri riguardi. Ma è bastato che qualche incertezza sorgesse nei negoziati navali perchè questo accenno di resipiscenza scomparisse immediatamente.

Interessanti apprezzamenti sui rapporti italo-sovietici si sono avuti al sesto Congresso dei Soviet a Mosca. Il Presidente dei Consigli dei Commissari del Popolo, ha letto un rapporto nel quale è stata esaltata l'importanza degli accordi commerciali recentemente stipulati, ad onta della diversa concezione politica dei due Paesi.

Una nuova manifestazione di cordialità italo-ungherese si è avuta in occasione della venuta a Roma del Ministro degli Esteri di Ungheria, conte Karoly. Si è data a questa visita, da parte di alcuni circoli esteri, una singolare importanza come preludesse alla conclusione di speciali accordi commerciali.

*

L'andamento del diagramma degli scambi commerciali coll'estero non è cambiato durante il mese di febbraio; continua cioè la riduzione dello squilibrio della bilancia commerciale come risultante da una riduzione delle esportazioni e da una, ancora maggiore nelle importazioni.

Secondo i dati ufficiali il valore delle merci esportate durante il febbraio è stato di 857 milioni di lire circa, mentre nello stesso mese del 1930 le esportazioni erano salite a 1079 milioni di lire; si è quindi verificata una contrazione di 222 milioni di lire circa nel movimento di esportazione. Le importazioni a loro volta sono passate dal valore di 1496 milioni nel febbraio 1930 a quello di 1035 milioni nel febbraio 1931; la contrazione è stata dunque di 461 milioni più che doppia di quella verificatasi nell'esportazione.

Lo sbilancio che era stato di 417 milioni nel 1930 è sceso quest'anno a 178 milioni di lire. Complessivamente nel primo bimestre si è passati da uno sbilancio di 497 milioni nell'anno scorso, a 512 milioni nell'anno corrente; si è dunque ottenuto un alleggerimento veramente notevole.

Questo fatto è tanto più rilevante in quanto sulle nostre importazioni grava l'aumentata introduzione di grano in conseguenza del raccolto meno favorevole dell'ultima campagna. Infatti nel febbraio di quest'anno si sono importati 1.356.555 quintali di grano, con un aumento di 764.361 quintali rispetto al febbraio 1900.

Un intenso movimento si è manifestato nelle nostre sfere commerciali verso una migliore sistemazione dei nostri scambi colla Jugoslavia. Mentre infatti l'Italia è uno dei maggiori clienti di quello Stato, la propaganda antitaliana che colà si svolge ha fatto sì che le nostre esportazioni venissero gradatamente ridotte in misura notevolissima. Si tratta cioè di orientare diversamente le nostre correnti di importazione che sono costituite, nei rispetti della Jugoslavia, da prodotti agricoli di cui vi è attualmente larga disponibilità in altri Paesi amici. Ciò è tanto più facile in quanto mentre la clientela italiana rappresenta una percentuale molto elevata delle esportazioni jugoslave, le merci che noi mandiamo a quel Paese rappresentano una parte minima del nostro movimento di esportazione.

*

Molto interesse ha suscitato non soltanto negli ambienti economici e commerciali ma anche in quelli politici, la Conferenza del Grano che si è riunita a Roma. Essa si proponeva di studiare tre ordini di problemi e precisamente: l'ordinamento internazionale della produzione granaria, l'ordinamento del credito agrario internazionale nei riguardi della coltura dei cereali, l'ordinamento del commercio internazionale del grano.

Come è noto i Paesi grandi produttori di grano attraversano una fortissima crisi. Si tratta di una crisi di sovraproduzione che si è naturalmente riflessa in una crisi di prezzi, codesti in questi ultimi tempi a valori assai bassi. La crisi è complicata dalla esistenza di fortissime riserve accumulate negli ultimi anni di eccesso di produzione rispetto al consumo.

La produzione mondiale del grano è andata rapidamente crescendo con ritmo costante in questi ultimi anni. Dai 910 milioni di quintali prodotti in tutto il mondo (esclusa la Russia) nel 1925, si è passati a 925 milioni nel 1926, a 986 milioni nel 1927, a 1065 milioni nel 1928. Dopo una pausa a 933 milioni nell'anno 1929 di scarsa produzione generale, si è ritornati oltre i 1000 milioni di quintali nel 1930.

Queste cifre, le quali pure non tengono conto della produzione russa in rapido incremento, sono molto superiori ai consumi. Ne segue che fortissimi stocks si vanno accumulando nei Paesi produttori. Per la campagna 1929-30 la eccedenza di disponibilità è stata di circa 280 milioni di quintali (di cui 182 per l'America settentrionale e 50 per l'Argentina); per la campagna in corso 1930-31 si valuta una disponibilità eccedente di 350 milioni di quintali.

Se si pensa che il consumo mondiale è valutato intorno a meno di 600 milioni di quintali all'anno, si vede che gli stocks rimasti dalle sole due ultime campagne granarie superano il consumo mondiale annuale. Questa semplice constatazione illumina tutta la gravità della situazione nei riguardi dei Paesi maggiori produttori.

Per quanto riguarda più strettamente l'Europa che è la maggiore produttrice ma anche la maggior consumatrice di grano, noi troviamo che la produzione è molto cambiata negli ultimi anni. Si sono infatti prodotti 382 milioni di quintali nel 1925, poi 331 milioni di quintali nel 1926, per riprendere a 347 milioni nel 1927, salire a 383 nel 1928, a 389 nel 1929 e ridiscendere a 364 milioni nel 1930. Le disponibilità rimaste nelle ultime due campagne e spettanti quasi esclusivamente ai Paesi danubiani, furono di 15 milioni e di 14 milioni di quintali rispettivamente. Queste cifre non tengono conto della produzione russa la quale nelle due ultime campagne ha lasciato una disponibilità esportabile rispettivamente di 2 e di 20 milioni di quintali di grano. Questa contestazione illustra l'aspetto europeo della crisi e l'entità economica della possibile concorrenza del grano russo.

E' facile comprendere come in questo stato di cose il compito della Conferenza del grano fosse arduo e complesso. Gli interessi in giuoco, che sono di vitale importanza non soltanto economica ma anche politica, si presentano assolutamente contrastanti. E' chiaro infatti che gli Stati esportatori di grano hanno tutto l'interesse a realizzare accordi tendenti a limitare le produzioni e a impedire che negli altri Paesi si vadano estendendo le culture granarie. D'altra parte è anche chiaro che gli Stati importatori nulla hanno a guadagnare da simili provvedimenti, i quali non sortirebbero, a loro riguardo, altro effetto che quello di provocare un rialzo dei prezzi e di aggravare la loro soggezione economica verso i Paesi esportatori.

Non deve dunque far meraviglia se le discussioni alla Conferenza di Roma furono ampie, vivaci e tali da assumere qualche volta l'aspetto veramente polemico. Si sono viste affiorare proposte estremiste ed ingenue nella loro unilaterale impostazione. Tali per esempio quella di imporre limiti alle superficie coltivate a grano, il contingentamento obbligatorio, il controllo internazionale sui prezzi, ecc.

Nelle discussioni si è anche delineato un singolare contrasto fra i Paesi europei e quelli d'oltre mare. E' forse un nuovo sintomo di quella solidarietà continentale che va lentamente maturando in Europa attraverso i grandi avvenimenti del nostro secolo e che va preparando un nuovo aspetto avvenire? Certo è che a Roma molto si è parlato di «Paesi europei» e «Paesi transoceanici», espressioni queste che non erano molto in uso fino ai nostri giorni. Si è addirittura arrivati a rinfacciare all'Europa la crisi di cui soffrono l'America e l'Australia, quasi che dell'Europa fosse la colpa di non aver mantenuto la promessa di aumentare il consumo, secondo le previsioni che oltre oceano si erano fatti in base alle risultanze degli anni del dopo guerra! D'altra parte si è vista affiorare e riscuotere molta attenzione una proposta di tariffa preferenziale a favore dei Paesi europei esportatori di grano in confronto delle Nazioni d'oltre oceano.

Anche discussioni si sono svolte circa l'esportazione di grano da parte della Russia e si sono in proposito ripetute le accuse di dumping, accuse recisamente respinte dal rappresentante sovietico. La prospettiva della ripresa su vasta scala dell'esportazione russa, ha pesato, si può dire, su tutta la Conferenza come un incubo malamente dissimulato.

Il punto di vista dell'Italia è stato nettamente delineato dall'On. Mussolini nel discorso inaugurale e successivamente dalla Delegazione italiana. La battaglia del grano è per noi solo un aspetto della più grande battaglia agricola, nè si vuole in alcun modo sviluppare la cultura granaria artificialmente oltre i limiti naturali, a scapito delle altre culture. La soluzione della crisi è additata, anzichè nella riduzione della produzione, nello sviluppo dei consumi, poichè, come rilevò l'On. Mussolini, i documenti preparati dall'Istituto Internazionale di Agricoltura di Roma dimostrano che l'aumento della produzione granaria avrebbe dovuto essere assorbito dall'aumento della popolazione mondiale.

*

Il Conto del Tesoro a fine febbraio non porta ancora l'auspicata notizia del pareggio mensile. Le ragioni di miglioramento nelle risultanze di bilancio, che siamo andati più volte esponendo non sono ancora riuscite a invertire il movimento relativo delle entrate e delle spese. Queste ultime restano ancora sensibilmente superiori alle entrate sebbene la politica di riduzione delle spese sia in atto e venga perseguita con energica volontà.

La fortissima crisi economica e industriale che travaglia il mondo e quindi anche, sia pure in maniera non particolarmente grave, il nostro Paese, si ripercuote nettamente sull'andamento delle entrate dello Stato le quali da parecchi mesi ormai segnano una netta e decisa inflessione. Non bisogna quindi meravigliarsi se il disavanzo complessivo di bilancio va gradatamente aumentando di mese in mese.

Si tratta di condizioni assolutamente eccezionali le quali hanno la loro ragione in fenomeni di carattere generale e indipendente dalle particolari risorse locali e della struttura economica dei singoli Paesi. La violenza stessa raggiunta ormai dalla crisi e la sua universalità fanno ritenere che essa non possa prolungarsi per molto tempo ancora e che condizioni più normali e meno difficili debbono presto andare ristabilendosi.

In questo stato di cose errerebbe chi volesse giudicare dello stato dell'organismo finanziario italiano dalle apparenze contingenti, così come errerebbe chi volesse dare eccessivo risalto al disavanzo verificatosi fino ad ora nel bilancio statale e trarne conseguenze sulla stabilità della nostra economia e della nostra impalcatura industriale e commerciale.

Non è dalle condizioni eccezionali che si deve giudicare della potenzialità di un Paese, come non è nei momenti di malattia che si può giudicare un organismo. Costituzionalmente il nostro complesso economico è saldo e robusto e capace di vivere di una vita ampia e pulsante; l'odierno malessere non dipende da una malattia organica, ma per così dire, da condizioni traumatiche o asfittiche, le cui conseguenze cesseranno col cessare delle cause immediate che le producono. La nostra fede rimane ferma nella capacità di progresso, di stabilità, e di benessere del nostro Paese, e la nostra convinzione non è infirmata dalla attuale debolezza e dalla odierna crisi per violenta che essa sia.

Che anzi se, come è nella convinzione di tutti, noi troveremo l'energia per resistere e per uscire da questo periodo nero, noi ci troveremo migliorati nel nostro complesso per la severissima, quasi feroce, selezione che la crisi stessa ha provocato. Certo oggi nel commercio non v'è più posto se non per gli avveduti, gli energici e i capaci. Tutti i deboli, gli inetti, tutte le soprastrutture ingiustificate o artificiose, per poco che la crisi si prolunghi saranno eliminati in modo completo. E resterà così soppressa una delle peggiori eredità del periodo di guerra e di immediato dopo guerra, quando tutti potevano improvvisarsi commercianti o industriali con facilità di successo, ingombrando la strada agli organismi più saldi, più robusti, più esperti. Le esperienze numerose e anche gravissime che tutti abbiamo dovuto osservare in questi pochi ultimi anni sono una riprova di quanto male possa fare alla economia della nazione, l'incapacità degli improvvisatori e la irresponsabilità di certi giuocatori della fortuna.

Bene dunque è venuta, sotto questo aspetto, la selezione, rivendicazione delle ferree leggi economiche, inesorabili e precise come tutte le leggi naturali che non è lecito mai infrangere o trascurare. Le ferite che essa ha lasciato nell'organismo economico della nazione saranno presto rimarginate quando l'ambiente sia ritornato normale e un breve periodo di prosperità basterà a cancellare il danno dei molti mesi di crisi.

La prova che l'Italia si sostiene e si difende bene in questa gravissima lotta che tutte le economie statali vanno svolgendo nel difficile momento presente, la troviamo nella eloquenza stessa delle cifre.

Mentre nella maggior parte degli altri Paesi, i bilanci vanno continuamente peggiorando e non danno ancora nessun segno di ripresa, da noi la ripresa del bilancio statale è ormai delineata anche se ancora mantenuta in limiti modesti. Vi sono dunque delle energie attive all'opera che reagiscono efficacemente ai malefici influssi ambientali e che stanno riprendendo il sopravvento e preparano la ripresa.

Se noi osserviamo infatti l'andamento dei bilanci mensili quali risultano dalle pubblicazioni ufficiali dei Conti del Tesoro, è facile rilevare come da parecchi mesi ormai il disavanzo mensile, pur persistendo, vada gradatamente riducendosi cosicchè alla fine di ogni successivo mese il nuovo disavanzo verificatosi riesce inferiore alla media di quelli dei mesi precedenti dello stesso esercizio.

Può essere interessante riassumere qui le cifre dei disavanzi verificatisi nei primi 8 mesi dell'esercizio, cioè sino alla fine del mese di febbraio ultimo scorso. Il primo mese, cioè il luglio 1930, ha dato un disavanzo complessivo, della parte effettiva e del movimento capitali, di 124 milioni di lire; l'agosto arrivava a 223 milioni di disavanzo; il settembre ne registrava 224; nell'ottobre si verificava una eccedenza passiva di 198 milioni; in novembre si scendeva a 186 milioni; in dicembre a 182 milioni; in gennaio a 170 milioni. Anche più significativo è l'andamento del disavanzo verificatosi nella parte effettiva del bilancio, prescindendo cioè dal movimento capitali, che costituisce un capitolo singolare dell'esercizio finanziario statale. Troviamo

infatti, nella parte effettiva, un disavanzo di 123 milioni in luglio, di 208 milioni in agosto, di 207 milioni in settembre, di 149 milioni in ottobre, di 143 milioni in novembre, di 121 milioni in dicembre, di 90 milioni in gennaio e finalmente di 109 milioni di lire in febbraio, come è detto specificatamente più avanti.

Come si vede la tendenza a raggiungere il pareggio è decisa e costante, se anche l'andamento del diagramma rivela tutto lo sforzo e tutta la fatica che una tale ascesa comporta. Ad ogni modo nel momento attuale già può e deve essere di conforto notare che le cose tendono a migliorare anzichè a peggiorare.

*

Passando all'analisi dettagliata del Conto del Tesoro a fine febbraio, troviamo che in tale mese si sono accertate entrate effettive per complessivi 1628 milioni di lire. Nello stesso mese le spese effettive sono salite a 1737 milioni di lire, onde ne emerge un disavanzo mensile effettivo di 109 milioni di lire, come sopra si è detto. Questa cifra è leggermente superiore a quella toccata nel precedente mese di gennaio, ma si mantiene notevolmente al di sotto della media dei disavanzi mensili di tutti i mesi precedenti, che è stata di 164 milioni di lire.

Il disavanzo totale finora verificatosi nell'esercizio in corso cresce quindi ulteriormente. Dai 1041 milioni di fine gennaio, si arriva così, per la parte effettiva del bilancio, a 1150 milioni di lire a fine febbraio.

Meno favorevole è stato l'andamento del movimento dei capitali. Qui infatti nel mese di febbraio si è avuta una eccedenza passiva di 97 milioni di lire, che è fra le maggiori verificatesi durante il corrente esercizio. Nell'insieme delle due categorie, si arriva dunque ad un disavanzo di 1247 milioni di lire nei primi 8 mesi di esercizio.

Non si tratta come si vede di cifre trascurabili. La situazione è senza dubbio penosa e grave, tanto più dopo l'ormai lungo periodo di bilanci costantemente attivi ai quali ci eravamo ormai abituati. Ma non si tratta nemmeno di un fenomeno eccessivamente allarmante, dato che, come abbiamo prima osservato, esso ha carattere assolutamente eccezionale e, senza dubbio alcuno, transitorio. E' insomma un arresto, non una discesa.

Le disponibilità di cassa si mantengono buone. Alla fine di febbraio si aveva infatti un fondo di cassa, liquido e immediatamente spendibile, di 1921 milioni di lire, dei quali 1648 in conto corrente colla Banca d'Italia e 273 milioni presso la Zecca, la Tesoreria o i corrispondenti del Tesoro all'estero.

Un piccolo aumento si è avuto nell'ammontare dei debiti pubblici, limitato però ad una somma assolutamente trascurabile, di 10 milioni di lire. L'incremento è dovuto al debito fluttante in conseguenza di maggiori somme affluite sui Conti Correnti fruttiferi del Tesoro.

Questa resistenza ad aumentare i debiti pubblici pur nelle difficili condizioni economiche e finanziarie presenti, è uno degli aspetti più caratteristici e più confortanti dell'attuale lotta per la difesa della economia dello Stato. Di tale resistenza va fatto lode incondizionata alle sfere responsabili perchè essa costituisce un coefficiente importantissimo per la possibilità della futura ripresa quando le mutate condizioni generali lo permetteranno.

In diminuzione è stata invece la circolazione bancaria che si è ridotta, durante il mese di febbraio, di altri 83 milioni di lire; si è scesi così a 15.129 milioni di lire di circolante.

*

E' stato distribuito alla Camera in forma ufficiale lo stato di previsione dell'esercizio finanziario prossimo, cioè per l'anno finanziario 1931-32. Esso è stato compilato con perfetta obbiettività e con criteri rigidamente prudenziali, tenendo presenti le conseguenze della crisi odierna che si è supposto abbiano a prolungarsi anche per l'esercizio prossimo. D'altra parte si è anche, come è naturale, tenuto conto, nel preventivare le spese, degli alleggerimenti derivati dalle riduzioni effettuate sulle paghe al personale e delle economie che, nelle varie assegnazioni, sarà possibile effettuare in conseguenza della diminuzione dei prezzi e dei costi.

Con tutto ciò è deciso di impostare il bilancio risolutamente sulla base di una previsione di deficit. E' un atto di sincerità e di energia che va lodato perchè mette nettamente il Paese di fronte allo stato reale delle cose e imprime a tutti il senso della responsabilità del momento. Non è detto del resto che i risultati reali che si riscontreranno alla fine dell'esercizio non abbiano ad essere migliori delle previsioni. La grande prudenza colla quale queste furono compilate lo lascia sperare; e d'altra parte basterebbe che l'auspicata ripresa generale dell'economia si delineasse, come molti ritengono, nel corrente anno, perchè le previsioni venissero a trovarsi subito superate e invertite.

Ad ogni modo nella sua forma attuale che può ritenersi quasi definitiva, il bilancio preventivo contempla, pel prossimo esercizio finanziario, un disavanzo di 575 milioni e 760.263 lire, complessivamente nelle due categorie.

Esso risulta nel modo seguente:

Il capitolo entrate prevede per le entrate ordinarie effettive un gettito di 18.731 milioni di lire, a cui vanno aggiunti 168 milioni di entrate effettive straordinarie; per il movimento capitali si prevedono entrate per 4796 milioni di lire. Si arriva così ad un totale previsto di 23.695 milioni di lire, circa.

Nel capitolo spese si prevedono: per la parte effettiva 14.684 milioni di spese ordinarie e 4639 milioni di spese straordinarie; per il movimento capitali le spese previste ammontano a 4947 milioni. Complessivamente si arriva quindi ad una previsione di spese di 24.271 milioni circa.

Il disavanzo previsto totale di 576 milioni, risulta quindi dovuto per 151 milioni al movimento dei capitali e per 425 milioni alla parte effettiva del bilancio.

Come si è detto nel fare le previsioni delle entrate si è tenuto conto delle contrazioni del gettito dovute alla crisi imperversante. Le diminuzioni previste riguardo all'esercizio precedente sono le seguenti, pei diversi capitoli. Imposte dirette, 817 milioni in meno; imposte indirette sui consumi 392 milioni di minor gettito; monopoli 385 milioni in meno; entrate diverse 104 milioni in meno. Si arriverebbe così ad un complesso di quasi 1600 milioni di minori entrate. Le diminuzioni ora enunciate sono però in parte compensate da alcune voci in aumento.

Per le imposte dirette l'unica voce prevista in aumento è quella della imposta sui fabbricati, per 10 milioni di lire, essendosi tenuto conto della parziale revisione dei redditi. Un forte aumento è invece previsto nel gettito della tassa sugli scambi in seguito alla unificazione dell'aliquota fissata col Decreto 20 giugno 1930: si tratta di circa 560 milioni di maggior provento per questa tassa. Un aumento di 19 milioni è pure previsto dalle tasse di successione, in applicazione alle norme restrittive delle esenzioni famigliari; 10 milioni in più sono previsti per le imposte ipotecarie, 13 milioni per le tasse automobilistiche, e altri minori incrementi per altre voci.

Nelle imposte indirette, la maggiore importazione di grano lascia prevedere un incremento di circa 100 milioni nel gettito della corrispondente imposta, mentre forti diminuzioni sono previste sui proventi doganali in genere, come conseguenza del rallentato movimento di merci coll'estero. In leggero aumento sono previste le tasse sul consumo del gas, dell'energia elettrica ed altre voci minori.

Come conseguenza finale di tutti questi spostamenti si ha, rispetto all'esercizio precedente, una minore entrata prevista complessiva di circa 1020 milioni di lire. Le conseguenze della crisi sono dunque state tenute nella debita considerazione e ciò attesta della serietà colla quale questi stati di previsione vengono compilati.

Per quanto riguarda le spese si è pure riusciti a realizzare una economia rispetto all'esercizio precedente, limitato però ad una somma assai inferiore alla riduzione prevista delle entrate, e precisamente a 378 milioni per la parte effettiva. Ciò spiega come il bilancio del nuovo esercizio sia previsto in deficit.

L'economia nelle spese complessive si è realizzata pur lasciando un certo margine di espansione ad alcune voci di esse, rispondenti a più impellenti bisogni. Così si sono previsti 113 milioni in più per interessi di debiti; 21 milioni di aumento nelle spese per organi e servizi generali dello Stato; 290 milioni di maggiori spese sono consentiti per la difesa militare dello Stato; 10 milioni di maggiori stanziamenti si sono dedicati alla costruzione di strade; e ancora, troviamo 18 milioni di aumento per l'incremento della economia della nazione e 1 milione per maggiori spese di beneficenza e assistenza sociale.

Questa analisi un poco dettagliata, ricavata dalla Nota del Ministro delle Finanze che accompagna la presentazione del preventivo ai deputati, illustra i concetti coi quali il nuovo bilancio è stato compilato. Si è voluto tenere conto delle difficoltà riducendo le entrate in modo da evitare brusche e spiacevoli disillusioni, come contropartita si è fatto ogni sforzo per ridurre le spese e ricondurle entro i limiti minimi possibili, senza tuttavia rinunciare ad alimentare la vita e il progresso del Paese; si è preferito accettare il disavanzo che arrestare lo sviluppo dell'attrezzatura dello Stato o indebolire l'efficienza della sua sicurezza nell'incerto momento politico europeo.

*

La disoccupazione, come era da attendersi, dato il fenomeno stagionale ben noto, è andata ulteriormente crescendo durante il mese di febbraio. L'aumento è stato però relativamente modesto essendo stato limitato a poco più di 40.000 individui. Si è infatti passati da 722.612 disoccupati, quanti si avevano alla fine di gennaio, a 762.325 alla fine di febbraio.

Questa massa di disoccupati probabilmente segnerà il massimo dell'annata o resterà assai poco al di sotto di esso, poichè è prevedibile che all'aprirsi della stagione primaverile la ripresa delle attività agricole e in generale di tutte quelle che si svolgono all'aperto, abbia a far sentire i suoi benefici effetti arrestando ed invertendo il movimento di incremento degli operai senza lavoro. Può quindi essere interessante analizzare rapidamente la ripartizione geografica e per categoria della disoccupazione.

Del totale di operai senza lavoro sopra citato, circa 166.000 erano donne e il rimanente uomini. L'aumento verificatosi nel mese di febbraio, sensibilmente inferiore a quello del mese di gennaio, è stato dovuto quasi esclusivamente alla maestranza maschile, il numero delle donne senza lavoro essendo aumentato soltanto di circa un migliaio.

L'agricoltura, la caccia e la pesca davano 22.689 disoccupati; le industrie che lavorano i prodotti dell'agricoltura, della caccia e della pesca, ne davano 57.488; le industrie estrattive dal sottosuolo, 19.481; le industrie che lavorano i metalli 56.143; le industrie che lavorano i minerali, le costruzioni edilizie, stradali e idrauliche 231.554; le industrie delle fibre tessili 90.300; le industrie chimiche 9318; le in-

dustrie e i servizi rispondenti a bisogni collettivi 39.095; gli esercizi pubblici 13.354. Si avevano poi 5826 disoccupati non specificati e 20.087 appartenenti a categorie non operaie.

Dei 722.612 disoccupati, ve ne erano, alla fine di febbraio, 200.000 che fruivano del sussidio di disoccupazione.

L'influenza stagionale nella determinazione dell'ingente massa di personale senza lavoro, è messa chiaramente in evidenza dalle cifre ora esposte le quali però rivelano anche lo stato di crisi di certe industrie, come quella tessile la quale lascia in libertà ben 90.000 operai.

La distribuzione regionale risente naturalmente l'influenza diretta della densità relativa della popolazione e dello stato di sviluppo industriale e agricolo delle diverse regioni. Il maggior contributo è quindi portato dalle zone settentrionali, più popolose, più intensamente industriali o, come l'Emilia, a grande sviluppo agricolo. Troviamo infatti 73.470 disoccupati in Piemonte, 30.705 in Liguria, 122.193 in Lombardia, 13.282 nella Venezia Tridentina, 124.580 nel Veneto, 14.665 nella Venezia Giulia, 147.811 nell'Emilia, 31.873 nella Toscana, 8502 nelle Marche, 7059 nell'Umbria, 11.058 nel Lazio, 16.494 negli Abruzzi e Molise, 34.214 nella Campania, 35.590 nelle Puglie, 2789 in Basilicata, 19.030 in Calabria, 61.123 in Sicilia e 11.887 in Sardegna.

Come si vede tutte le regioni d'Italia contribuiscono al doloroso fenomeno della disoccupazione il quale sarebbe certamente anche più grave se non si fosse pensato a svolgere il vasto piano di lavori di pubblica utilità studiato e realizzato appunto per portare nel modo migliore qualche sollievo alla difficile situazione del mercato del lavoro.

Una vera e propria soluzione del fenomeno non può attendersi che dalla auspicata ripresa della attività industriale la quale è a sua volta dipendente dall'andamento mondiale della crisi. E' quindi impossibile e sarebbe fuori luogo fare previsioni sull'andamento della disoccupazione nei prossimi mesi.

Tuttavia oltre al coefficiente di miglioramento dovuto all'aprirsi della buona stagione, segnaliamo, per ora soltanto a titolo di indizio, un richiamo di operai da parte delle industrie tessili: in questa categoria infatti il numero dei disoccupati, durante il mese di febbraio, ha segnato una piccola ma pur significativa diminuzione. Una ripresa in questo ramo tanto importante delle nostre industrie, se successivamente confermato, sarebbe il miglior sintomo dell'inizio del capovolgimento della penosa situazione generale presente.

*

Il mese di marzo è stato meno favorevole del precedente per le nostre Borse. Mentre la prima ottava è stata caratterizzata da un grande nervosismo e influenzata dalle difficoltà di sistemare i riporti di fine febbraio, nella seconda parte del mese è subentrata una grande calma e una certa svogliatezza che ha avuto anche le sue ripercussioni su qualche debolezza nelle quotazioni. Si tratta forse di una pausa di sistemazione sulle posizioni raggiunte prima di riprendere il movimento ascensionale che le condizioni tecniche del mercato borsistico e la migliorata situazione internazionale dovrebbero favorire.

Sempre ottimo il comportamento dei titoli di Stato, abbastanza largamente trattati e in buona vista.

I bancari hanno avuto qualche incertezza nella seconda ottava, ma sono stati nel complesso tranquilli e poco trattati.

Tendenza piuttosto debole e limitata attività hanno manifestato i titoli tessili. Fanno eccezione le sete artificiali, largamente trattate.

Abbastanza resistenti i titoli meccanici e metallurgici per quanto con attività molto ristretta.

Pesanti e poco trattati i saccariferi e gli immobiliari; quasi trascurati i titoli di esportazione.

I titoli elettrici hanno dato luogo a scambi animati; sebbene nel complesso le quotazioni si spostino di poco, essi manifestano in chiusura una tendenza piuttosto pesante.

RENATO SAN NICOLO'.

*

Variazioni dei titoli elettrici nel mese di marzo.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	500	689,—	682,—	679,—
Lombarda	500	610,—	601,—	588,—
Bresciana	200	221,—	220,—	213,—
Adamello	250	215,—	207,—	202,—
Unione Esercizi Elettrici	50	75,—	75,—	73,—
Elettrica Alta Italia	250	168,—	170,—	172,—
Officine Elettriche Genovesi	250	303,—	302,—	299,—
Adriatica	100	210,—	201,—	206,—
Compagnia Imprese Elettriche Liguri	175	237,—	236,—	235,—
Ligure Toscana	200	272,—	270,—	269,—
Generale Elettr. della Sicilia	100	84,—	86,—	84,—
Elettrica Brioschi	250	466,—	467,—	455,—
Emiliana Esercizi Elettrici	350	448,—	439,—	422,—
Forze Idrauliche Crespi	375	441,—	442,—	433,—
Elettrica Valdarno	100	175,—	183,—	182,—
Tirso	250	173,—	170,—	166,—
Terni	400	395,—	390,—	389,—
Meridionale di Elettricità	250	278,—	279,—	275,—
Idroelettrica Piemontese	125	129,—	128,—	127,—
Dinamo	200	194,—	193,—	194,—
Elettricità e Gas di Roma	500	780,—	752,—	761,—

*

Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di marzo.

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI

Carboni da vapore:						
Cardiff primario	L.	164,—	a L.	167,—	alla tonn.
Americano	»	157,—	» »	159,—	»
Slesia	»	133,—	» »	135,—	»
Sarre	»	152,—	» »	154,—	»
Antraciti:					
Inglese primaria (in pezzatura)	»	240,—	» »	265,—	»
Tedesca (in pezzatura)	»	272,—	» »	300,—	»
Coke:					
Coke da gas nazionale	»	190,—	» »	195,—	»
» » » inglese	»	—,—	» »	—,—	»
» metallurgico	»	185,—	» »	200,—	»
Petrolio	»	183,—	» »	203,—	al Q.le
Nafta:					
Per Diesel	»	475,—	» »	550,—	alla tonn.
Per caldaie	»	270,—	» »	320,—	»
Benzina in fusti	»	232,—	» »	292,—	al Q.le

METALLI

Ghisa:					
Eglinton N. 1	»	595,—	» »	600,—	alla tonn.
Middlesbrò N. 3	»	480,—	» »	485,—	»
Ematite	»	525,—	» »	530,—	»
Lussemburgo-Lorena	»	390,—	» »	395,—	»
Ferro:					
Laminato omogeneo	»	81,50	» »	83,50	al Q.le
Poutrelles	»	80,50	» »	83,50	»
Lamiere da 4 mm. in più	»	100,—	» »	—,—	»
Acciaio:					
Rapido per utensili	»	400,—	» »	2150,—	»
Martin resist. 50-70	»	105,—	» »	145,—	»
Tubi bollitori	»	275,—	» »	325,—	»
Rame:					
Elettrolitico	»	475,—	» »	955,—	»
In fogli comuni	»	725,—	» »	745,—	»
In barre tonde e quadre	»	710,—	» »	720,—	»
Stagno in pani	»	1225,—	» »	1275,—	»
Zinco in pani 1ª fusione	»	170,—	» »	180,—	»
Piombo in pani 1ª fusione	»	155,—	» »	165,—	»
Antimonio in pani	»	455,—	» »	475,—	»
Ottone in barre	»	450,—	» »	470,—	»
Alluminio in pani	»	820,—	» »	860,—	»

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Variazione delle Cariche Sociali nelle seguenti Sezioni

SEZIONE ADRIATICA

PRESIDENZA: (Vedi Annuario 1931).
CONSIGLIERI: Cesari Pietro E. - Ciarletta Ettore - Jazzarelli Gino - Pantoli Pio - Pomilio Alessandro.
CONSIGLIERI DELEGATI: Agostinelli Antonio - Cocciadiferro Alfredo - Colombati Italo - Martini Ugo - Minetti Gualtiero - Pederzini Agostino.

SEZIONE DI BOLOGNA

PRESIDENZA: *Presidente*, Gnudi Edgardo; *Vice Presidente*, Spani Domenico Filippo; *Segretario*, Plotti Francesco; *Cassiere*, Vigone Adolfo.
CONSIGLIERI: Bartoli Corrado - Bertazzoni Ugo - Carboncini Guglielmo - Ferri Ivo - Fiorini Gaetano - Mazzanti Edmondo - Regazzoni Carlo - Romagnoli Tito - Supino Giulio - Zocca Roberto.
CONSIGLIERI DELEGATI: Cricca Pier Felice - Finzi Carlo - Grandi Antonio - Monteguti Aldo - Pelagatti Francesco - Rizzoli Luigi - Sperti Gildo - Venturi Filippo - Sartori Giuseppe.

SEZIONE DI GENOVA

PRESIDENZA: (Vedi Annuario 1931).
CONSIGLIERI: Albertazzi Alberto - Balsamo Natale - Bassi Attilio - Bochicchio Canio - Bonaria Leonello - Calissano Leopoldo - Frediani Ulisse - Pernigotti Giacomo - Queirolo Rinaldo - Rossi Luigi Vittorio - Serrato Virgilio - Vallauri Riccardo.
CONSIGLIERI DELEGATI: Buffa Mario - Cantù Alberto - Comola Alessandro - Fanno Gino - Occhialini Augusto - Pessano Angelo - Sala G. B. - Viviani Giuseppe - Volterrani Leopoldo - Zanini Mario.

SEZIONE DI MILANO

PRESIDENZA: *Presidente*, Norsa Renzo; *Vice Presidente*, Gasparoni Luigi; *Segretario*, Scolari Tito; *Cassiere*, Rigatti Gian Antonio.
CONSIGLIERI: Barbagelata Angelo - Bovone Edoardo - Carcano F. E. - Correggiari Francesco - Fadini Carmelo - Ganassini Gaetano - Molinari C. A. - Orefici Giuseppe - Pugno Vanoni Enzo - Gavazzi Giuseppe - Quadrio Antonio - Semenza Marco.
CONSIGLIERI DELEGATI: Norsa Renzo - Banfi Enrico - Bauchiero Giuseppe - Bosisio Lorenzo - Bottani Ercole - Broggi Silvio - Campos Gino - Cavadini Giov. Battista - Cesari Ettore - Covi Adolfo - Ferrario Arturo - Ferrerio Piero - Fioretti Luigi - Forti Angelo - Forzani L. V. - Giorgi Gualtiero - Gorla Giuseppe - Lori Ferdinando - Manfredi Francesco - Pandiani Agostino - Ratti Natale - Rebora Gino - Saini Riccardo - Santuari Emilio - Seassaro Carlo - Semenza Marco - Sesini Enrico - Taccani Alberto - Tommasi Luigi - Ucelli Guido - Vismara Arturo.

SEZIONE DI PALERMO

PRESIDENZA: *Presidente; Vice Presidente; Segretario; Cassiere*, Lo Bue Lo Vico Giovanni.
CONSIGLIERI, (vedi Annuario 1931).
CONSIGLIERI DELEGATI, (vedi Annuario 1931).

SEZIONE DI ROMA

PRESIDENZA: (Vedi Annuario 1931).
CONSIGLIERI: Anastasi Anastasio - Asta Antonino - Biagini Augusto - Clarini Luigi - Di Pirro Giovanni - Fano Guido - Fascetti Carlo - Gori Vittorio - Grillo Guido - Pession Giuseppe - Salvadori Riccardo - Schupfer Francesco.
CONSIGLIERI DELEGATI: Bonati Isidoro - Bordoni Ferdinando - Colombo Attilio - De Stefani Giuseppe - La Valle Ernesto - Martorelli Eugenio - Neri Filippo - Puccioni Corrado - Riccioni Nestore - Terzaghi Giulio - Tronconi Giuseppe.

SEZIONE DI TORINO

PRESIDENZA: (Vedi Annuario 1931).
CONSIGLIERI: Ajani Francesco - Arigo Giuseppe - Brunetti Mario - Formica Antonio - Giorelli Angelo C. - Lignana Giuseppe - Loria Mario - Palestrino Carlo - Rocca Alfredo - Roncaldier Aldo - Sacchi Valentino - Tedeschi Giulio.
CONSIGLIERI DELEGATI: Bertoldo Giovanni - Biroli Rinaldo - Bolognino Domenico - Bordiga Clemente - Campari Giuseppe - Jean Gaspare - Lutz Hans Gustavo - Marchisio Mario - Morelli Ettore - Nocilla Cesare - Orsi Alessandro - Parmeggiani Giuseppe - Polettini Aldo - Rossi Pier Paolo - Stanzani Carlo.

SEZIONE DI TRENTO

PRESIDENZA: (Vedi Annuario 1931).
CONSIGLIERI: Accettella Giuseppe - Chinatti Carlo - Heren Leo - Torzi Riccardo.
CONSIGLIERI DELEGATI: Minghetti Giuseppe - Trematore Raffaele.

SEZIONE DI TRIESTE

PRESIDENZA: (Vedi Annuario 1931).
CONSIGLIERI: Bartoli Gianni - Bennari Bernardo - De Almerigotti Carlo - Lohr Ernesto - Pedretti Carlo - Pippa Giuseppe.
CONSIGLIERI DELEGATI: Apollonio Antonio - Benussi Pedro - Carnera Luigi - Salerni Giovanni - Tomatis Pio Luigi.

*

Per comodità dei lettori, questo elenco delle cariche sociali è riportato anche a pag. VII della pubblicità in questo numero del giornale, affinchè i soci possano staccare il foglio e introdurlo nell'Annuario 1931 a modifica di quanto ivi pubblicato.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO.

Riunione del 13 *marzo* 1931-IX. — Presiede il Vice presidente Ing. Gasparoni che porta ai soci della Sezione il saluto dell'Ing. Norsa assente ed esprime il proposito della nuova presidenza di continuare nello svolgimento del programma così felicemente sviluppato dal precedente consiglio direttivo per mantenere sempre vivo il collegamento intellettuale tra i soci. Chiude il suo breve discorso, sicuro interprete del pensiero di tutti i soci, inviando un vivo plauso all'Ing. Manfredi che per tre anni ha tanto validamente contribuito al favorevole sviluppo della Sezione. Dà poi la parola all'Ing. **Alessandro Banfi**, Direttore Tecnico delle Costruzioni dell'« E.I.A.R. », e lo invita a riferire sull'argomento: « **Moderna tecnica radiofonica e stato attuale della radiofonia in Italia** ».

L'oratore, dopo alcuni richiami di ordine generale sulla radiodiffusione, passa ad esaminare le caratteristiche di maggiore interesse che si presentano nei radiotrasmettitori e ricevitori attuali, con particolare riguardo agli sforzi fatti per il miglioramento della loro qualità musicale. Dà poi alcuni dati sulle moderne sale di trasmissione (auditori), sulle valvole di grande potenza, sugli oscillatori a cristallo piezoelettrico ed a compensazione termica, che consentono di ottenere una grande stabilità nella lunghezza d'onda prescelta, sui circuiti speciali per amplificatori ad alta frequenza di grande potenza, ecc.

Nella seconda parte della sua comunicazione l'Ing. Banfi passa in rapida rassegna gli impianti radiotrasmittenti dell'« E.I.A.R. » attualmente in esercizio in Italia, scendendo a maggiori dettagli per il Centro Radiofonico di Roma, comprendente le due stazioni di Santa Palomba ad onda media e di Prato Smeraldo ad onda corta, e incidentalmente fa un cenno anche sulla radiotelefonia a onde cortissime a fascio applicata per le comunicazioni telefoniche fra il continente e la Sardegna.

Accenna poi alle nuove stazioni in costruzione e prossime a entrare in esercizio di Trieste, Palermo, Firenze ed alla nuova grande stazione di Milano da 50 kW.

Infine illustra brevemente la rete di intercollegamenti musicali fra le varie stazioni radiofoniche italiane, rete che è già stata attuata per le stazioni settentrionali di Milano, Torino, Genova e per quelle meridionali di Roma e Napoli, e che è in attuazione per quelle di Trieste e Roma con Milano.

Alla fine un vivo aplauso ha salutato l'oratore, col quale il presidente si è vivamente congratulato per la chiara esposizione fatta con particolarissima competenza su di un argomento, che è sempre di vitale interesse anche per la sua portata sociale, in quanto la radiofonia adempie magistralmente al compito di mantenere il collegamento anche con coloro che devono esplicare la loro attività lontano da ogni contatto col mondo civile.

* *

SEZIONE DI ROMA.

Venerdì 30 gennaio alle ore 21,15 presso la nostra sede, S. E. il Prof. Ing. Giuseppe Belluzzo ha tenuto una conferenza sul seguente argomento: « **La turbina a vapore applicata alla trazione** ».

La bella sala era gremita di pubblico; tutto il mondo tecnico e ferroviario di Roma era presente. Vi era fra gli altri il Direttore Generale delle FF. SS. Ing. Oddone e il Presidente Generale dell'A.E.I. Prof. Bordoni; telegrafarono le LL. EE. Federzoni, Ciano, Balbino Giuliano, Pennavaria.

Il Presidente Urbinati ha aperto la riunione rivolgendo un vivo ringraziamento all'Illustre Conferenziere ed agli intervenuti ed ha ricordato come il Belluzzo, in Italia, fosse lo studioso ed il propugnatore della turbina a vapore e delle sue applicazioni.

Il Presidente dà quindi la parola al Conferenziere il quale ha messo a punto gli intervenuti sull'importante questione dell'applicazione della turbina alla locomotiva, facendo rilevare che l'Italia anche in questo campo nulla tralascia per essere tra le prime nazioni nella conquista dei perfezionamenti tecnici.

La dotta e chiara conferenza fu salutata alla fine da lunghi applausi, e da molti intervenuti fu espresso il desiderio che il Prof. Belluzzo tenga informati i Colleghi dei progressi dell'importante problema.

*

Venerdì 6 febbraio alle ore 21,15 il Presidente Urbinati apre la riunione: presenta il Conferenziere Ing. **Felice Fiorentini**, ringraziandolo vivamente, mettendo in rilievo l'importanza assunta dall'applicazione dell'automatismo agli impianti elettrici, argomento che forma oggetto della conferenza e che l'oratore svolgerà con la sua particolare competenza. Da quindi la parola all'Ing. Fiorentini.

La Conferenza, illustrata da proiezioni, è seguita con vivissimo interesse dai numerosi intervenuti, è salutata alla fine da lunghi applausi, ed il Conferenziere viene vivamente complimentato.

*

La sera del 27 febbraio c. a., alle ore 21,15, il Comm. Ing. **Guido Leone Fano**, Amministratore Delegato della « Società Elettricità e Gas di Roma », ha tenuto, nella bella sala di Palazzo Baldassini, una conferenza: « **Sulla regolazione dei servizi elettrici disimpegnati nella Capitale e nel Lazio** dalla sua Società ».

Erano presenti il Sen. O. M. Corbino, il Prof. Ing. Ugo Bordoni, Presidente Generale dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, il Gr. Uff. Enrico Parisi, Presidente della Società Elettricità e Gas di Roma, e tutto il mondo tecnico e culturale che in Roma si occupa di problemi elettrici.

Il Conferenziere ha esposto anzitutto quale era la condizione degli impianti di produzione e distribuzione della E. G. R. nel 1923: una sola trasmissione Terni-Roma a 50.000 volt sulla quale veniva trasportata la maggior parte dell'energia assorbita dalla rete; le centrali dell'Aniene collegate a Roma a mezzo di una trasmissione a 30.000 volt Subiaco-Tivoli-Roma, e di una trasmissione a 10.000 volt direttamente collegata con la rete urbana cavi. Il collegamento tra i sistemi Terni e Tivoli, si compiva quindi attraverso la rete cavi, la quale infine alimentava «in coda» la zona S. Paolo, quando la centrale termica era inattiva.

In queste condizioni l'esercizio era malsicuro, e la regolazione della tensione lasciava molto a desiderare.

Il Conferenziere ha ricordato come dette condizioni di insufficienza di impianti della E. G. R. fossero dovute a cause in parte comuni ad altre Società Elettriche nel dopoguerra, in parte a condizioni particolari della Società esercente in Roma, che avevano paralizzato ogni attività e possibilità di miglioramento.

L'Ing. Fano ha esposto quindi il programma di riorganizzazione concepito nel 1923, e la cui esecuzione è stata effettuata negli ultimi sei anni. Ha ricordato i nuovi impianti di produzione costruiti sull'Aniene e sul Liri e il rimodernamento della centrale termica di San Paolo.

Ha esposto quindi lo sviluppo dato alle trasmissioni a 60.000 volt (seconda trasmissione Terni-Roma, le due trasmissioni Roma-Tivoli e le linee Tivoli-Subiaco e Tivoli-Segni-Ceprano) ed infine il potenziamento della rete urbana di Roma, alimentata oggi da quattro sottostazioni, di cui tre nuove, a 60.000 volt, inserite su un anello di linee a 60.000 volt che circonda il piano regolatore della città, e funziona come sbarre di ripartizione dell'alimentazione della rete stessa.

I risultati del lavoro compiuto sono stati dal Conferenziere riassunti nella seguente tabella:

a) Potenza idroelettrica a disposizione . .	kW	45.000	100.000
— coefficiente rispetto alla max richiesta		1	1,5
b) Potenza termoelettrica	kW	18.000	30.000
— coefficiente rispetto alla max richiesta del gruppo		0,4	0,5
c) Lunghezza delle terne di linee di trasporto e grande distribuzione (56 ÷ 60 kV)	km	150	660
d) Capacità in kVA di trasporto verso Roma	kVA	40.000	100.000
— coefficiente rispetto alla max richiesta		1,2	2,3
e) Capacità in kVA, dei trasformatori abbassatori delle sottostazioni Roma . .	»	39.000	95.000
— coefficiente rispetto alla max richiesta dai trasformatori stessi		1,2	2,2
f) Capacità in kVA dei feeders alimentanti le sottostazioni satelliti	»	25.000	56.000
— coefficiente rispetto alla max richiesta		1	1,8
g) Lunghezza dei canapi ad alta e bassa tensione della rete Roma	km	800	1.050
h) Capacità dei sincroni installati . . .	kVA	——	42.000
» » » funzionanti norm.	»	——	26.000

Il Conferenziere è quindi passato ad illustrare come sia disposto il servizio sulla rete E.G.R.: suddivisione della rete in parti metallicamente separate, sia nella rete linee a 60.000 volt (quattro compartimenti collegati in parallelo attraverso i trasformatori delle centrali e sottostazioni), sia nella rete cavi di Roma, sezionata in 4 settori dipendenti ciascuno da una sottostazione a 60.000 volt.

Ha esposto inoltre il notevole miglioramento del funzionamento della rete di trasporto e grande distribuzione a 60.000 volt, miglioramento indicato tangibilmente dai seguenti dati:

Durata equivalente (cioè ricondotta ad interruzione totale, per le interruzioni parziali) delle interruzioni sul servizio Roma provocate da guasti alla rete linee a 60.000 volt:

1925	Ore 5
1926	» 1,20'
1927	» 1,51'
1928	» 0,39'
1929	» 0,12'
1930	» 0,8',5

Il conferenziere ha quindi spiegato come il miglioramento ottenuto sul funzionamento della rete cavi, pur essendo notevolissimo, è però meno importante di quello ottenuto sulle altre parti di impianti; ha indicato quali sono le cause dei guasti ai cavi od alle cabine di distribuzione, prevalentemente derivanti da manomissioni esterne, ed ha spiegato come sia limitata la possibilità di prevenire detti guasti.

L'importanza però del miglioramento globale della continuità del servizio è stata dimostrata dall'Ing. Fano a mezzo delle statistiche che la E.G.R. esegue scrupolosamente da alcuni anni con un metodo particolarmente espressivo. Dette statistiche riconducono ad una misura unica (interruzione totale) anche le interruzioni parziali, la cui durata viene ridotta in ragione della estensione colpita, ottenendosi delle durate equivalenti ad interruzioni totali.

Le cifre prodotte dal conferenziere hanno mostrato come ponendo uguale a 100 il valore delle interruzioni verificatesi nell'anno 1925, il valore corrispondente dell'anno 1930 sia disceso a 16, con una conseguente riduzione a meno di un sesto del valore nell'anno 1925.

L'Ing. Fano è passato quindi ad esporre i provvedimenti adottati per il miglioramento di un'altra caratteristica di qualità del servizio e cioè la regolazione della tensione.

Vi si è provveduto con una doppia regolazione automatica in centrale ed in arrivo a Roma, dove presso le tre sottostazioni principali a 60.000 volt sono stati installati motori sincroni, dei quali sono normalmente in funzione 3 gruppi per complessivi 26.000 kVA.

Detti sincroni in parallelo sulle sbarre 8.400 volt delle sottostazioni, sono dotati di apparecchiatura Brown Boveri per la regolazione automatica di tensione e la diseccitazione automatica. La regolazione automatica e compoundata sulla base del carico della sottostazione, in modo da compensare in parte le perdite sulle canalizzazioni sotterranee.

Alcune coppie di diagrammi di tensione rilevati nel 1923 ed oggi sulle sbarre di sottostazioni e presso utenti, hanno chiaramente dimostrato il perfezionamento raggiunto anche in questo campo.

Una rapida rassegna dei provvedimenti analoghi in programma per le zone di distribuzione delle Società filiali in provincia, ha chiuso infine la conferenza dell'Ing. Fano.

.. .. ATTIVITÀ DELLE SEZIONI .. ..

SEZIONE DI CATANIA (Piazza Trento, 2).

27 Aprile - ore 17,30. — POLIZZI Ing. Cesare: «Concetti Tayloriani sulla organizzazione scientifica del lavoro».

11 Maggio. — PATANÈ Ing. Giuseppe: «Applicazioni dell'elettricità all'agricoltura. - Limiti entro cui sono consigliabili i sollevamenti d'acqua per irrigazione».

SEZIONE DI GENOVA (Salita S.ta Caterina, 4).

9 Aprile - ore 21,15 (nella Sede del Dopolavoro, Gruppo C.I.E.L.I. in via Raggio). — BUSSEI Comm. Ettore: «Sistemi elettromeccanici per la risoluzione dei problemi del tiro sulle moderne navi da guerra».

SEZIONE DI MILANO (Via S. Paolo, 10).

20 Aprile - ore 21,15. — LOMBARDI Ing. Prof. Gr. Uff. Luigi: «Il centenario dell'induzione elettromagnetica e l'opera di Michele Faraday».

24 Aprile - ore 21. — Visita alla Fiera Campionaria.

SEZIONE DI NAPOLI (Via Chiaia, 216).

10 Aprile - ore 21,15. — BOURELLY Ing. Guido: «Comunicazioni ad onde convogliate su conduttori ad alta tensione». Seguirà l'assemblea generale straordinaria dei soci, per modifiche da apportare al Regolamento interno della Sezione.

22 Aprile - ore 17 (nei locali della R. Scuola d'Ingegneria). — Continuazione della conferenza dell'Ing. Francesco MOTTI, dal titolo: «Cenni pratici sulle sottostazioni di trasformazione».

SEZIONE DI ROMA (Via delle Coppelle, 35).

17 Aprile. BORDONI Ing. Ferdinando: «I moderni impianti elettrici teatrali».

Errata - corrige

Nella prima puntata dell'articolo dell'Ing. Della Riccia: «Procedimento razionale per lo studio completo delle caratteristiche del motore di trazione a corrente continua», pubblicato nel numero del 5 aprile sono incorse alcune inesattezze di composizione che qui rettifichiamo.

A pag. 214 nel § 2: si deve leggere:
m il rapporto di demoltiplicazione della velocità angolare presentata dagli ingranaggi, moltiplicato per $\frac{\pi}{4}$.

A pag. 214 nel § 3: si legga:
4) La perdita per ventilazione ed alle spazzole p_4 che cresce colla velocità V soltanto.
5) La perdita negli ingranaggi ed ai supporti p_5 che cresce, ecc. ....

A pag. 215 nel § 6: dove trovasi scritto $4 \pi N i$ si deve leggere: $0{,}4 \pi N i$.

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.*

(I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 25 Aprile 1931 - ANNO IX N. 12

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La prossima Riunione Annuale.

Il 20 aprile u. s. si è tenuta la seduta del Consiglio Generale dell'A.E.I. Mentre ci riserviamo di dare prossimamente notizia dei lavori del Consiglio, annunciamo fin d'ora che è stata scelta come sede della XXXVI^a^ Riunione Annuale, la città di Perugia.

Tema della Riunione sarà tutto quanto concerne le stazioni di trasformazione intese in senso lato; argomento quindi vastissimo e che poteva costituire anche a priori una sicura garanzia per il successo tecnico della Riunione. Oggi si può ben dire che tale successo sia pienamente assicurato essendosi già potuto concretare un primo elenco — che riportiamo più avanti — comprendente una trentina di relazioni e di memorie.

Non mancheremo di informare i lettori sugli ulteriori sviluppi del lavoro di organizzazione di questa XXXVI^a^ Riunione sociale, alla quale la sede scelta conferisce anche il più grande interesse dal punto di vista artistico e turistico.

Gli Atti della XXXV Riunione Annuale.

Quasi a buon auspicio per la Riunione futura, sono stati da breve tempo pubblicati gli Atti del passato Congresso di Trieste. Si tratta di un grosso volume di 563 pagine che raccoglie le relazioni presentate e le discussioni che ne sono seguite. Nel complesso esso costituisce una documentazione veramente notevole sul problema delle centrali termoelettriche, argomento di tanta importanza e così vivacemente discusso nel momento attuale anche nel nostro Paese.

Il volume, che continua ben degnamente la serie degli Atti della nostra Associazione, viene ceduto ai soci al prezzo di L. 55 che è veramente inadeguato anche al semplice valore librario della pubblicazione. Essa non dovrebbe mancare nella biblioteca di nessun socio, costituendo il complemento necessario alla raccolta del nostro giornale.

Sincroni ed asincroni.

Chi esamini l'orientamento attuale degli studi sui sistemi di grande trasmissione non può non rimanere colpito dalla tendenza che va via via accentuandosi e che è imposta del resto da vera e propria necessità, ad approfondire sempre più certe questioni che, ritenute fino a non molti anni fa di piccola importanza, sono per contro balzate in primissimo piano in questi ultimi tempi.

Il tecnico che progetti oggi od esercisca un impianto od una rete ad altissima tensione, non può più considerare le diverse membrature che entrano nella loro costituzione ed i molteplici organi, automatici in gran parte, sfruttati nell'esercizio come altrettante unità separatamente concepite e studiate, e legate poi tra loro da relazioni che potremmo chiamare occasionali. Il crescere, con le potenze, delle distanze e delle tensioni di trasmissione, accentuando in modo imprevisto fenomeni particolari che sfuggivano prima per la loro entità alla osservazione diretta od ai quali era possibile far fronte con mezzi di estrema modestia, hanno creato dei vincoli ben definiti tra caratteristiche di linea e caratteristiche di macchine; le questioni inerenti alla stabilità dei sistemi ed alla protezione del macchinario hanno condotto d'altro lato allo studio approfondito delle modalità di eccitazione e di regolazione, donde legami, prima assai « laschi », che si sono, forse inaspettatamente, rinsaldati o addirittura creati tra parti che avevano delle relazioni di interdipendenza assai dubbie nei vecchi impianti.

Non è improbabile che in un prossimo avvenire si trovi la maniera di apprestare i mezzi analitici che permettano una visione d'insieme, totalitaria vorremmo dire, dei problemi inerenti ai trasporti di energia. Oggi possiamo ritenere di essere ancora nella « zona di passaggio »; e come in tutti i periodi di transizione non può che essere profondamente sentita la necessità di lavori d'insieme, di sintesi, i quali rendano famigliari, illustrino e chiariscano le necessità nuove che si sono presentate, i legami che si sono creati e le molteplici soluzioni che per determinati problemi sono state proposte ed attuate.

Siamo perciò lieti di additare all'attenzione dei lettori il poderoso lavoro dell'Ing. SANTUARI di cui iniziamo in questo numero la pubblicazione. Esso mette a punto parecchie tra le questioni fondamentali relative alle macchine sincrone in quanto ha riferimento ad alcuni dei compiti ad esse richiesti nei moderni impianti di trasmissione ed estende l'esame a quelle asincrone che tendono, com'è noto, almeno in alcuni casi particolari, ad invadere il campo nel quale le prime tenevano, fino a pochissimi anni or sono, un assoluto primato.

Nella odierna puntata è trattato un problema di particolare importanza: quello del funzionamento delle macchine sincrone su carichi capacitivi. Problema del massimo interesse per i riferimenti che esso ha con quello della messa in tensione delle grandi trasmissioni e del loro funzionamento a vuoto od ai bassi carichi.

Il Giappone industriale.

Lo scorso anno il Prof. Lombardi, in una ampia serie di articoli ha reso conto ai lettori del giornale dei lavori svolti al Congresso Mondiale di Ingegneria di Tokyo. I lettori, che gli sono grati per averli messi al corrente di quanto è avvenuto in quella lontana assise della tecnica mondiale, leggeranno con piacere il testo della comunicazione tenuta alla Sezione di Roma e di cui iniziamo la pubblicazione; in essa il Prof. Lombardi traccia un interessante quadro dello sviluppo tecnico e industriale del Giappone cominciando dalla crisi che il Paese ha dovuto superare dopo l'ultimo spaventoso cataclisma che lo ha colpito col terremoto del 1923.

La borsa “ Alessandro Volta ”.

Rammentiamo ai soci che sta per scadere il termine concesso per la presentazione delle domande di concorso per la borsa « Alessandro Volta » istituita, come è noto, nel 1927 dalla Italy-America Society per un ingegnere elettrotecnico italiano che voglia passare un anno di perfezionamento presso un Istituto americano.

Invitiamo quindi gli interessati, che ancora non l'avessero fatto, ad inviare con sollecitudine la loro domanda alla Segreteria della Sede Centrale dell'A. E. I.

LA REDAZIONE.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUI SINCRONI E SUGLI ASINCRONI

E. SANTUARI

Comunicazione riassunta alla Sezione di Milano il 23 maggio 1930

La memoria è suddivisa in due parti. La prima tratta delle macchine sincrone e ne considera anzitutto il funzionamento in regime fortemente sottoeccitato su sistemi ad altissima tensione marcianti a vuoto. Esamina l'importanza che hanno a questo riguardo le caratteristiche proprie delle macchine sincrone, quelle delle linee e dei trasformatori. Le considerazioni vengono estese alle macchine a due frequenze di regime, per le quali vengono specificati i requisiti a cui esse devono soddisfare. Segue una esposizione dei diversi sistemi di eccitazione, dei pregi e inconvenienti delle differenti soluzioni. La prima parte chiude con una trattazione generale del funzionamento delle macchine sincrone alimentanti vasti sistemi di produzione e trasmissione di energia ad altissima tensione con alcune considerazioni sul problema della stabilità e sui differenti criteri adottati in Europa ed in America per affrontarlo e risolverlo.

La seconda parte tratta delle macchine asincrone, munite di rotore alimentato da eccitatrici separate a collettore, destinate a produrre o ad assorbire potenza reattiva. Descrive i diversi sistemi di eccitazione e le differenti macchine a collettore usate come eccitatrici, parla dei vari sistemi di avviamento adottati e enumera le caratteristiche principali di questa speciale categoria di macchine asincrone. La memoria chiude con un raffronto comparativo fra i vantaggi e gli inconvenienti offerti dalle macchine sincrone e da quelle asincrone.

I. - INTRODUZIONE.

Una trattazione teorica, conseguentemente logica, dell'argomento consiglierebbe di dare la precedenza agli asincroni, perchè essi rappresentano, per così dire, il prototipo di macchina, della quale la sincrona può considerarsi come macchina derivata.

E infatti, se si prende una macchina asincrona, se ne provvede il rotore di un avvolgimento non distribuito uniformemente, ma raggruppato in modo conveniente, allargando le cave in cui esso è collocato e lo si alimenta mediante corrente continua, si ottiene una macchina sincrona vera e propria a poli salienti. Già le macchine autosincrone (asincrone sincronizzate) sono di per se stesse, sebbene sieno munite di avvolgimento rotorico uniformemente distribuito, delle macchine sincrone, colle quali hanno in comune tutte le principali caratteristiche e il modo di funzionamento normale.

Ma la presente memoria non è destinata ad essere una trattazione puramente teorica, e vana sarebbe la fatica del lettore che volesse cercarvi esposizioni o svolgimenti di teorie vecchie o nuove. Essa vuole solamente prospettare in linee generali alcuni aspetti speciali dei problemi inerenti alle caratteristiche e funzionamento delle macchine, o meglio di quelle sincrone, che si presentano con maggior frequenza al tecnico che si occupa dello studio, esecuzione e esercizio di moderni sistemi ad altissima tensione. E sotto questo riguardo essa cerca di riferirsi in modo particolare a certe specialissime condizioni di servizio, comuni a molti dei nostri impianti, quasi completamente sconosciute all'estero.

Queste le ragioni per cui, data l'importanza capitale assunta dai sincroni nei nostri servizi di produzione, trasmissione e di distribuzione di energia e nelle diverse applicazioni industriali, e tenuto perciò conto della loro estrema diffusione, essi occuperanno la prima parte della memoria.

La seconda parte sarà invece dedicata agli asincroni. Essa pure non avrà carattere generale e perciò non tratterà che di una categoria speciale di queste macchine e precisamente degli asincroni con avvolgimento rotorico eccitato da macchine separate a collettore, destinati a funzionare da condensatori-reattori, producendo o assorbendo potenza reattiva.

La memoria si chiuderà con un succinto raffronto fra le caratteristiche dei sincroni e degli asincroni [1].

II. - I SINCRONI [2].

1. - Funzionamento a carico capacitivo (regime sottoeccitato) [3].

a) Nozioni generali.

E' una delle condizioni particolari di funzionamento propria dei sincroni che alimentano lunghe linee di trasmissione ad altissima tensione, condizione che nei sistemi di trasmissione per tensioni medie, non superiori agli 80 kV, era generalmente appena avvertita e, non avendo sensibili ripercussioni sul funzionamento dei sincroni, passava, si può dire, inosservata.

Adottate per le nuove linee tensioni superiori a 100 kV, rese necessarie dal bisogno di trasmettere potenze sempre maggiori a distanze sempre più lunghe, le condizioni di funzionamento in regime capacitivo divennero sempre più gravose in causa dell'elevato valore della potenza reattiva che i sincroni sono costretti ad assorbire dalla linea funzionante a vuoto per mantenere la tensione entro limiti normali.

E si noti bene che questa forte richiesta di potenza capacitiva (potenza reattiva negativa) da parte della linea non è dovuta solo al valore assoluto della sua capacità, ma bensì principalmente all'elevata tensione colla quale essa è alimentata. Esistono infatti delle reti di cavo molto estese in cui l'ordine di grandezza della capacità è assai superiore a quello della maggioranza delle lunghe linee di trasmissione, che tuttavia, essendo esercite a tensione relativamente bassa, richiedono delle potenze capacitive di molto inferiori a quelle richieste dalle linee aeree ad altissima tensione.

E tanto più gravose possono riuscire le condizioni di funzionamento in regime capacitivo dei sincroni alimentanti sistemi ad altissima tensione, in quanto che, a seconda della potenza dei sincroni stessi, della lunghezza e della tensione della linea, queste condizioni possono essere quelle che determinano in prima linea il progetto e la costruzione delle macchine.

Parlando in questo capitolo di carico capacitivo, funzionamento capacitivo, ecc., ci riferiremo alla potenza capacitiva *resa* dalla macchina sincrona, funzioni essa da motore o da alternatore. Considereremo poi sempre la macchina sincrona come *generatrice* di corrente *reattiva,* indifferentemente dalle sue condizioni di funzionamento inte-

---

(1) Al riassunto presentato alla Sezione di Milano furono aggiunte alcune notizie sui risultati d'esercizio ottenuti con un gruppo convertitore di frequenza, la cui macchina asincrona è controllata da un complesso di macchine a collettore in cascata. Questa aggiunta è stata omessa dalla presente memoria per due ragioni principali. Il suo contenuto, benchè sia in parte, per quel che riguarda il principio e il modo di funzionare della macchina asincrona col dispositivo in cascata, connesso coll'argomento svolto nella seconda parte (gli asincroni), si riferisce tuttavia ad un campo di applicazione (regolazione per via elettrica della potenza attiva) del tutto diverso da quello trattato.

In secondo luogo il volere svolgere con sufficiente chiarezza, pur limitandosi alle considerazioni più essenziali, un argomento così complesso e multiforme e riferire sulla grande messe di dati e risultati pratici che l'A. ebbe campo di raccogliere in questi ultimi tempi, per costituirne il terzo capitolo della memoria equivarrebbe ad aumentarne a dismisura le proporzioni.

L'A. nutre fiducia che le sue occupazioni gli consentano in un tempo non lontano di riferire ampiamente sugli aspetti generali e particolari del problema della conversione di frequenza, sulle diverse soluzioni pratiche, integrali e particolari e sulla esperienza raccolta nella messa a punto e l'esercizio di un gruppo che ha probabilmente fornito un contributo non lieve ad inquadrare il problema nei suoi veri aspetti pratici e a risolverlo in modo confacente alle esigenze dell'esercizio.

(2) La letteratura tecnica è assai ricca di pubblicazioni estere apparse su questo argomento o su argomenti affini. Troppo lungo sarebbe volerne dare un elenco che non potrebbe riuscire che incompleto.

Speciale valore per la loro chiarezza, profondità e acume sono i seguenti articoli del Dott. Mandl, pubblicati negli ultimi anni.

Dr. Ing. MANDL: Das Aufladen grosser Netze mit Drehstromgeneratoren - E. u. M., 1926, pag. 577.
— Beitrag zur Theorie der Synchronmaschine mit ausgepraegten Polen - E. T. Z., 1925, pagg. 484, 527.
— Beruecksichtigung der Schenkelstreuung bei der Ermittlung der Erregung der Synchronmaschinen - E. T. Z., 1926, pagg. 697, 1246.
— Das synchronisierende Moment von Drehstromgeneratorem mit ausgepraegten Polen - E. T. Z., 1928, pag. 1905.
— Die Nutenharmonischen in der Spannungskurve von Drehstromgeneratoren - E. u. M., 1926, pag. 325.
— Kippgrenze und Stossgrenze bei der Synchronmaschine mit ausgepraegten Polen - E. u. M., 1927, pag. 181.
— Das Verhalten der Synchronmaschine bei veraenderlicher Spannung, Frequenz und Belastung - E. u. M., 1928, pag. 671.
— Die charakteristischen Gressen fuer den dreiphasigen Dauerkurzschluss und ploetzlichen Kurzschluss der Synchronmaschine - E. u. M., 1929, pag. 569.
— Messungen an einem Synchronphasenschieber fuer 30.000 kVA - E. u. M., 1930, n. 7.
— Dauer und Stosskurzschluss des Drehstromgenerators mit ausgesprochenen Polen - V. D. E. Fachberichte 1929, pag. 92.
— Synchrone oder asynchrone Phasenschieber - Dal volume: Petersen - Forschung und Technik, Berlin, J. Springer, pag. 251.

(3) Cfr. anche: C. PALESTRINO: Le caratteristiche delle macchine elettriche in relazione al loro funzionamento sulle grandi linee ad altissima tensione e di notevole lunghezza. - En. El., vol. IV, 1927, fascicoli VII, pag. 720; VIII, pag. 839; IX, pag. 942. — R. RUEDENBERG - Elektrische Schaltvorgaenge - Berlin, J. Springer, 1926.

ressanti la potenza attiva (reale), potenza che per la maggior parte dei casi che esamineremo è di entità e di effetti del tutto trascurabili e tali da non infirmare praticamente la esattezza delle nostre deduzioni.

L'espressione *capacitivo* si riferirà dunque sempre ad una macchina *sottoeccitata, induttivo* ad una macchina *sovraeccitata* [4].

b) Caratteristiche fondamentali - Potenza massima capacitiva. - Limiti inferiori dell'eccitazione e impiego della controeccitazione.

A fig. 1 sono riprodotte la caratteristica a vuoto V e quella in corto circuito I_c di una macchina sincrona. C è il punto di funzionamento corrispondente alla potenza normale reattiva resa dalla macchina alla tensione $V_n = \overline{O\,C_3} = \overline{C_0\,C}$ colla corrente $I_n = \overline{(C)\,D}$ alimentante un circuito puramente induttivo. Per raggiungere queste condizioni di funzionamento è necessario eccitare la macchina con una corrente $i = \overline{O\,C_0}$, che a vuoto avrebbe indotto nello statore la tensione: $\overline{C_0\,C_1} > \overline{C_0\,C}$.

L'abbassamento di tensione è dovuto, come è noto, a due cause: all'effetto smagnetizzante della reazione d'indotto, raffigurato dal tratto $\overline{B\,C}$, in questo caso in completa opposizione a quello della eccitazione rotorica $\overline{C_3\,C}$, e alla caduta di tensione provocata dalla reattanza dello statore, tratto $\overline{A\,B}$.

Le lunghezze dei tratti $\overline{A\,B}$ (tensione di reattanza) e $\overline{B\,C}$ (reazione d'indotto), che formano i cateti, e dell'ipotenusa $\overline{A\,C}$ del triangolo caratteristico di Potier $A\,B\,C$ sono proporzionali al valore della corrente statorica I.

Non è il caso di esporre i diversi metodi per determinare i valori della reattanza e della reazione d'armatura.

Se si aumenta gradatamente a tensione costante V_n il valore della reattanza costituente il circuito induttivo alimentato dalla macchina, si riduce contemporaneamente il valore della corrente e si riducono in proporzione i lati dal triangolo di Potier, che per un valore infinito della reattanza in parola ($I = 0$) vengono a fondersi in un punto solo A_1, quando la macchina funziona a vuoto. Il punto A_1 si trova infatti sulla caratteristica a vuoto V e l'eccitazione totale risultante è perciò in questo caso quella corrispondente al funzionamento a vuoto.

Alimentando per contro colla macchina un circuito puramente capacitivo, la corrente erogata dallo statore non si trova più come prima a 90° in ritardo sulla tensione, ma bensì a 90° in anticipo. L'effetto di questa corrente in quadratura è perciò opposto a quello del caso precedente.

La fig. 1 mostra precisamente come per un certo valore della corrente, in questo caso capacitiva, rappresentato per es. dall'ipotenusa $\overline{A_2\,C_2}$ del triangolo di Potier, sia sufficiente una corrente di eccitazione rotorica pari a $\overline{C_3\,C_2}$ per dare ai morsetti la tensione V_n, corrente che in funzionamento a vuoto avrebbe indotto nello statore della macchina una tensione di molto inferiore. Si vede dalla figura che in condizioni di funzionamento capacitivo il senso della reazione d'armatura e della tensione di reattanza s'invertono rispetto a quelli del funzionamento induttivo: la reazione d'armatura ha un effetto magnetizzante che si somma algebricamente a quello della eccitazione rotorica e la tensione di reattanza si somma pure algebricamente alla f.e.m. indotta.

(4) Le note espressioni generali che si riferiscono al funzionamento reattivo di una macchina si possono riassumere nella seguente tabella. Indipendentemente dal suo funzionamento come alternatore o come motore una macchina funzionerà:

a) in regime *sottoeccitato*: *generando* potenza capacitiva, ovvero potenza reattiva negativa;
assorbendo potenza induttiva, ovvero potenza reattiva (positiva);

b) in regime *sovraeccitato*: *generando* potenza induttiva, ovvero potenza reattiva (positiva);
assorbendo potenza capacitiva, ovvero potenza reattiva negativa.

E' compito di persone più competenti di noi e sopratutto dei fisici di dissertare sulla fondatezza e sul significato delle espressioni: «potenza» o «energia reattiva».

Noi per nostra propria esperienza possiamo affermare di avere trovato eminentemente pratico il criterio moderno di rinunciare per es. completamente a servirci delle solite nozioni di fattore di potenza in ritardo e in anticipo, tendendo perciò negli impianti alla abolizione di istrumenti indicatori o registratori di cos φ, sostituiti da misuratori di potenza o energia reattiva. Questo criterio serve a nostro giudizio ad orientare il personale di servizio in maniera più semplice, chiara ed evidente sulle effettive condizioni di funzionamento del macchinario e delle reti.

Istruito una volta per sempre, e con poca fatica, il personale sul senso, le cause e le conseguenze delle indicazioni di questi istrumenti, esso le afferra con tutta facilità, tenendole agevolmente impresse nella memoria e finisce per fare un minor sforzo mentale nell'interpretare il senso della lettura di un chilowattometro di potenza reattiva, che di quello di un indicatore di fattore di potenza, specie se questo funziona nei quattro quadranti.

In conclusione dalla fig. 1 si può rilevare che, con una corrente capacitiva di valore corrispondente al tratto $\overline{A_2\,C_2}$, con una corrente di eccitazione $\overline{C_3\,C_2}$ si ottiene ai morsetti della macchina una tensione $V_n = \overline{O\,C_3}$.

Aumentando ulteriormente il valore della capacità del circuito alimentato dal sincrono cresce proporzionalmente la corrente capacitiva da esso erogata, e per mantenere costante la tensione V_n si è costretti a ridurre la corrente di eccitazione. Si giunge però ad un limite che la macchina non può sorpassare e precisamente a quello in cui l'eccitazione rotorica diventa nulla. In questo caso la macchina è eccitata esclusivamente dallo statore e precisamente dalla corrente capacitiva che essa eroga, o in altre parole della corrente reattiva che essa assorbe, funzionando da semplice bobina di autoinduzione.

La macchina si trova in regime di autoeccitazione.

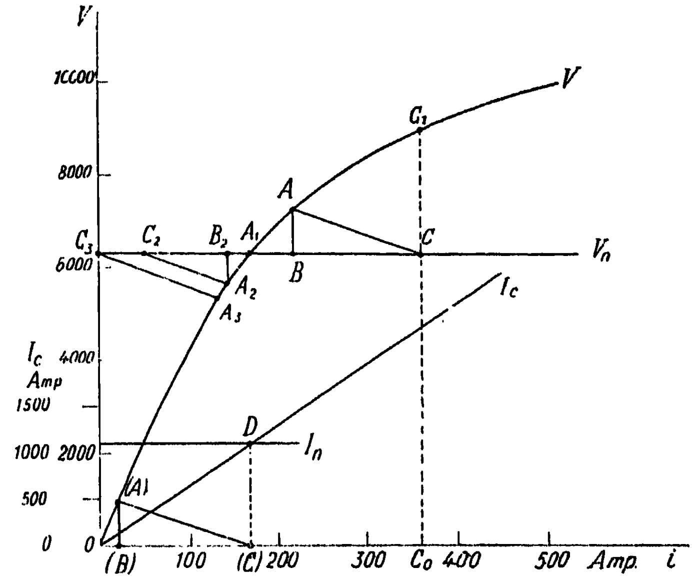


Fig. 1. — Caratteristica a vuoto e in corto circuito di una macchina sincrona.

Il punto di corrente massima capacitiva, sempre beninteso riferito alla tensione V_n, è rappresentato a fig. 1 dal punto C_3 per il quale la corrente di eccitazione rotorica $i = 0$. La corrente statorica capacitiva erogata è invece data dalla lunghezza $\overline{A_3\,C_3}$ dell'ipotenusa del triangolo di Potier.

Il valore reale di questa corrente viene facilmente desunto per proporzionalità dall'ipotenusa del triangolo di Potier per la corrente normale I_n, triangolo $A\,B\,C$. Questo triangolo è congruente con quello (A) (B) (C) e le lunghezze dei suoi lati si riferiscono alla corrente normale $I_n = \overline{(C)\,D}$.

La ricerca della corrente massima capacitiva che può erogare una macchina sincrona, di cui sono note le caratteristiche, si riduce quindi ad una semplicissima costruzione grafica. Dal punto C_3 sull'asse delle ordinate corrispondente al valore della tensione data si traccia verso la caratteristica a vuoto V una retta parallela all'ipotenusa del triangolo di Potier. La lunghezza di questa retta, compresa fra l'asse delle ordinate (punto C_3) e il punto d'intersezione colla caratteristica a vuoto (punto A_3), rappresenta nella scala di corrente valida per le ipotenuse del triangolo di Potier il valore della corrente massima capacitiva (tratto $\overline{C_3\,A_3}$).

La costruzione è approssimata e non tiene conto di alcuni fattori secondari, ma è di esattezza più che sufficiente per i bisogni pratici.

Sembrerebbe possibile di aumentare la corrente e quindi la potenza massima capacitiva di una macchina sincrona ricorrendo alla contro-eccitazione rotorica. Mentre questa misura non è affatto attuabile con macchine a rotore cilindrico, perchè esse perdono subito il passo anche con valori minimi di controeccitazione, e le ragioni sono più che evidenti, essa è poco consigliabile per quelle a poli salienti, perchè la controeccitazione riduce fino ad annullarla, la loro coppia di reazione, per poi invertire il senso della coppia, le rende estremamente instabili facendole poi uscire di passo e slittare di mezzo polo e raggiunge quindi l'effetto contrario di quello desiderato [5].

Motivi di indole pratica poi sconsigliano del tutto di scendere coll'eccitazione rotorica al valore zero per sfruttare la massima potenza capacitiva che può dare una determinata macchina sincrona.

(5) Ottimi risultati dà invece la controeccitazione per aumentare la rapidità della regolazione automatica della tensione, tanto che il suo uso a questo scopo va sempre più diffondendosi non solo in Europa, ma anche in America.

E qui occorre distinguere l'alternatore dal motore destinato a funzionare a vuoto come condensatore-reattore.

Mentre per il condensatore-reattore rotante è lecito di scendere a valori relativamente bassi della corrente di eccitazione, perchè esso è mosso dalla rete a cui è allacciato che ha generalmente una frequenza praticamente costante (a questo riguardo si deve però tener conto del fatto che in parecchi nostri impianti le oscillazioni di frequenza sono superiori a quelle delle medie degli impianti esteri), in altro modo si dovrà procedere per l'alternatore destinato a mettere in tensione una lunga linea a vuoto, azionato da un motore primo la cui velocità non può essere del tutto uniforme nella marcia a vuoto.

Chi vive e ha dimestichezza coi moderni impianti di produzione e trasmissione ad altissima tensione sa per esperienza quanto siano sensibili alle minime oscillazioni di frequenza le macchine sincrone che si trovino a funzionare nei pressi dell'autoeccitazione. Occorre assolutamente che la macchina abbia in qualsiasi momento una sufficiente riserva di eccitazione rotorica da poter ridurre per annullare gli effetti delle variazioni dell'eccitazione statorica da parte della capacità del sistema alimentato dalla macchina, dovute ai bruschi aumenti di frequenza. Ma vi è di più: un sistema ad alta tensione funzionante a vuoto e mantenuto in tensione da una macchina sincrona che per una ragione qualsiasi, per es., in causa di un eccessivo rapporto a vuoto del trasformatore elevatore relativo, abbia la tendenza a venire eccitata soverchiamente dalla linea, si trova, di fronte a fenomeni anormali, anche di indole secondaria, in condizioni analoghe, ci si permetta il paragone, a quelle in cui si trova un organismo debole e anemico di fronte ad una infezione anche di assai lieve natura. I fenomeni anormali esaltandosi per effetto delle costanti del sistema, tendono ad avere il sopravvento e soverchiare il decorso del fenomeno principale, che è quello della messa in tensione della linea, e possono per molte ragioni dare luogo ad un funzionamento instabile e anormale della macchina.

Con un opportuno valore dell'eccitazione minima rotorica questi inconvenienti vengono evitati senz'altro.

E' impossibile assolutamente dare delle cifre numeriche relative a questo minimo, perchè il limite varia da caso a caso. Sembrerebbe però consigliabile di non scendere coll'eccitazione rotorica di alternatori a valori inferiori a quello pari al 15 % dell'eccitazione a vuoto per tensione normale.

c) Rapporto di corto circuito e sua importanza.

Una grandezza caratteristica delle macchine sincrone e che è indice del loro grado di stabilità e della loro potenza capacitiva limite è il rapporto di corto circuito. Esso corrisponde al rapporto fra il valore della corrente di eccitazione rotorica necessaria per indurre nello statore a vuoto la tensione normale (tratto $A_1 C_3$ nella fig. 1) e il valore della corrente di eccitazione necessaria per fare circolare nell'alternatore chiuso in corto circuito la corrente normale (tratto $\overline{O\,(C)}$ nella figura 1).

Il Dr. Mandl lo definisce quale «potenza capacitiva percentuale» di una macchina: definizione giustificata dal fatto che il rapporto di corto circuito esprime in valore percentuale la quota parte assunta dalla massima eccitazione statorica rispetto a quella rotorica nell'indurre la f.e.m. normale di esercizio ai morsetti di un alternatore funzionante a carico induttivo. Esso dà una idea del «grado di reazione» del sincrono.

Quanto più elevato è questo rapporto, tanto più stabile è l'alternatore e tanto maggiore è la sua potenza massima in regime capacitivo. I suoi valori normali si aggirano sull'unità, potendo scendere nelle costruzioni europee fino a circa 0,6 a seconda dei casi. Negli alternatori destinati a funzionare e mettere in tensione lunghe linee di trasmissione il rapporto di corto circuito assume generalmente per necessità di cose valori superiori all'unità. In America poi, in relazione alle speciali condizioni di esercizio nelle quali funzionano i sistemi ad altissima tensione, si sono in certi casi raggiunti dei valori di 1,8-2,0.

Un esame della fig. 1 mostra che ad un elevato rapporto di corto circuito corrisponde una debole reazione d'indotto e quindi un'intensità forte di corto circuito.

d) Funzionamento su un sistema a vuoto - Effetto dei differenti fattori - Esempi pratici.

Una linea a vuoto (linea aerea o cavo) rappresenta per la macchina che la deve mettere in tensione una capacità di valore praticamente costante, la cui corrente assorbita è linearmente proporzionale alla tensione di alimentazione.

Se ω è la pulsazione, C la capacità, V_c la tensione ai morsetti della linea e I_c la corrente da essa assorbita, si potrà scrivere:

$$I_c = V_c\,\omega\,C. \qquad (1)$$

La relazione (1), che dà la caratteristica della linea, sarà rappresentata da una retta passante per l'origine. Conoscendo anche la caratteristica a vuoto dell'alternatore e le altre sue costanti si potrà facilmente determinare graficamente la corrente e la potenza erogata dall'alternatore alimentante la linea funzionante a vuoto.

La caratteristica a vuoto di un alternatore dà generalmente la tensione a vuoto riportata in funzione dalla corrente di eccitazione.

Esiste però una relazione, sufficientemente esatta per gli scopi pratici, fra il valore della corrente statorica di un alternatore funzionante a carico puramente reattivo e la sua corrente rotorica di eccitazione, relazione che si può dedurre facilmente dalla fig. 1.

L'effetto della corrente di eccitazione espressa in Ampere di corrente rotorica i, corrispondente al valore della reazione di indotto raffigurata dal cateto $\overline{B\,C}$ o $\overline{(B)\,(C)}$ del triangolo di Potier, equivale a quello della corrente statorica (I_n) per il quale questo triangolo è stato tracciato.

Per riportare nello stesso diagramma la caratteristica a vuoto dell'alternatore e quella della linea basta tracciare quest'ultima caratteristica riferendola ai valori della corrente rotorica i di eccitazione dell'alternatore, anzichè ai valori corrispondenti I_c della corrente di capacità della linea che deve essere erogata dallo statore dell'alternatore.

La relazione (1) andrà perciò modificata come segue:

$$i_c = k\,V_c\,\omega\,C$$

dove i_c è il valore della corrente di eccitazione rotorica corrispondente alla statorica I_c e k è una costante determinata nel modo già esposto.

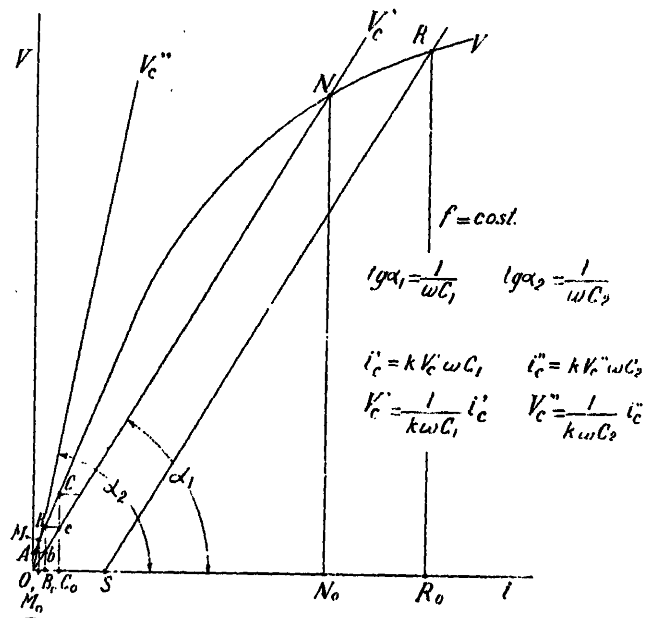


Fig. 2. — Caratteristiche a vuoto di una macchina sincrona e di due linee di differente capacità.

A fig. 2 è stata tracciata la caratteristica a vuoto V di un alternatore colle caratteristiche V_c' e V_c'' di due linee di differente capacità.

Per semplificare il diagramma si è trascurato l'effetto della tensione di reattanza dell'alternatore.

La caratteristica a vuoto V non parte dall'origine, ma bensì da un punto A corrispondente alla tensione residua a eccitazione zero.

Si supponga che l'alternatore alimenti la linea colla caratteristica V_c'.

La tensione residua $\overline{O\,A}$ provoca nella linea una corrente capacitiva $\overline{A\,b} = \overline{O\,B_0}$, la quale eccita l'alternatore ad una tensione $\overline{B\,B_0} > \overline{O\,A}$. Questa a sua volta dà luogo ad una corrente di linea $\overline{A\,b} + \overline{B\,c} = \overline{O\,C_0}$, che eccita l'alternatore ad una tensione superiore pari a $\overline{C\,C_0}$ e così via. Si vede come per effetto della capacità della linea l'alternatore vada gradatamente eccitandosi a mezzo della corrente statorica capacitiva assorbita dalla linea fino a raggiungere il punto d'equilibrio N, dato dall'incrocio dalle due caratteristiche, nel quale la tensione ai morsetti dell'alternatore è eguale a quella della linea ($V = V_c'$). L'alternatore si autoeccita fino alla tensione $V = \overline{N\,N_0}$. Contemporaneamente la corrente dell'alternatore cresce in proporzione lineare colla tensione fino al valore $I = \dfrac{i}{k} = \overline{O\,N_0}$ e la potenza reattiva della macchina fino a raggiungere quello di $Q = V\dfrac{i}{k}$.

Tutti questi valori possono anche essere di molto superiori a quelli consentiti dalla macchina stessa.

Il fenomeno di autoeccitazione, che non permette una regolazione della tensione dell'alternatore sotto quella corrispondente a questo regime di funzionamento, può essere più o meno rapido a seconda delle

costanti di tempo del circuito. Se la macchina avesse caratteristica rettilinea e avesse quindi un circuito magnetico privo di saturazione, tensione, corrente e potenza assumerebbero valori infiniti e il fenomeno sarebbe analogo a quello della risonanza. La saturazione, come si vede, pone un limite all'autoeccitazione.

Se invece l'alternatore alimenta la linea con una eccitazione rotorica pari a $\overline{OS}$, esso si eccita fino alla tensione $\overline{RR_0}$ data dall'intersezione della caratteristica a vuoto con quella della linea, spostata parallelamente a se stessa per un tratto orizzontale pari a $\overline{OS}$.

Allacciato lo stesso alternatore ad una linea di minore capacità la cui caratteristica V_c'' abbia una inclinazione sull'asse delle ascisse maggiore di quella della parte rettilinea della caratteristica a vuoto dell'alternatore, non si verifica nessun fenomeno di autoeccitazione e la tensione di regime $\overline{MM_0}$ assume valori particolarmente trascurabili. Per raggiungere la tensione d'esercizio occorre sempre intervenire eccitando convenientemente la macchina.

In pratica però l'effetto della tensione di reattanza dell'alternatore non è trascurabile, perchè esso concorre ad elevare sensibilmente la tensione ai morsetti dell'alternatore.

Nel metodo grafico di determinazione della tensione di regime di un alternatore funzionante direttamente su un circuito a capacità costante rappresentato nella fig. 3, si tiene conto anche della tensione di reattanza. V è la caratteristica a vuoto della macchina, L è quella del circuito capacitivo. La retta 1 dà la caratteristica della tensione dovuta alla capacità che si contrappone alla f.e.m. dell'alternatore, quindi la caratteristica rappresentante i valori della tensione di linea, diminuiti di quelli della tensione di reattanza.

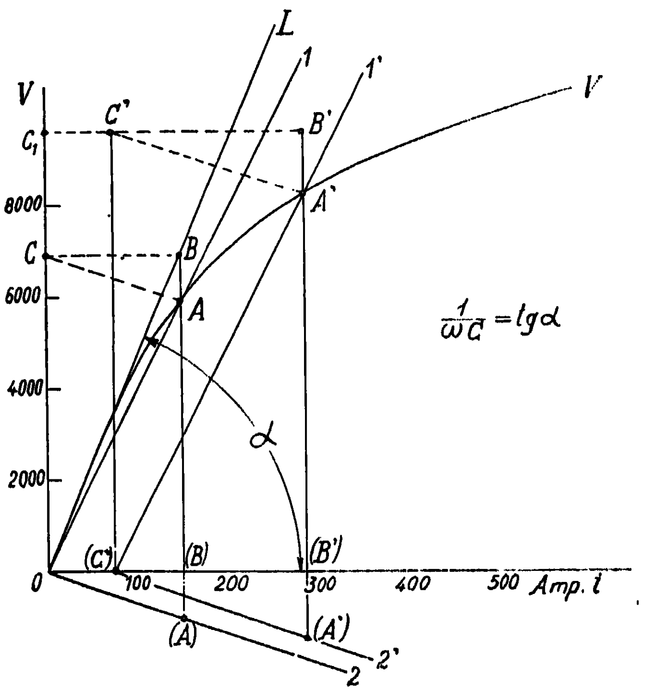


Fig. 3. — Funzionamento di una macchina sincrona su una linea a vuoto.

La retta 2 dà invece la caratteristica della tensione di reattanza che si somma algebricamente alla f.e.m. della macchina. Si noti per es. che $\overline{AB} = \overline{(A)(B)}$. Il punto d'incrocio A della retta 1 colla caratteristica a vuoto V dà il punto stabile di regime.

La tensione di regime ai morsetti dell'alternatore sarà $\overline{(A)A}$ con una corrente statorica data da $\overline{O(B)}$.

Eccitando invece l'alternatore colla corrente $i = \overline{O(C)}$ si raggiunge il punto di regime A' (spostamento orizzontale del sistema delle rette 1 e 2 parallelamente a sè stesso nella posizione $1'$ e $2'$ e incrocio di $1'$ con V). I nuovi valori di regime saranno $\overline{A'(A')}$ per la tensione, $\overline{(C)(B')}$ per la corrente statorica e, come detto, $\overline{O(C)}$ per quella rotorica. I due triangoli di Potier tracciati coi lati tratteggiati per le due condizioni di esercizio servono a mettere meglio in evidenza l'esattezza del metodo grafico esposto.

L'alternatore però è allacciato alla linea di trasmissione attraverso un trasformatore elevatore, che assorbe una certa corrente a vuoto a seconda della tensione colla quale esso viene alimentato.

E' facile tener conto con una semplice costruzione grafica anche dell'influsso della corrente a vuoto del trasformatore, conoscendone la caratteristica.

A fig. 4 è riprodotta a mo' d'esempio una costruzione del genere per un caso particolare. La caratteristica a vuoto del trasformatore è data dalla curva I_0.

Per maggiore chiarezza della figura è stata tralasciata la caratteristica della linea L, riportando solo quella 1 diminuita della tensione di reattanza. Le correnti a vuoto del trasformatore si detraggono algebricamente da quelle di capacità: i valori della corrente statorica magnetizzante saranno dati dalla differenza delle due correnti. La curva risultante, a eccitazione rotorica zero, è la curva 3. Al punto c della curva I_0 corrisponde il punto d sulla curva 3 ottenuto mediante la semplice costruzione grafica della successione di rette $c - b - a - d$ ($\overline{cb}$ eguale e parallelo a $\overline{ad}$, $\overline{ba}$ parallela alla caratteristica 2 della tensione di reattanza).

Il punto stabile di regime è A all'incrocio della curva 3 colla caratteristica a vuoto V; la corrente statorica è data dal tratto $\overline{O(B)}$, mentre la tensione ai morsetti dell'alternatore è data dal tratto $\overline{A(A)}$.

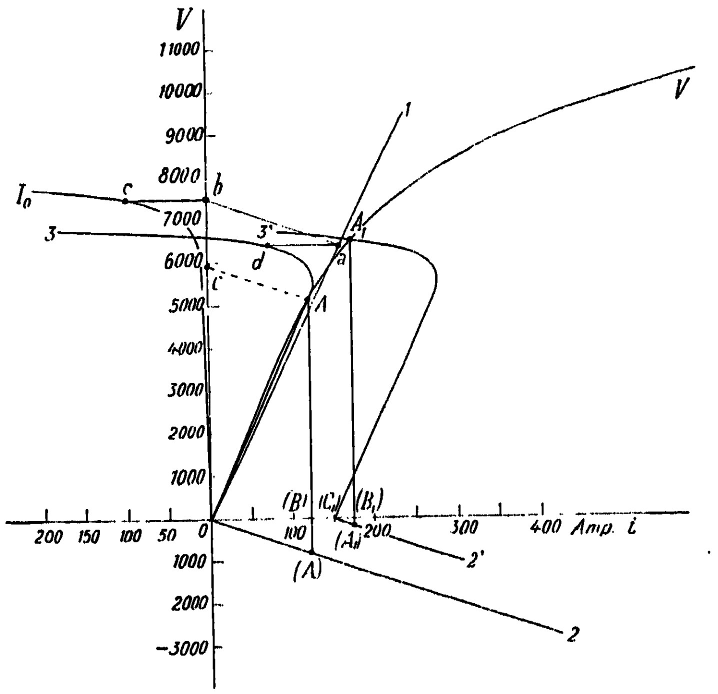


Fig. 4. — Funzionamento di un complesso alternatore-trasformatore su una linea a vuoto.

Eccitando la macchina colla corrente rotorica $\overline{O(C)}$ si giunge al punto stabile di regime A_1 all'incrocio della curva $3'$ colla caratteristica a vuoto V. La costruzione è analoga a quella della fig. 3. Si sposta orizzontalmente per un tratto eguale a $\overline{O(C)}$ la successione di linee formata dalla curva 3 e dalla retta 2 nelle posizioni $3'$-$2'$. La tensione di regime è in questo caso $\overline{A_1(A_1)}$, la corrente statorica $\overline{(C_1)(B_1)}$ e la corrente rotorica $\overline{O(C)}$. E' evidente l'effetto compensante e stabilizzante della corrente a vuoto. Aumentando ulteriormente la corrente rotorica di eccitazione si giunge ad una posizione, nella quale il punto d'intersezione della caratteristica 3 colla caratteristica a vuoto V si trova sulla stessa ordinata del vertice C d'incrocio della 3 colla 2, posto sull'asse delle ascisse. In questo punto l'azione della corrente a vuoto del trasformatore compensa del tutto quella della corrente capacitiva assorbita dalla linea. L'alternatore funziona a vuoto a $\cos\varphi = 1{,}0$. Con un aumento ulteriore della corrente rotorica di eccitazione l'alternatore passa a funzionare in regime induttivo e ha luogo un abbassamento di tensione ai morsetti. In genere però è difficile, a meno di non disporre di trasformatori elevatori con forte corrente a vuoto e fortemente saturati, di realizzare in pratica queste condizioni.

La fig. 5 riproduce le curve della tensione all'alternatore V, della corrente statorica I e della potenza capacitiva Q erogata dall'alternatore funzionante sulla linea a vuoto attraverso il trasformatore elevatore, come si possono dedurre dalla fig. 4. Tutti i valori sono riportati in funzione della corrente d'eccitazione rotorica i. Se si trascurasse la corrente a vuoto del trasformatore, la tensione ai morsetti dell'alternatore assumerebbe i valori dati dalla curva V'.

Si vede che l'azione compensante della corrente a vuoto del trasformatore è assai marcata e energica.

La reattanza del trasformatore, di valore non trascurabile, provoca a sua volta un ulteriore aumento della tensione in funzionamento capacitivo. Di tale reattanza va tenuto assolutamente conto.

Basta a questo scopo considerare la reattanza del trasformatore facente parte di quella dell'alternatore, sommandola algebricamente a quest'ultima e aumentando di conseguenza in proporzione le dimensioni del cateto del triangolo di Potier parallelo all'asse delle ordinate.

Non sempre si tiene in considerazione l'influsso che la reattanza

dei trasformatori ha sull'aumento di tensione dovuto al fenomeno capacitivo. Alternatori previsti con queste errate premesse possono poi in pratica funzionare in condizioni sensibilmente peggiorate a carico capacitivo e anche nel caso estremo riuscire di potenza capacitiva del tutto insufficiente ai bisogni reali.

Il valore della tensione per la quale deve essere prevista la potenza capacitiva di un alternatore varia da caso a caso; dovrà essere però sempre notevolmente inferiore a quello della tensione normale di esercizio.

A seconda delle condizioni di funzionamento delle caratteristiche della macchina e della linea potrà anche scendere fino a valori del 25-30 % inferiori a quello normale.

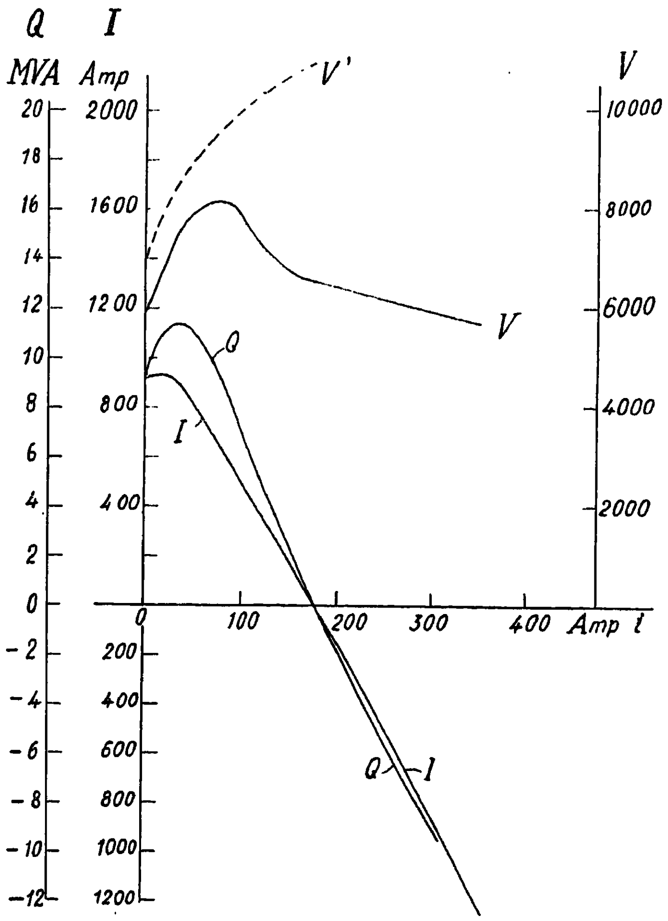


Fig. 5. — Caratteristiche di funzionamento di un complesso alternatore-trasformatore su una linea a vuoto dedotte dalla fig 4.

Come la corrente a vuoto dei trasformatori elevatori, così anche quella dei trasformatori all'estremità di linea ha effetto benefico compensante sulla corrente capacitiva. Mettere quindi in tensione una linea avente allacciati i trasformatori all'estremità funzionanti a vuoto rappresenta per gli alternatori che la mettono in tensione una diminuzione di richiesta di potenza capacitiva.

Il miglioramento che si ottiene è in genere sensibile e può essere favorito dall'aumento di tensione che si verifica per effetto Ferranti nella linea, oltre a quello nei trasformatori in partenza: esso dipende però molto dalle caratteristiche di rapporto a vuoto, tensione normale e corrente a vuoto dei trasformatori d'estremità.

Si noti che in via generale, a meno che non si tratti di linee a tensione superiore a 150 kV e di lunghezza oltre i 300 km, l'aumento di tensione provocato in linea dall'effetto Ferranti è piccolo in confronto di quello dei trasformatori in partenza, specialmente se, come succede quasi sempre, la linea viene messa in tensione attraverso un unico trasformatore elevatore la cui potenza importa solo una frazione della potenzialità della linea.

Si è già detto dell'importanza estrema che ha la frequenza sul fenomeno capacitivo e sull'autoeccitazione degli alternatori.

Un semplice diagramma può servire a darne un'idea chiara.

Si abbia un alternatore colla caratteristica a vuoto V alla frequenza f_1 (fig. 6), che alimenti una linea a vuoto colla caratteristica L alla stessa frequenza. Si trascuri l'effetto della tensione di reattanza per rendere il diagramma più semplice e evidente.

Se la frequenza viene aumentata si aumentano in proporzione diretta le ordinate della V e le ascisse della L: le due caratteristiche convergono una verso l'altra. Mentre alla frequenza f_1 esse non danno nessun punto d'incrocio, viene quindi evitato il fenomeno dell'autoeccitazione, alla frequenza superiore, per es. a 1,10 f_1, le due caratteristiche si incrociano al punto A. Ha luogo cioè una forte autoeccitazione con una tensione pari a $\overline{OC}$ e una corrente statorica pari a $\overline{O(A)}$.

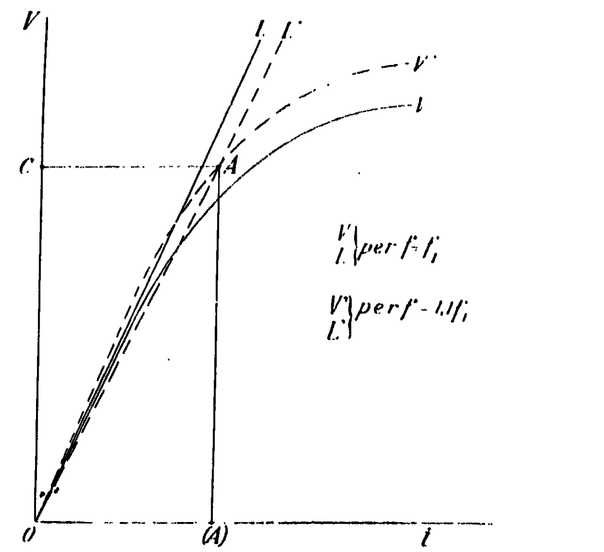


Fig. 6. — Influsso della frequenza sul fenomeno capacitivo e sull'autoeccitazione di una macchina sincrona. Diagramma semplificato.

Risulta chiaro dalla fig. 6 che un alternatore in regime capacitivo è assai sensibile alle variazioni di frequenza e che esso è tanto più sensibile, quanto più vicino è al limite di autoeccitazione. Bastano in questo caso degli aumenti di frequenza di un decimo di periodo perchè la macchina si autoecciti istantaneamente ad una tensione elevata. Se invece l'alternatore ha una potenzialità capacitiva abbondante, in modo da poter funzionare al regime capacitivo prescritto con una ragionevole eccitazione rotorica, l'influsso delle variazioni di frequenza viene enormemente smorzato.

Basta ripetere la costruzione della fig. 6 per una data eccitazione rotorica per convincersene.

Della proprietà degli alternatori ultimamente descritta si fa uso in pratica per mettere in tensione delle linee di cui non sono note le caratteristiche, partendo da una frequenza bassa e aumentandola gradatamente.

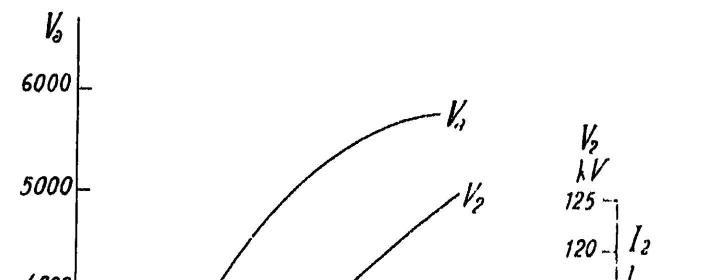


Fig. 7. — Caratteristiche rilevate alla messa in tensione di una linea trifase a 120 kV di 260 km di lunghezza per mezzo di un alternatore da 18.000 kVA, a frequenza costante di 50 periodi.

Quanto più un alternatore deve funzionare prossimo al suo limite di autoeccitazione, tanto più la tensione d'eccitazione del suo campo deve poter venire ridotta in vicinanza del valore zero e tanto minori devono risultare le variazioni di questa tensione che si ottengono passando da un tasto all'altro del reostato di eccitazione.

Non tutti i sistemi di eccitazione si prestano a soddisfare a queste esigenze in quanto che essi tendono ad un funzionamento instabile con valori bassi della tensione di eccitazione dell'alternatore.

In tutti questi casi si rende anche indispensabile l'adozione di reostati di graduazione finissima provvisti di un grande numero di tasti.

La pratica conferma pienamente le deduzioni che sono state svolte.

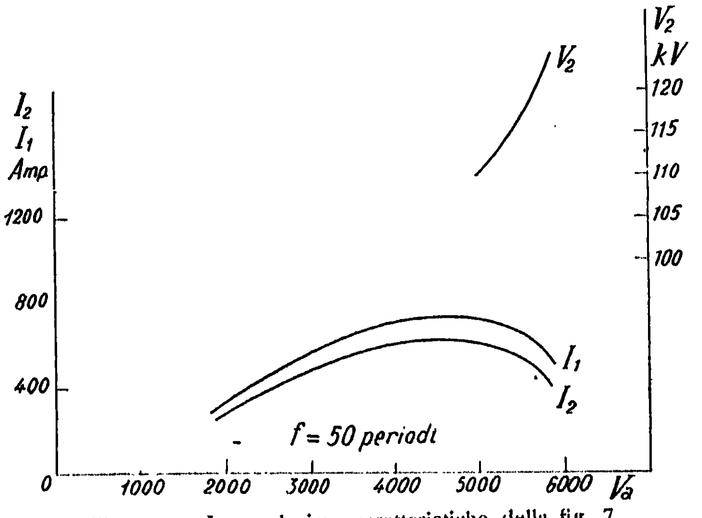


Fig. 8. — Le medesime caratteristiche della fig. 7 tracciate in funzione della tensione ai morsetti dell'alternatore.

Le figure 7 e 8 stanno a dimostrarlo. Esse riportano in forma di curve i valori rilevati alla messa in tensione, per mezzo di un complesso alternatore-trasformatore da circa 18.000 kVA, di una linea aerea di trasmissione a 120 kV di 260 km di lunghezza alla cui estremità si trovavano allacciati in parallelo, funzionanti a vuoto, tre trasformatori da 10 MVA. La messa in tensione venne eseguita a frequenza costante di 50 periodi regolando l'eccitazione i data dell'alternatore e rilevando i valori V_a della tensione ai morsetti della macchina, V_2 all'estremità della linea e le correnti I_1 e I_2 di 2 fasi dell'alternatore. Nella fig. 7 i diversi valori sono riportati in funzione della corrente di eccitazione i, nella fig. 8 in funzione della tensione V_a ai morsetti dell'alternatore.

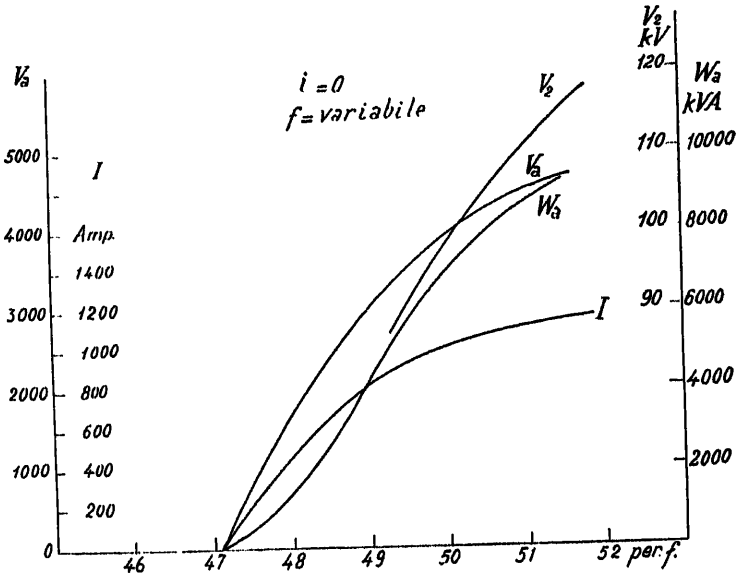


Fig. 9. — Caratteristiche di autoeccitazione dell'alternatore da 18.000 kVA funzionante a vuoto a frequenza variabile su una linea a 120 kV di 400 km di lunghezza.

Più interessanti ancora sono le figure 9 e 10, che riproducono i valori rilevati alla messa in tensione, a mezzo del medesimo complesso alternatore-trasformatore, di un tronco di linea a 120 kV della notevole lunghezza di 400 km.

Sulla linea era allacciato un trasformatore da 10 MVA a vuoto inserito a circa una ventina di km dalla estremità.

Data la grande lunghezza della linea, l'alternatore doveva trovarsi in condizioni di autoeccitazione: venne perciò ritenuto opportuno di effettuare anzitutto la messa in tensione con alternatore completamente diseccitato ($i = 0$) elevandone gradatamente la frequenza. La figura 9 mostra come il fenomeno di autoeccitazione si inizia improvvisamente ad una frequenza ben definita, di poco superiore a 47 periodi. Da questo punto in poi la tensione dell'alternatore V_a cresce rapidamente e si porta a oltre 4,6 kV a 51 periodi. Oltre alle grandezze riportate a figg. 7 e 8, nella fig. 9 sono riportati i valori della potenza W_a resa dall'alternatore.

Accertato nella prova preliminare che l'autoeccitazione non poteva riuscire pericolosa per l'alternatore e l'impianto, venne eseguita la prova definitiva di messa in tensione a frequenza costante di 50 periodi regolando l'eccitazione i dell'alternatore (fig. 10).

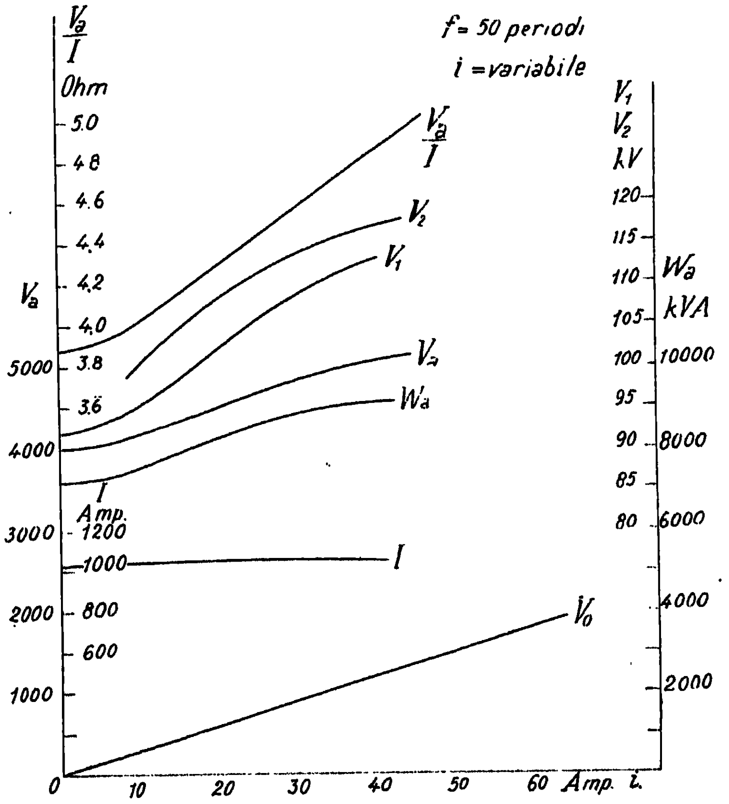


Fig. 10. — Caratteristiche di funzionamento a vuoto a frequenza costante dell'alternatore da 18.000 kVA sulla linea a 120 kV di 400 km di lunghezza, riportate in funzione della corrente di eccitazione dell'alternatore.

La prova venne fatta in un giorno di nebbia, e verosimilmente diede luogo a notevoli perdite corona. Disgraziatamente non fu possibile rilevare i valori anche approssimativi della potenza attiva resa dall'alternatore.

E' interessante il fatto che il quoziente $\frac{V_a}{I}$, che corrisponde all'impedenza del sistema, tanto in causa delle perdite dei trasformatori, quanto per effetto evidente delle perdite corona, a partire da una certa tensione aumenta linearmente colla f.e.m. V_0 dell'alternatore e press'a poco anche colla tensione V_a ai morsetti. Pure all'azione dell'effetto corona è dovuta probabilmente la notevole costanza della corrente I assorbita dal sistema, indipendentemente dalla tensione. Nella fig. 10 è riportato anche l'andamento della tensione V_1 all'inizio della linea.

e) Mezzi per elevare la potenza in regime sottoeccitato.

E' già stato accennato al fatto che le esigenze di funzionamento in regime capacitivo, che possono risultare necessarie per alternatori alimentanti vasti sistemi ad altissima tensione, richiedono in molti casi dalle macchine delle caratteristiche e dei criteri di costruzione speciali, per non dire in perfetto contrasto con quelli che finora erano stati seguiti e avevano ricevuto una sanzione dalla pratica.

Ci si chiede dunque di quali mezzi e accorgimenti possa disporre il costruttore per soddisfare a queste esigenze.

Il diagramma dell'alternatore a carico puramente reattivo riprodotto a fig. 11 indica chiaramente che vie si devono seguire.

I triangoli di Potier ABC e (A) (B) (C), congruenti fra di loro, sono tracciati, come si vede, per la corrente normale I_n. La corrente massima capacitiva $(\overline{A_2 C_2})$ e quindi la potenza massima capacitiva alla tensione V_n è dell'ordine di grandezza di quella massima induttiva che l'alternatore può dare $(\overline{A_2 C_2} = AC)$.

Siamo perciò di fronte ad un alternatore non di costruzione corrente, ma atto a soddisfare ai requisiti speciali che abbiamo esposti, perchè le solite macchine possono dare in generale una potenza massima capacitiva a tensione normale equivalente a circa 0,5 — 0,7 della loro potenza normale.

Aumentare la potenzialità capacitiva della macchina equivale ad aumentare la lunghezza del tratto $\overline{A_2 C_2}$.

Si può ottenere questo scopo dando minore inclinazione alla caratteristica a vuoto sull'asse delle ascisse. Questo si può fare anzitutto diminuendo il numero dei conduttori dello statore: si diminuisce in pari tempo la reazione d'indotto (tratto $\overline{B\,C}$) e si aumenta così ulteriormente il rapporto fra potenza capacitiva massima ($\overline{A_2\, C_2}$) e potenza massima induttiva ($\overline{A\, C}$). Allo stesso risultato si può pervenire aumentando le dimensioni del traferro e quindi l'angolo d'inclinazione β della parte rettilinea della caratteristica coll'asse delle ordinate.

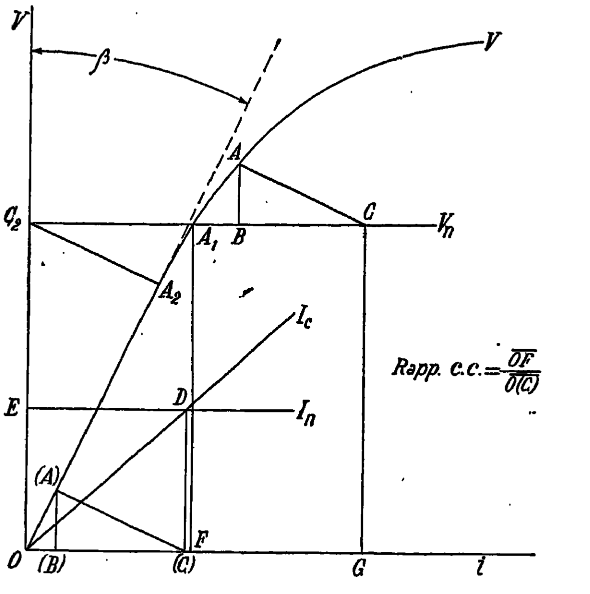


Fig. 11. — Funzionamento di una macchina sincrona a carico puramente reattivo.

Se si vuole mantenere lo stesso valore per la potenza massima induttiva ($\overline{A\,C}$) bisognerà in ambedue i casi aumentare a sua volta la eccitazione massima della macchina ($\overline{O\,G}$), e si sarà probabilmente costretti a dare maggiori dimensioni a tutto il sistema induttore.

Altro mezzo per elevare la massima potenza capacitiva è la riduzione della tensione di reattanza (cateto $\overline{A\,B}$).

Comune a tutti i casi è la necessità di ricorrere ad uno statore più costoso e di elevare il valore della corrente di corto circuito permanente e, specialmente nell'ultimo caso, quello dello spunto iniziale di quella istantanea.

E', come vedremo in seguito, più che una legge, una necessità il fatto di essere costretti ad adottare, per rendere più stabile l'esercizio di sistemi ad altissima tensione, ogni sorta di accorgimenti che hanno in pari tempo per conseguenza quella di elevare il valore della corrente di corto circuito.

Resterebbe ancora un ultimo mezzo atto ad elevare la potenzialità massima capacitiva di un alternatore: quello cioè di aumentarne artificialmente la saturazione del circuito magnetico durante il funzionamento capacitivo, lasciandola inalterata durante quello normale. Sarebbe questo un metodo apparentemente promettente, che potrebbe essere messo in pratica costruendo il rotore in modo speciale per es. a poli sdoppiati in maniera da poter sovrapporre al flusso utile percorrente l'intero circuito magnetico (statore, traferro, rotore) un flusso parassita fatto circolare nel solo rotore, regolabile convenientemente e che possa trasformarsi gradatamente in flusso utile, quando le condizioni di funzionamento lo richiedano.

La costruzione è possibile: riesce però assai costosa e costringe anche a ricorrere ad un sistema di eccitazione speciale.

E' compito ad ogni modo del costruttore di adottare per il progetto di un alternatore di forte potenza capacitiva quel giusto compromesso fra le diverse esigenze ricorrendo ad uno o all'altro o contemporaneamente a parecchi dei mezzi descritti.

Se si tratta di elevare la potenzialità capacitiva di macchine già costruite, la maniera più agevole, sempre che le altre condizioni di funzionamento (riscaldamento, carico massimo induttivo, eccitazione, simmetria di reazione d'armatura) lo consentano, è quella di ridurre il numero di spire d'indotto.

Per quello che riguarda le rimanenti caratteristiche della macchina, non sempre è conveniente esagerare nella richiesta della massima potenza capacitiva che essa deve dare, a svantaggio degli altri requisiti e qualità. Le macchine spinte hanno in generale un rendimento più basso e, come detto, sono più costose.

Sono le necessità d'esercizio che devono decidere. La messa in tensione di una data linea si può fare in certi casi con tutta facilità anche con più macchine in parallelo. Non occorre per questo metterle in sincronismo fra di loro. Basta collegarle elettricamente le une alle altre a macchine ferme e allacciarle nello stesso tempo alla linea, portandole poi gradatamente e contemporaneamente in velocità. Esse entrano in parallelo da sè senza inconvenienti; è sufficiente eccitare lievemente tutte le macchine e affidare la regolazione della tensione ad una sola.

Sovente però necessità d'esercizio costringono o consigliano a ricorrere ad una sola unità ed è questo che succede da noi nella maggior parte di casi.

f) Analogia fra potenza in regime sottoeccitato e sovraeccitato.

Le particolarità del funzionamento capacitivo di alternatori sincroni possono apparire a prima vista alquanto strane e magari contrarie a qualsiasi legge naturale a chi ne segua le manifestazioni esterne senza curarsi di approfondirne il senso. Colpisce specialmente il fatto che una data macchina, con una data frequenza e eccitazione rotorica, si porti a tensioni di regime sensibilmente differenti fra di loro corrispondenti alla lor volta a diversi valori di potenza capacitiva, a seconda della lunghezza della linea che essa alimenta. Esso può fare nascere facilmente l'opinione che la potenza capacitiva data da un determinato sincrono non sia una grandezza ben definita e propria di questa macchina, ma vari bensì a seconda delle caratteristiche della linea a cui essa è allacciata.

Nulla di più erroneo di questa deduzione. Alla medesima stregua si potrebbe asserire lo stesso della potenza induttiva.

La potenza reattiva, capacitiva o induttiva, data da una macchina, sempre presupposto che essa marci a vuoto, è funzione di tre variabili: tensione ai morsetti, frequenza e eccitazione rotorica. Essa, per una data terna di valori di queste variabili, assume un valore unico e determinato in modo univoco dalle sole caratteristiche della macchina.

Mentre però due delle variabili, frequenza e eccitazione rotorica, sono fissate da due fattori (posizione del regolatore del motore primo e tensione di eccitazione), la cui azione è indipendente dall'entità e natura del carico reattivo della macchina, la reattanza (capacitanza o induttanza) che costituisce questo carico, ne determina la terza, la tensione ai morsetti.

Fissa quindi di tutta la gamma di potenze che può dare la macchina, quella che corrisponde a quella determinata tensione.

La natura e l'essenza del funzionamento capacitivo non possono essere se non sostanzialmente identiche a quelle del funzionamento induttivo. Per quest'ultimo funzionamento le variazioni di tensione dovute a diminuzione di carico sono positive (aumenti di tensione); sono negative (abbassamenti di tensione) per il primo.

In regime induttivo la macchina fornisce «eccitazione» al carico, perciò il valore della sua corrente di eccitazione rotorica deve essere maggiore di quello necessario per portare alla stessa tensione la macchina funzionante a vuoto. In regime capacitivo invece una parte e anche tutta la «eccitazione» della macchina, se essa si trova in regime di autoeccitazione, deve essere viceversa fornita dal carico per mantenere quella data tensione. Staccato il carico, la tensione scende a valori inferiori; a zero se la macchina è autoeccitata. Questo giustifica le espressioni di «sovraeccitato» e «sottoeccitato» date al regime di funzionamento della macchina induttivo o capacitivo.

In pratica, perchè le macchine non riescano, come si è visto, di esagerate dimensioni e inutilmente costose e non peggiorino nelle caratteristiche di rendimento, ecc., in funzionamento normale, si tende a farle funzionare al carico capacitivo prescritto col minimo valore della eccitazione rotorica compatibile colla stabilità e col carattere dell'esercizio. Si consente così che la macchina venga eccitata preponderatamente dal carico dal lato dello statore. Il suo funzionamento tende perciò ad essere estremamente instabile, sensibile in maniera estrema alle variazioni di tensione che possono assumere generalmente valori enormi, che non si riscontrano nel funzionamento normale, e che alla loro volta si ripercuotono sulla tensione della macchina e sulla potenza che essa è costretta a erogare. E questa è forse un'altra delle ragioni che tendono a dare della potenza capacitiva della macchina un'idea non conforme alla realtà.

Anche sulla base del semplice procedimento grafico già svolto per la determinazione delle condizioni di regime del funzionamento capacitivo di un sincrono si può facilmente dimostrare che la potenza reattiva di una macchina, sia essa capacitiva o induttiva, segue sempre le stesse leggi.

A fig. 12 sono riprodotte la caratteristica a vuoto V di un sincrono e quella I' di una data linea a vuoto con una reattanza capacitiva $X_c' = \frac{1}{\omega C'} = \operatorname{tg} \alpha'$. La macchina sia eccitata costantemente colla corrente rotorica $\overline{O\,B''}$.

La retta 2 dà la caratteristica della tensione di reattanza. Se dalle ordinate dalla I' si diffalcano quelle della 2 si ottiene, come negli altri grafici, la retta $1'$ della parte della tensione di linea che si oppone alla f.e.m. della macchina. Il punto d'incrocio A' è il punto di regime. La tensione ai morsetti si porta al valore $\overline{A' B'}$. Staccata la macchina dalla linea, essa scende al valore $\overline{A'' B''}$.

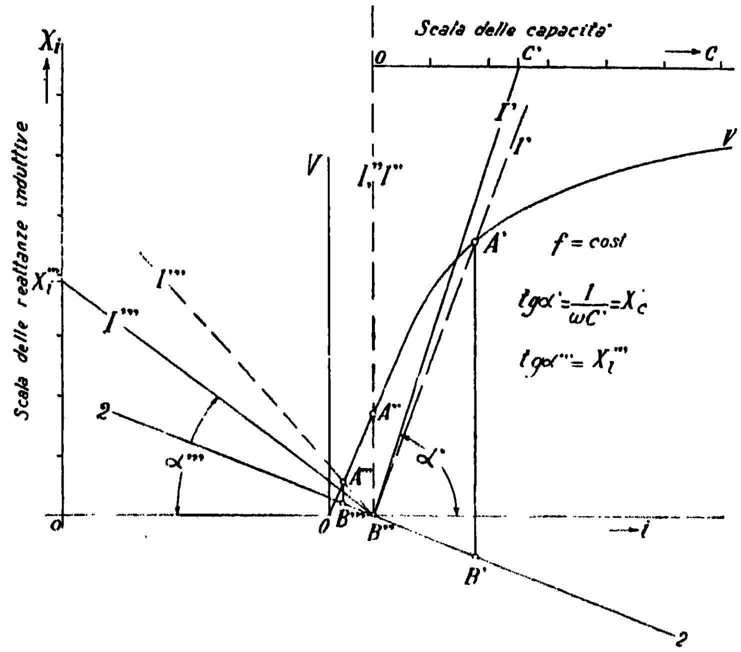


Fig. 12. — Funzionamento di una macchina sincrona a carico puramente reattivo su reattanze induttive o capacitive di valore costante.

Se si riduce gradatamente il valore della capacità C' fino al valore zero, l'inclinazione della I' sull'asse delle ascisse (angolo α') aumenta fino a raggiungere il valore massimo ($\alpha = 90°$) nella posizione I'', per la quale $C'' = 0$ e $X_c'' = \infty$. La macchina funzionerà a vuoto e la tensione ai morsetti sarà perciò la tensione a vuoto $\overline{A'' B''}$ corrispondente alla eccitazione $\overline{O B''}$. Se ora invece si alimenta colla macchina, ad eccitazione invariata $\overline{O B''}$, una reattanza induttiva costante (induttanza) del valore $X_i''' = \text{tg}\,\alpha'''$, la cui caratteristica sia data dalla retta I''', con procedimento analogo, tenendo conto che in questo caso per ottenere la parte della tensione della induttanza che si oppone alla f.e.m. della macchina (retta $1'''$) occorrerà aggiungere alla tensione ai morsetti della induttanza (retta I''') la tensione di reattanza della macchina (retta 2) si otterrà il punto di regime nel punto A''' d'incrocio fra V e $1'''$. La tensione ai morsetti della macchina assumerà il valore di $\overline{A''' B'''}$ e a vuoto come prima, quello di $\overline{A'' B''}$.

Scendendo colla induttanza al valore 0, oppure colla capacità al valore infinito, il sincrono funzionerà in corto circuito e la caratteristica del carico sarà data dalla retta 2 della tensione di reattanza. La tensione ai morsetti sarà nulla (punto d'incrocio della 2 colla V).

Il procedimento generale grafico descritto, che serve a determinare le condizioni di funzionamento di un alternatore sincrono su reattanze, capacitive o induttive, di valore costante, dimostra dunque che tanto la potenza capacitiva che quella induttiva della macchina seguono le stesse leggi e sono delle grandezze ben definite e proprie della macchina stessa.

Nel grafico della fig. 12 si possono leggere su scale appropriate i valori delle costanti di reattanza induttiva e capacità dei circuiti da esaminare.

g) Macchine a due frequenze di regime e mezzi per renderne più uniformi le caratteristiche.

Si è visto che le esigenze del funzionamento capacitivo impongono in molti casi condizioni assai gravose al macchinario. Esse diventano ben più gravose, se le macchine sono destinate a funzionare a due frequenze di regime di valore alquanto diverso tra di loro.

Il caso è assai frequente da noi, perchè è divenuto per es. di norma generale il criterio di prevedere i nuovi impianti dell'Italia Settentrionale per il funzionamento a 42 e 50 periodi.

E' stato già dimostrato coll'aiuto del grafico a fig. 6 in che misura una macchina sincrona sia sensibile alle variazioni di frequenza in regime sottoeccitato. Si noti per incidenza che nelle considerazioni svolte e in quelle che seguiranno si è trascurato e si trascurerà l'effetto della variazione di frequenza sulla tensione dell'eccitatrice, del quale bisogna pur tener conto se essa è direttamente accoppiata alla macchina sincrona o se la sua velocità è vincolata con quella di quest'ultima.

E' facile d'altro lato vedere come il comportamento di una macchina sincrona rispetto a variazioni di frequenza sia diametralmente opposto a quello della linea a vuoto che essa deve mettere in tensione. Ed è precisamente qui che risiede la maggiore difficoltà del problema che si prospetta al costruttore di una macchina destinata a funzionare a due frequenze.

Aumentando la frequenza, la potenza capacitiva che può dare la macchina diminuisce, mentre cresce quella richiesta della linea: l'equilibrio fra azione della macchina e azione della linea, se sussisteva alla frequenza minore, non esiste più a quella superiore. Avrà luogo dunque un aumento di tensione che, a seconda delle caratteristiche della macchina e della linea, potrà essere di valore talmente elevato da rendere impossibile l'esercizio.

Per queste ragioni, nello studiare una macchina dovente funzionare sulla stessa linea a vuoto tanto a 42, quanto a 50 periodi, si è costretti a prevederla in modo che essa sia in grado di dare a 50 periodi la potenza capacitiva richiesta dalla linea, che dei due valori di potenza alle due frequenze è quello superiore. In tal caso la potenzialità capacitiva della macchina risulterà necessariamente più che abbondante per il funzionamento a 42 periodi.

L'esame di un caso pratico potrà mettere in maggiore evidenza la esattezza di queste considerazioni.

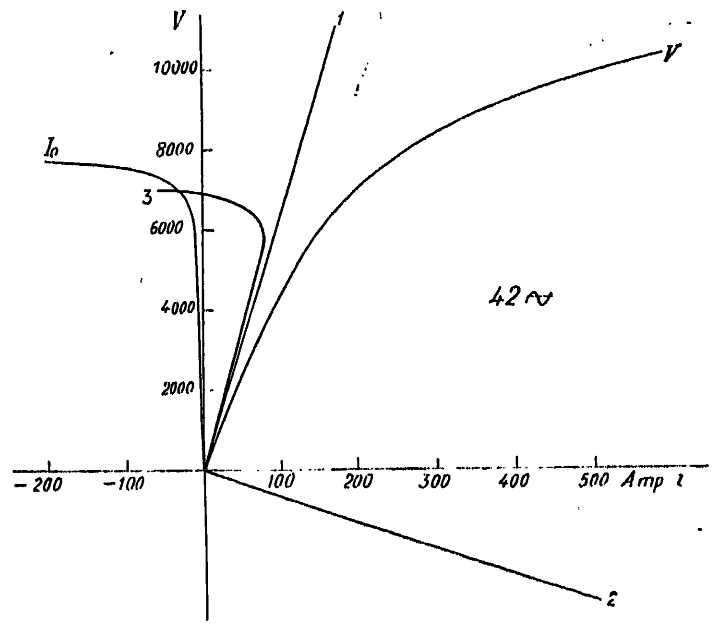


Fig. 13. — Funzionamento di un complesso macchina sincrona-trasformatore-linea alle due frequenze di 42 e 50 periodi. - Caratteristiche a 42 periodi.

A figg. 13 e 14 si sono tracciate le caratteristiche di uno stesso complesso alternatore-trasformatore-linea alla frequenza di 42 e 50 periodi, mentre a figg. 15 e 16 sono riportati graficamente in funzione della corrente i d'eccitazione dell'alternatore i valori della tensione V, della corrente I e della potenza reattiva Q dedotti dalle figure precedenti. Le curve tratteggiate a fig. 15 danno i valori che si avrebbero trascurando la corrente a vuoto del trasformatore, mentre la fig. 16 riproduce in tratti interi l'andamento della tensione V e della corrente I a 50 periodi e in linea tratteggiata quello a 42 periodi. E' evidente che l'alternatore, la cui tensione normale di regime è di 6,3 kV, può dirsi sufficiente a mettere in tensione la linea a 42 periodi; esso però si dimostra del tutto inadatto a metterla in tensione a 50 periodi, perchè in tal caso si trova in condizioni di autoeccitazione e porta la tensione a valori proibitivi senza consentire di ridurla in nessun modo. I grafici si riferiscono ad un complesso alternatore-trasformatore da 12 MVA, di moderata potenzialità capacitiva, corrispondente a circa 2/3 della potenza di targa, costruito per il funzionamento alla sola frequenza di 42 periodi.

Esso funziona a tale frequenza in modo ineccepibile: è del tutto inadatto a fare servizio a 50 periodi per mettere in tensione la medesima linea.

Ciò premesso, sorge spontanea la domanda sulla maniera più conveniente di prevedere un alternatore a due frequenze di regime non troppo vicine, nè troppo discoste l'una dall'altra (nel caso particolare 42 e 50 periodi), in modo che esso uniformi più che è possibile le sue caratteristiche in servizio capacitivo a quelle del sistema a cui è allacciato.

La risposta è facile da darsi se si esamina più da vicino il comportamento di una macchina sincrona a carico puramente reattivo, in regime sotto- e sovraeccitato, col variare della frequenza. Coll'aiuto

delle caratteristiche fondamentali di cui a fig. 1 si possono tracciare le curve a fig. 17, delle quali una, la curva Q' riproduce l'andamento della potenza capacitiva limite (in regime sottoeccitato) per eccitazione rotorica nulla, mentre l'altra, la curva Q, riproduce quello della potenza induttiva (in regime sovraeccitato) per eccitazione rotorica normale.

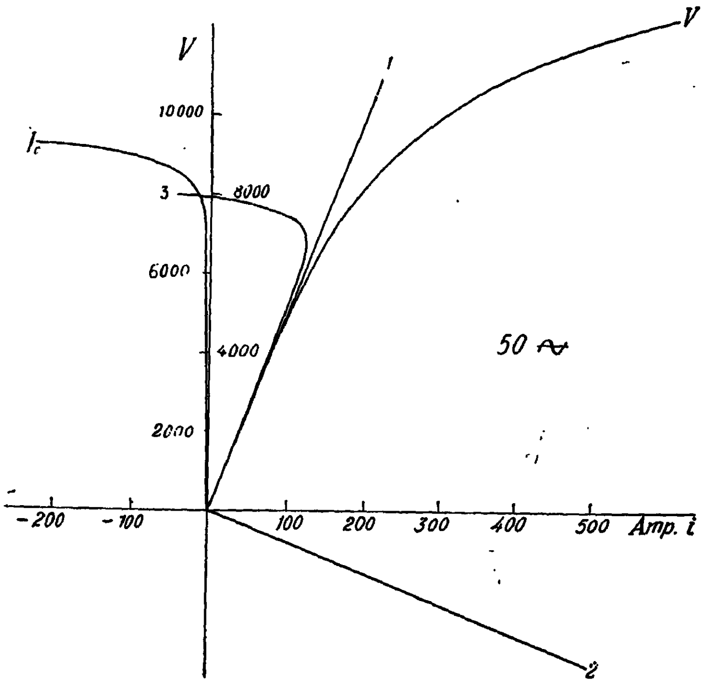


Fig. 14. — Funzionamento di un complesso macchina sincrona-trasformatore-linea alle due frequenze di 42 e 50 periodi. - Caratteristiche a 50 periodi.

Anche la fig. 17 si riferisce all'alternatore di 12 M V A dell'esempio precedente: le curve valgono per tensione normale di esercizio.

Dalla fig. 17 si rileva che per una determinata macchina, per uno stesso e dato valore della eccitazione rotorica e della tensione, la potenza propria capacitiva (in regime sottoeccitato) diminuisce coll'aumento di frequenza, mentre cresce quella induttiva (in regime sovraeccitato).

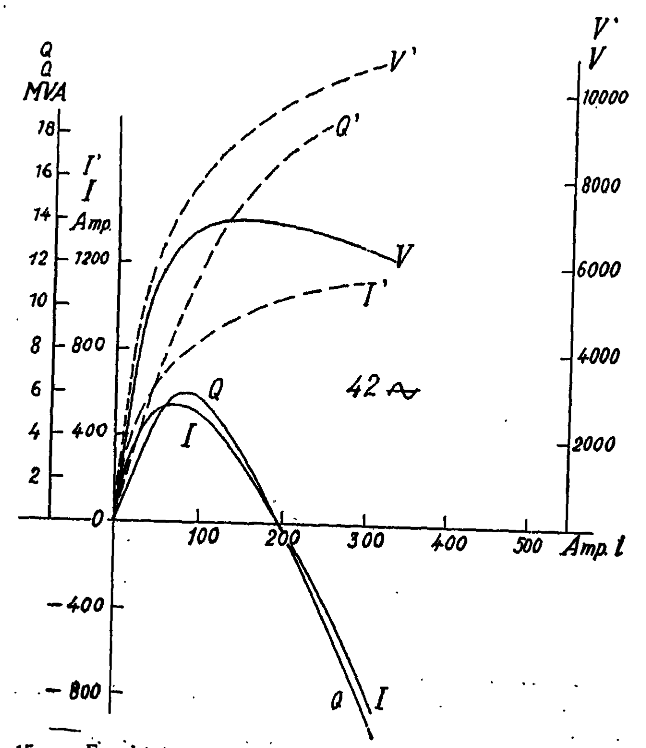


Fig. 15. — Funzionamento di un complesso macchina sincrona-trasformatore-linea alle due frequenze di 42 e 50 periodi. - Caratteristiche a 42 periodi rilevate dalla fig. 13.

Questo comportamento della macchina riesce del resto intuitivo se si pensa che quanto più elevata è la frequenza, tanto maggiore sarà l'effetto della eccitazione rotorica e tanto minore sarà quindi il margine per la eccitazione statorica per indurre ai morsetti della macchina quella determinata tensione. D'altra parte la eccitazione statorica a tensione costante è in ragione diretta colla potenza capacitiva e la eccitazione rotorica con quella induttiva.

Per lo stesso motivo l'aumento della potenza capacitiva di una data macchina ha per conseguenza la diminuzione della potenza induttiva massima che essa può dare in regime sovraeccitato e viceversa, senza tener conto naturalmente delle condizioni di riscaldamento. Si vede perciò che per rendere più che è possibile uniformi le caratteristiche di un alternatore sincrono destinato a funzionare a due frequenze occorrerà scegliere degli accorgimenti già trattati, atti ad aumentare la potenza capacitiva delle macchine sincrone, quelli, che pur permettendo di elevare la potenza capacitiva alla frequenza superiore, consentano di non ridurre quella massima induttiva alla frequenza inferiore e che permettano nel tempo stesso di passare dal servizio dall'una all'altra frequenza nel modo più semplice e spiccio.

Anche in tal caso bisognerà agire esclusivamente sullo statore: le caratteristiche del rotore rimangono immutate alle due frequenze.

I mezzi adottati in pratica sono tre:

1) La riduzione del numero di spire dello statore, o commutazione dell'avvolgimento statorico di effetto equivalente.

2) L'impiego di un autotrasformatore surdevoltore connesso ai morsetti dell'alternatore.

3) La riduzione delle spire sul secondario del trasformatore elevatore.

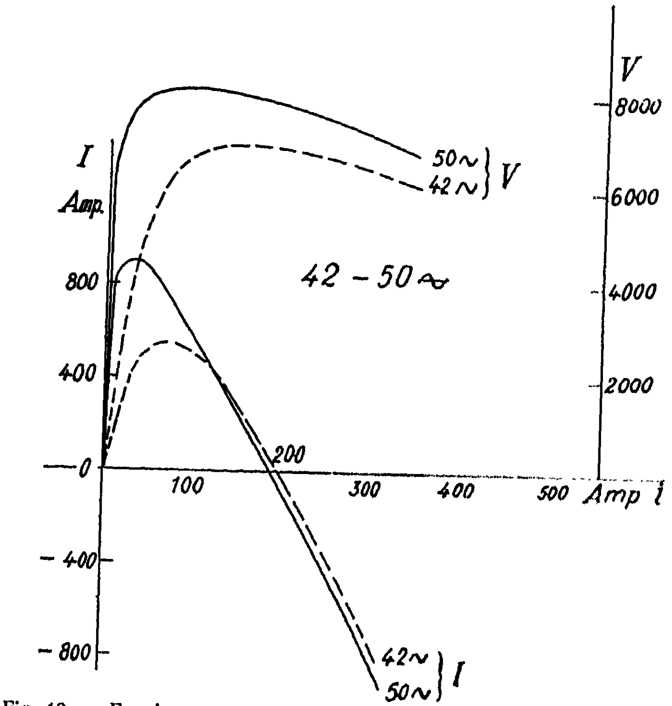


Fig. 16. — Funzionamento di un complesso macchina sincrona-trasformatore-linea alle due frequenze di 42 e 50 periodi. - Caratteristiche comparative a 42 e 50 periodi rilevate dalle figg. 13 e 14.

I due primi espedienti permettono di mantenere anche sulle sbarre dell'alternatore la stessa tensione alle due frequenze: il terzo solo sulle sbarre ad alta tensione.

In generale si preferisce la prima soluzione, perchè è sempre bene poter disporre di una sola tensione di regime sulle sbarre degli alternatori.

Più semplice e di uso più comune è il primo dei mezzi esposti, la riduzione del numero di spire sullo statore. Essa va però fatta in modo razionale, cercando di mantenere anche nel regime di funzionamento a 50 periodi (parte delle spire escluse) una reazione d'indotto più uniforme che sia possibile per non dar luogo a deformazioni della curva di tensione degli alternatori, a perdite suppletorie e a rumori delle macchine.

L'impiego di un autotrasformatore, pure aumentando leggermente le perdite, lascia intatto l'alternatore e il suo avvolgimento statorico, la cui sicurezza d'esercizio non risulta affatto menomata dalla applicazione di prese. La potenza propria dell'autotrasformatore risulta in genere, tenuto conto dei valori medi delle variazioni della tensione di regime, inferiore al 10 % di quella dell'alternatore, se lo si fa funzionare da devoltore a 50 periodi e survoltore a 42 periodi.

Il terzo mezzo implica l'applicazione di prese sull'avvolgimento secondario (ad alta tensione) del trasformatore, commutabili possibilmente mediante commutatore, però non sotto carico, nè sotto tensione.

Le norme alle quali si attengono, o almeno alle quali generalmente tendono i costruttori, nel progetto di alternatori funzionanti a due frequenze con elevati carichi capacitivi specifici, adottando la riduzione di spire o una commutazione di avvolgimento sullo statore, si possono così riassumere:

a) Il flusso magnetico degli alternatori per un determinato valore della tensione ai morsetti è praticamente il medesimo all'una e l'altra frequenza, in modo che le macchine funzionano a saturazione invariata.

b) La reazione dell'indotto rimane uniformemente distribuita su tutta la periferia nel funzionamento ad ambedue le frequenze.

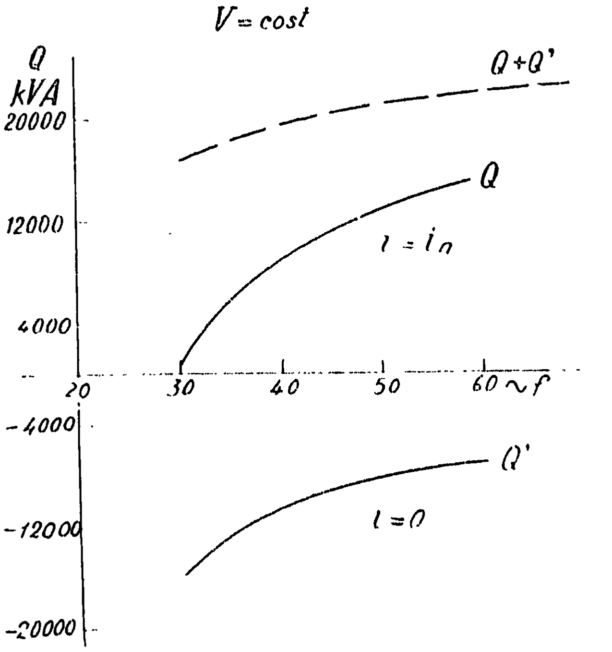


Fig. 17. — Caratteristiche di funzionamento con carico puramente reattivo a tensione e eccitazione costante e frequenza variabile in regime completamente sottoeccitato e in regime sovraeccitato di un alternatore da 12 MVA.

Ci si contenta in pratica di raggiungere press'a poco la stessa potenza capacitiva alle due frequenze: ottenere una potenza capacitiva maggiore a 50 periodi, come richiederebbe il funzionamento di una medesima linea a vuoto alle due frequenze, è cosa possibile, però non consigliabile, perchè ciò peggiorerebbe sensibilmente le condizioni normali di funzionamento della macchina, aumentandone le perdite ed elevandone il costo.

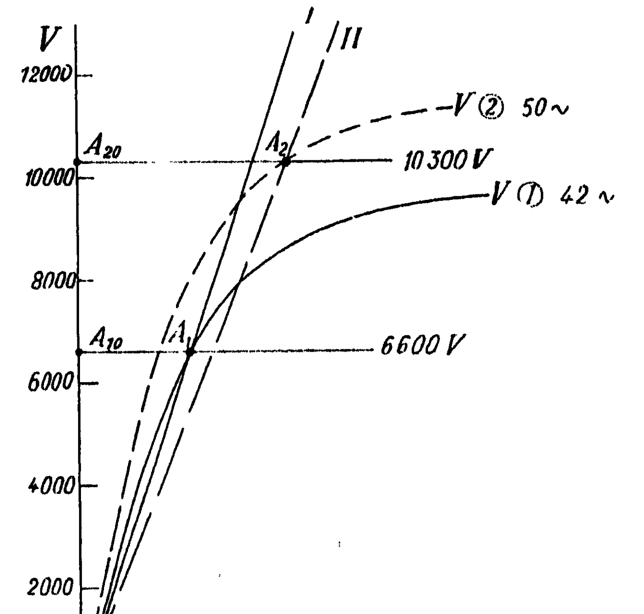


Fig. 18. — Funzionamento di una macchina sincrona sulla stessa linea a vuoto a due frequenze di 42 e 50 periodi con avvolgimento statorico completo.

I notevoli vantaggi che si ottengono coll'impiego di uno dei mezzi esposti e precisamente della riduzione di spire dell'avvolgimento statorico possono essere meglio seguiti sulla base di un caso pratico.

Si tratta di un alternatore da 21 MVA destinato a funzionare alla stessa tensione normale di 6,3 kV alla frequenza di 42 e 50 periodi. Esso è stato previsto per una potenza capacitiva moderata, della quale occorre usufruire completamente per mettere in tensione la linea che esso alimenta.

Le sue caratteristiche che a vuoto a 42 e 50 periodi (*1* e *2*) con avvolgimento statorico completo (240 conduttori) sono riprodotte a figura 18, nella quale è ripetuto l'esempio semplificato già riportato, che dà una idea delle tensioni approssimative che si possono raggiungere mettendo in tensione coll'alternatore così connesso la stessa linea alle due frequenze. Supposto di raggiungere una tensione ai morsetti di 6,6 kV a 42 periodi con eccitazione zero, non sarà possibile abbassarne il valore sotto 10,3 kV a 50 periodi.

Sarà quindi necessario ricorrere alla riduzione del numero di conduttori sullo statore, portandolo a 210 conduttori (6), per rendere possibile il funzionamento a 50 periodi. A fig. 19 sono riprodotte le caratteristiche a vuoto e in corto circuito per tutti tre i casi seguenti:

1) Caratteristica per funzionamento a 42 periodi con 240 conduttori (avvolgimento completo).

2) Caratteristica per funzionamento a 50 periodi con 240 conduttori (avvolgimento completo).

3) Caratteristica per funzionamento a 50 periodi con 210 conduttori (avvolgimento parziale).

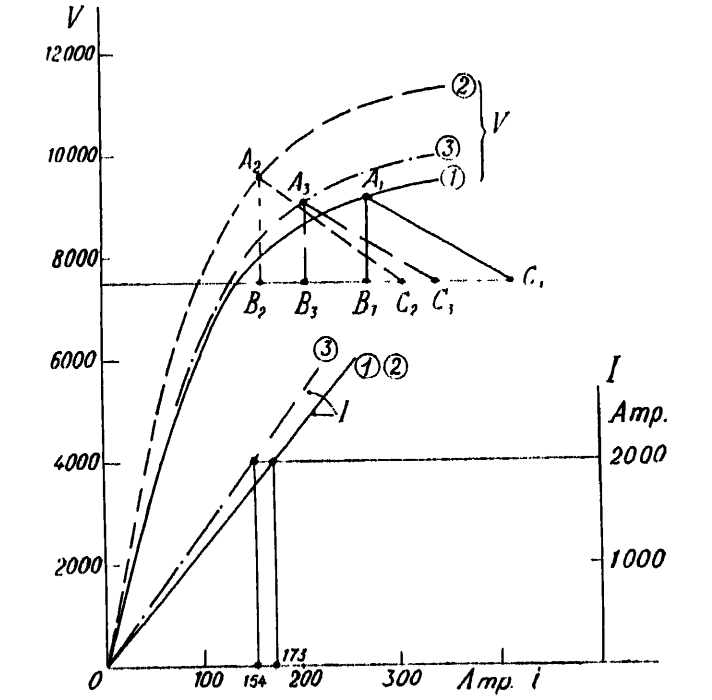


Fig. 19. — Caratteristiche a vuoto e in corto circuito alla frequenza di 42 e 50 periodi di una macchina sincrona da 21 MVA costruita per servizio ad ambedue le frequenze.

(1) Funzionamento a 42 per. con avvolgimento statorico completo.
(2) Funzionamento a 50 per. con avvolgimento statorico completo.
(3) Funzionamento a 50 per. con esclusione di spire nell'avvolgimento statorico.

Superfluo accennare al fatto notissimo che la caratteristica in corto circuito è la stessa per il funzionamento alle due frequenze col medesimo avvolgimento statorico.

Nella figura sono riportati i triangoli di Potier per i tre casi e per una corrente statorica di 2000 Amp. I tre punti C_1, C_2 e C_3 danno il valore della eccitazione rotorica necessaria per far funzionare l'alternatore da sincrono con carico puramente reattivo (in regime sovraeccitato) alla tensione di 7,5 kV (è stato scelto questo valore per rendere più chiara la figura) alla corrente di 2000 Amp. nello statore.

I risultati che si possono dedurre facilmente dal grafico confermano quanto si è detto.

Più interessante per il caso nostro è però l'esame della figura seguente (fig. 20).

Tracciate di nuovo le caratteristiche a vuoto e supposto di mettere in tensione la medesima linea a vuoto nei tre casi e precisamente una linea di caratteristiche tali da portare l'alternatore, eccitato con una corrente rotorica di 50 Amp. e funzionante a 42 periodi, ad una tensione di 5,88 kV ai morsetti, coi procedimenti grafici già illustrati si sono cercate le tensioni di regime dell'alternatore raggiunte negli altri due casi a eccitazione costante di 50 Amp. Esse sono di 6,15 kV per il caso

(6) Il numero dei conduttori esclusi è fissato oltre che dalle esigenze di funzionamento, anche da quelle costruttive (genere di avvolgimento statorico, sua disposizione, distribuzione dei conduttori, ecc.).

3) (alternatore funzionante a 50 periodi con numero di conduttori ridotto), mentre raggiungono il valore di 9,25 kV per il caso 2) (alternatore a 50 periodi con avvolgimento statorico completo). Nella figura sono pure riportati i triangoli di Potier (ABC) per tutti i tre casi, dai quali coll'aiuto della figura antecedente si possono rilevare i valori delle correnti statoriche e quindi le potenze capacitive.

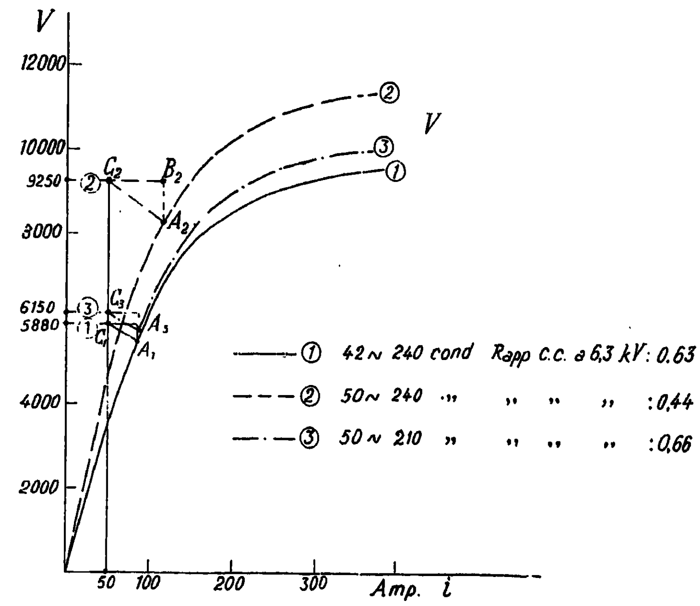


Fig. 20. — Macchina sincrona da 21 MVA funzionante alle due frequenze di regime di 42 e 50 periodi sulla medesima linea a vuoto.

Presupposto necessario o almeno consigliabile un margine di eccitazione rotorica di 50 Amp. per il funzionamento al massimo regime sottoeccitato, il funzionamento dell'alternatore nel caso 2), con avvolgimento statorico completo, risulta impossibile a 50 periodi.

Le potenze massime capacitive (eccitazione rotorica zero) che si possono raggiungere alla stessa tensione, per es. a 6 kV sono le seguenti :

1) 11,10 MVA a 42 periodi con 240 conduttori,
2) 8,30 MVA a 50 periodi con 240 conduttori,
3) 11,80 MVA a 50 periodi con 210 conduttori.

Analogamente i rapporti di corto circuito a 6,3 kV nei tre casi risultano di 0,63 0,44 e risp. di 0,66: risultato questo che concorre pure a confermare le considerazioni antecedentemente svolte.

h) Convenienza di indicare sulla targa di macchina anche la potenza limite in regime sottoeccitato.

Ci sia permessa una osservazione prima di chiudere questo capitolo.

Abbiamo dimostrato come le esigenze poste dalle condizioni di servizio dei moderni sistemi ad altissima tensione abbiano una importanza, in ogni caso non trascurabile, in moltissimi casi preponderante, sul funzionamento e sulla costruzione di una macchina sincrona. Chi ordina oggigiorno una macchina destinata ad un servizio del genere, senza preoccuparsi delle sue caratteristiche in regime sottoeccitato, può andare incontro a sorprese poco gradite.

D'altro lato sarebbe vano cercare sulla targa di molte macchine, che pure dovrebbe dare in modo esauriente tutti gli estremi necessari per determinarne la potenzialità e i limiti di impiego, un'indicazione qualsiasi riferentesi al funzionamento in regime sottoeccitato.

Premesso quindi che le caratteristiche di una macchina sincrona sono tutt'altro che definite colla sola indicazione di quelle in regime sovraeccitato, dato il caso sempre più frequente che macchine sincrone di media ed elevata potenzialità vengono impiegate per alimentare sistemi ad altissima tensione, ci sembra logico di proporre che le norme macchine prescrivano ai costruttori di indicare sempre, da una determinata potenza in su (per es. da 4000 kVA), anche la potenza capacitiva massima che può dare la macchina sincrona alla tensione di targa in regime completamente sottoeccitato (eccitazione zero), a meno non si preferisca specificare il valore del rapporto di corto circuito alla tensione di targa. (*continua*).

IL GIAPPONE INDUSTRIALE

L. LOMBARDI

AEI — Comunicazione alle Sezioni di Roma e di Napoli 20 febbraio e 7 marzo 1931.

L'Autore, su la scorta di elementi raccolti in un viaggio recente, e di quelli pubblicati a cura del Comitato per le ricostruzioni e di quello di Organizzazione dei due Congressi mondiali tenuti a Tokyo nel 1929, descrive la entità e le conseguenze del grande terremoto del 1923, e riassume lo stato attuale della Industria nell'Impero giapponese, con particolare riguardo a quella elettrica di produzione e distribuzione dell'energia, segnalandone i grandi progressi già conseguiti, e quelli che la giovane Nazione si propone ulteriormente di realizzare. Stabilisce infine un rapido confronto con lo stato dell'industria analoga nella Repubblica Cinese.

I. - Entità e conseguenze del terremoto.

L'Estremo Oriente ha in ogni tempo esercitato un fascino singolare su gli uomini del Vecchio Occidente, mediante gli splendori dell'arte e le bellezze incomparabili della natura; da pochi decenni esso ha richiamato su di sè l'attenzione degli studiosi anche per il rapido progresso compiuto nel campo scientifico, e per lo sviluppo meraviglioso delle sue industrie.

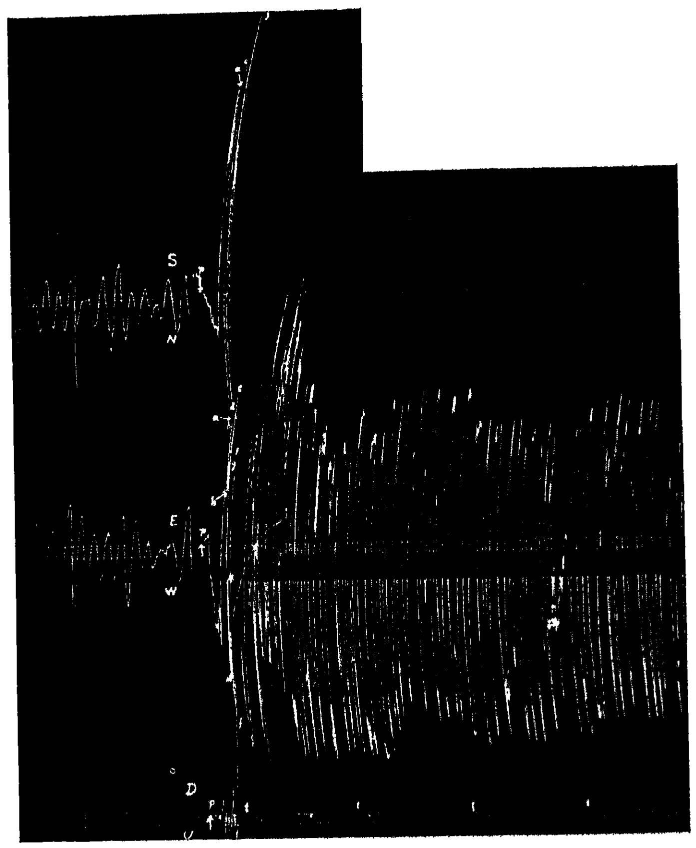


Fig. 1. — Sismogramma del terremoto.

L'uno e l'altro ebbero inizio con la ristaurazione dell'Impero del 1868, che pose fine ai vecchi privilegi feudali, sostanzialmente imperniati nel governo militare dei Shogun; schiuse le porte al commercio internazionale, e spianò la via al libero scambio dei prodotti intellettuali e materiali delle due civiltà. Yedo, già residenza della famiglia governante Tokugawa, fu assunta come capitale dell'Impero col nome di Tokyo, ossia *Capitale dell'est*, e subì una trasformazione grandiosa, che nel volgere di un cinquantennio la portò a livello delle più vaste metropoli d'Europa e d'America; sommava invero la sua popolazione nel 1922 a due milioni e mezzo di cittadini, e il suo bilancio a trecento milioni di yen, presso a poco equivalenti a tre miliardi di lire; Yokohama, soprannominata il porto di Tokyo, che aveva nel 1860 poche centinaia di case e l'aspetto di un villaggio di pescatori, contava nel 1922 una popolazione di 440 mila persone e un bilancio di 37 milioni di yen, con un traffico portuario di un miliardo e mezzo di yen, pari a circa quindici miliardi di lire. Entrambe le città

fruiscono dei privilegi di un governo autonomo, sotto l'egida di una Prefettura locale e sotto il controllo del Ministro degli Interni, al pari delle altre quattro più grandi città del Giappone: Kyoto, Osaka, Kobe e Nagoya.

Il 1° settembre 1923 segnò una data fatale nella storia del nuovo Impero, e particolarmente in quella delle due prime città, su le quali per un giorno intero si scatenò la furia devastatrice di un terremoto senza precedenti, onde furono registrate nelle 24 ore 237 scosse, e durante il mese successivo altre settecento. L'ampiezza delle vibrazioni raggiunse, in base ai sismogrammi rilevati nella Università di Tokyo, di cui la prima parte è riprodotta nella fig. 1, un massimo di 180 mm. e l'accelerazione impressa 4 a 5 decimi di quella di gravità. I danni più ingenti si produssero indirettamente a causa degli incendi divampati in gran numero, e in parte dovuti al modo primitivo di accendere i fuochi nell'interno delle case di legno per la preparazione delle vivande nell'ora meridiana. Di essi 134 furono noverati in Tokyo, e solo una sessantina potè domarsi rapidamente, ma gli altri resistettero a tutti gli sforzi di estinzione, e, propagandosi nei quartieri circostanti, ridussero in cenere la maggior parte della città.



Fig. 2. — Incendio dell'Ufficio di Polizia a Tokyo.

La fig. 2 riproduce l'incendio dell'Ufficio metropolitano di Polizia a Tokyo. A Yokohama la situazione fu anche peggiore, perchè le prime scosse abbatterono tutte le stazioni dei pompieri, rendendone inservibili le macchine, e le condutture principali dell'acqua vennero ad un tempo interrotte. Una veduta generale delle rovine di questa città è riprodotta nella fig. 3.



Fig. 3. — Rovine di Yokohama.

L'area devastata si estese così a circa le metà di quella totale in Tokyo e ad un quarto in Yokohama; morirono a Tokyo 58.000 ed a Yokohama 21.000 persone, oltre a 12.000 dispersi, 11.000 feriti gravi e 25.000 feriti leggeri; rimasero in complesso senza abitazione 1 milione e 700.000 cittadini, e 270.000 con le case danneggiate (1). Nelle Prefetture contigue morirono 12.000 persone e ne furono disperse oltre 1000. La perdita complessiva delle proprietà venne stimata a cinque miliardi e mezzo di yen; oltre cinquanta miliardi di lire.

In una rassegna, comunque sommaria, dello sviluppo industriale di questa Nazione non è possibile astrarre da una tragedia così immane, perchè gli sforzi compiuti per ricolmarne i danni materiali, mentre costituiscono la miglior prova dello immenso spirito di sacrificio e di iniziativa di quel popolo, non poterono a meno di esercitare una forte ripercussione su tutto il movimento industriale.

Io prenderò pertanto le mosse da quest'episodio grandioso, la cui descrizione fu molte volte già data nei giornali e nelle riviste internazionali, ma il cui bilancio consuntivo non venne raccolto dal Comitato delle ricostruzioni, se non molti anni dopo. Esso precisamente forma oggetto di una elegante pubblicazione, che vide la luce nel 1929, e venne offerta in dono a tutti i partecipanti dei due Congressi: quello mondiale di ingegneria e quello sezionale della Conferenza dell'Energia. Da questa pubblicazione, riccamente illustrata, sono ricavate molte delle notizie e parte delle vedute fotografiche esposte in questa comunicazione.

La prima scossa ebbe luogo alle ore 11,58 del 1° settembre, ed all'una pomeridiana era già costituito nell'Ufficio di Prefettura di Tokyo un Comitato provvisorio di soccorso; il giorno dopo entrava in funzione il Comitato centrale sotto la presidenza del Primo Ministro; il terzo giorno veniva nominato un Commissario militare per la pubblica sicurezza. L'Imperatore largiva contemporaneamente dalla sua cassa privata dieci milioni di yen per i soccorsi più urgenti; apriva al popolo alcune proprietà della Corona, ed emanava disposizioni provvidenziali a favore degli ammalati. Veniva proclamata la moratoria di un mese per i debitori delle regioni devastate, malgrado la quale quattordici banche riprendevano già il 10 settembre le operazioni. Una requisizione generale di sostanze alimentari veniva indetta, ed il 6 settembre s'apriva la pubblica vendita del riso. Il servizio telegrafico e telefonico, al pari di quello tranviario e d'illuminazione elettrica, venivano ripristinati fra il 5 e il 6 settembre in alcuni distretti; la distribuzione dell'acqua potabile era in parte già riattivata a Tokyo il 4 settembre, ed a Yokohama il 13; quella del gas verso la fine del mese.

Il problema della ricostruzione delle case offerse naturalmente le più gravi difficoltà, urgendo da una parte fornire alloggio a un milione e mezzo di persone, che ne erano prive, e dall'altra non pregiudicare, mediante edificazioni stabili, la possibilità di una sistemazione più razionale dei vari quartieri e di tutta la rete stradale.

Il 15 settembre venne per questo emanata un'ordinanza imperiale, che sospendeva nelle due Prefetture di Tokyo e Kanagawa i piani regolatori preesistenti, e autorizzava nei luoghi, ove gli edifizi erano stati abbattuti, la costruzione di baracche provvisorie di non più di due piani (da iniziarsi prima della fine d'agosto 1924, ma da rimuoversi entro il quadriennio successivo). I termini furono poi spostati mediante disposizioni successive, in base alle quali vennero effettuate molte permute di terreni, e disciplinate le questioni della viabilità e dell'edilizia cittadina.

La nobile gara accesa, oltre che in Giappone, in quasi tutte le altre Nazioni del mondo, per alleviare mediante contributi finanziari l'immensità del disastro, ha costituito una delle manifestazioni più solenni della solidarietà umana. Le somme raccolte ammontarono a 67 milioni di yen, di cui due terzi in Giappone e un terzo negli altri Paesi, segnatamente in China, Inghilterra e negli Stati Uniti. Di essi la massima parte venne erogata nei soccorsi immediati di cibi, medicinali e vestiario; una parte servì alla ricostruzione di modeste abitazioni, un'altra alla costituzione di enti permanenti di beneficenza a favore dell'infanzia e della vecchiaia, ed all'impianto di scuole operaie e di ospedali.

Sui fondi raccolti in America, una somma di 7 milioni di yen venne prelevata nel 1924 per l'impianto di un ospedale commemorativo in Tokyo, aperto nel maggio 1929 con 248 letti e con posti di medicazione per 600 ammalati esterni, nonchè per un ospedale analogo, ma più modesto in Yokohama; entrambi resteranno a testimoniare la generosa simpatia di un popolo di forti verso le forme più pietose della sofferenza. Da parte sua il popolo giapponese, custode geloso delle sue tradizioni, ed abituato alla più stoica noncuranza del dolore, seppe compiere eroicamente il suo sacrificio, e trarre dalla spaventosa avversità, che l'aveva colpito, il coraggio e la forza di una rinascita gloriosa, che lo addita alla universale ammirazione.

L'editto imperiale, emanato il 12 settembre, che nella pubblicazione illustrativa già citata figura in fronte con gli aurei segni della regalità, tracciava a tutta la Nazione il programma grandioso della ricostruzione, intesa non tanto al ripristino dei beni perduti quanto alla riforma organica della capitale dell'Impero, all'importanza della quale dovevano adeguarsi le opere del restauro, così da sopperire alle future esigenze, e da reggere al confronto delle metropoli più progredite.

Venne costituita perciò una Commissione Imperiale per la preparazione dei piani di ricostruzione e, mentre si provvedeva all'accaparramento dei fondi necessari mediante prestiti nazionali e internazionali a lunga scadenza, veniva espropriata dal Governo gran parte

(1) Il numero totale delle case in Tokyo era nel 1922 di 357.000, di cui 325.000 in legno; di queste rimasero in piedi 135.000 e in totale 142.400. Nel 1926 il numero delle prime era salito a 320.000 e quello totale a 327.000 circa.

dei terreni nelle regioni devastate, per poterne disporre la ripartizione con la massima libertà. Un progetto originario, che implicava la spesa di tre miliardi e mezzo di yen per la sistemazione di tutta la città e del suburbio, non potè attuarsi per la penuria dei mezzi, ma i vari Dipartimenti governativi vennero autorizzati a eseguire le opere inerenti alla rispettiva giurisdizione, predisponendone il progetto secondo un programma della durata di un decennio con uno stanziamento complessivo di 826 milioni di yen, pari a otto miliardi di lire. Una legge speciale del 24 dicembre 1923 autorizzò il Governo a emettere prestiti complessivi per oltre un miliardo di yen; altre successive disciplinarono la sistemazione dei pubblici servizi, sotto l'egida dei Comitati tecnici e amministrativi, e sotto le giurisdizioni municipali e governative.

Il nuovo piano regolatore di Tokyo, nel quale la fig. 4 riproduce solamente la parte centrale della City, venne approvato nelle sue linee di massima nell'aprile 1924, ed esteso ad una zona circolare, che ha circa dieci miglia di raggio e il centro della stazione ferroviaria; essa copre 220 miglia quadrate, di cui 31 sono occupate dalla città attuale. La popolazione complessiva della zona superava già nel 1924 quattro milioni di abitanti, e quella della città si approssimava a due milioni con una densità rispettiva di 18.700 e 63.600 per miglio quadrato.

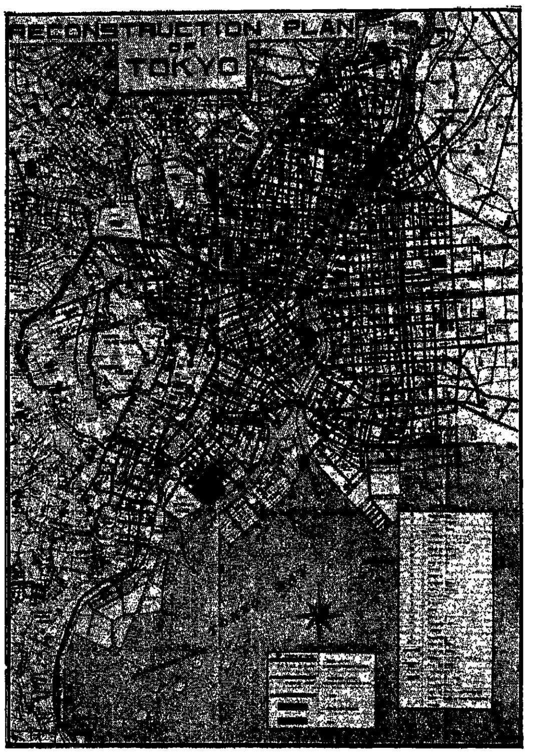


Fig. 4. — Piano regolatore di Tokyo.

Il piano regolatore di Yokohama venne approvato del pari lo stesso anno, e copre un'area di 65 miglia quadrate con una popolazione di 587.000 abitanti; di questi oltre 400.000 sono inclusi nella città, che occupa circa 53 miglia quadrate, ed ha una densità di popolazione di 7700 abitanti per miglio quadrato.

Il sistema distrettuale forma la base dei piani regolatori municipali, e conferisce al progresso ed all'espansione suburbana. A Tokyo i distretti di residenza, del commercio e dell'industria occupano rispettivamente 54, 12 e 32 % dell'area totale, e 2 % è riservato a scopi indeterminati; a Yokohama la proporzione è di 66, 12, 14 e 8 %. Particolari regioni vengono riservate agli edifici monumentali ed ai quartieri di bellezza; in altre la prevenzione del fuoco è garantita mediante edifizi incombustibili, classificati secondo speciali categorie.

La vecchia rete stradale di Tokyo, la quale occupava meno del 12 % dell'area della città, venne interamente riformata, predisponendo nella direzione sud nord un complesso di arterie principali larghe di 33 a 44 metri, di cui un esempio è riprodotto nella fig. 5, e nel senso trasversale un complesso di arterie di 27 a 36 metri, fiancheggiate le une e le altre da strade secondarie. Dalla stazione ferroviaria centrale si dirama poi un aggregato di strade radiali, a cui si raccorda un boulevard di cintura. In complesso la rete è destinata a comprendere 52 strade principali di larghezza superiore a 22 metri con uno sviluppo di 119 km, e 122 strade secondarie di larghezza compresa fra 11 e 22 metri con uno sviluppo di 139 km, oltre alle piccole strade di separazione fra i singoli isolati; essa occuperà così 27 % dell'area complessiva, con una proporzione simile a quella di Berlino, Londra e Parigi. Un regolamento speciale disciplina tutta la polizia stradale. Per il miglioramento delle pavimentazioni nel 1920 l'Imperatore aveva già largito un fondo di tre milioni di yen, e la città di Tokyo previde uno stanziamento di 40 milioni; i tipi variano con l'importanza e la destinazione delle strade.

I vecchi ponti, in massima parte di legno, vennero ricostruiti in muratura od in ferro, con una spesa complessiva per le due città di 60 milioni di yen; di questi 17 vennero assorbiti dai 9 grandi ponti sul fiume Sumida, che attraversa Tokyo da nord a sud, taluno dei quali alla fine del 1929 era ancora in costruzione ed uno è riprodotto nella fig. 6. Di pari passo procedette la sistemazione dei canali nella parte bassa della città, parecchi dei quali vennero allargati e parecchi costruiti a nuovo. I parchi vennero notevolmente ingranditi; tutte le condutture d'acqua, gas ed elettricità completamente riordinate.

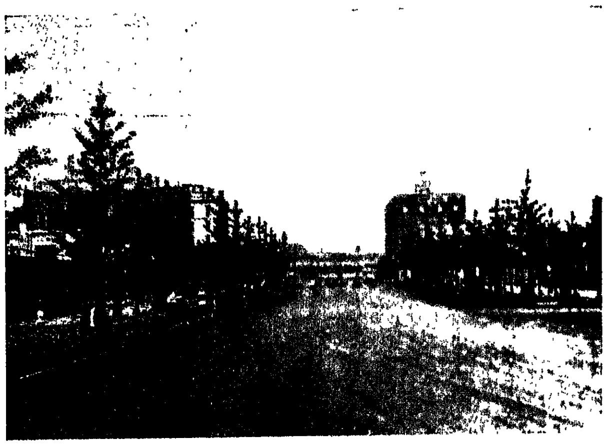


Fig. 5. — Strada di Tokyo.

La struttura particolare delle case giapponesi, a solide intelaiature periferiche con pareti leggere e in parte scorrevoli di legno, permise di risolvere in numerosissimi casi il problema da noi pressochè inconcepibile del loro trasporto da punto a punto, per coordinarne ai nuovi piani regolatori l'installazione definitiva.

La veduta di un edificio, in legno di ospedale durante il trasporto è riprodotta nella fig. 7. Si fa conto che più di 200.000 case siano state così rimosse dalla loro posizione in Tokyo e circa 20.000 in Yokohama, ciò che rappresenta il 96 % di quelle situate nelle zone devastate. Le difficoltà maggiori si incontrarono, più che nel trasferimento degli edifici, nel ripristino dei servizi accessori di acqua e luce, delle fognature, delle linee telefoniche, ecc.

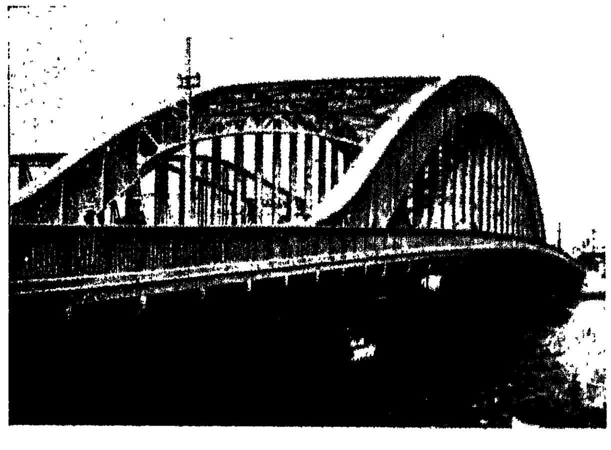


Fig. 6. — Ponte sul Sumida.

L'operazione completa durò quattro anni e mezzo; nel solo mese di agosto 1928 vennero spostate più di 15.000 case, non tutte e solamente di legno, ma molte anche in muratura. Non poca cura richiese del pari il trasferimento e la sistemazione di molti luoghi di sepoltura annessi ai templi, e non inclusi nei pubblici cimiteri, e la permuta e cessione dei terreni nella circoscrizione delle aree fabbricabili, stimati sistematicament per categoria in base a prezzi unitari prestabiliti secondo la regione, tenendo presente la ubicazione loro di fronte alle strade principali e secondarie.

Nel nuovo piano venne in tal modo regolata con un criterio ben preciso la distribuzione dei quartieri « *machi* », la denominazione delle strade e la numerazione degli edifici, per il che venne costituita una apposita Commissione; il lavoro, oramai compiuto nelle aree devastate, doveva estendersi ulteriormente alle zone immuni delle vecchie

città e in quelle suburbane, di cui è in progetto la edificazione. Nella fig. 8 è riprodotta la veduta di uno dei quartieri centrali di Tokyo.

Le scuole elementari, di cui oltre 200 esistevano in Tokyo prima del terremoto, allogate in semplici baracche di legno e soggette a ra-



Fig. 7. — Trasporto di un edificio in legno.

pido deperimento, vennero in gran parte ricostruite in solida muratura, con struttura uniforme e antisismica, e allogate nella prossimità dei giardini pubblici sotto gli auspici municipali; una di esse a titolo di esempio è riprodotta nella fig. 9.



Fig. 8. — Quartiere centrale di Tokyo.

Le Prefetture provvidero alla ricostruzione delle scuole medie; il Governo a quella degli edifizi universitari. Nella fig. 10 è riprodotto l'edificio centrale della Università di Tokyo e nella fig. 11 la sua biblioteca.

Somme ingenti vennero consacrate alla ricostruzione degli ospedali e degli altri stabilimenti sanitari, come lazzaretti e luoghi di quarantena e di disinfezione; al riordinamento del servizio di nettezza



Fig. 9. — Scuola elementare di Tokyo.

urbana, che occupa a Tokyo un migliaio di persone e smaltisce le spazzature in appositi forni, di cui un esempio è nella fig. 12; esso costa annualmente un milione e mezzo di yen. Vennero completamente rimodernati gli asili d'infanzia per i figli degli operai e gli altri istituti di assistenza, come laboratori e refettori popolari, bagni e dormitori, monti di pegno e luoghi di ricreazione, agenzie di collocamento e posti di medicazione. La fig. 13 mostra la prima Casa di Convegno costruita a Yokohama. Completamente riordinati vennero anche i magazzini di generi alimentari, sotto il diretto controllo delle Autorità municipali, così per la raccolta generale come per la vendita al minuto; pei soli magazzini generali, tre a Tokyo e due a Yokohama, vennero stanziati 4 milioni di yen.

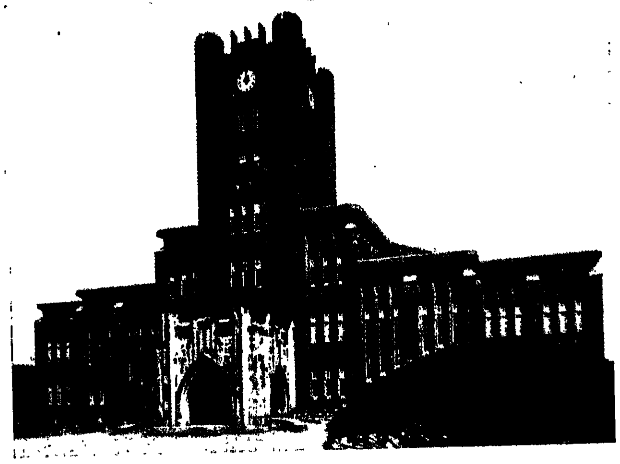


Fig. 10. — Auditorium dell'Università di Tokyo.

Il servizio dell'acqua potabile, impiantato per la prima volta tre secoli or sono all'inizio del Shogunato, con una canalizzazione in legno che derivava l'acqua dallo Stagno Inokashira, era stato già notevolmente migliorato all'epoca della restaurazione con derivazione dal fiume Tama, a distanza di una quarantina di chilometri. Esso venne poi completamente riformato fra il 1892 e il 1911 con una spesa di 9 milioni di yen, e notevolmente ampliato nel decennio successivo con la costruzione di due grandiosi serbatoi a Murayama, allacciati al fiume mediante appositi acquedotti (fig. 14); essi hanno la capacità di circa 12 milioni di metri cubi, sufficiente a fronteggiare un'eventuale temporaneo inaridimento del fiume nella stagione più calda, essendo il consumo massimo giornaliero di circa mezzo milione di metri cubi, e quello medio di circa trecentocinquanta mila. E' ora in costruzione un'altro grande serbatoio, intitolato Yamaguchi, prossimo a Tokyo, e avente una capacità di circa 18 milioni di metri cubi, per assicurare l'alimentazione necessaria alla popolazione ognora crescente e ai servizi cittadini; esso dovrebbe essere ultimato nel 1934.

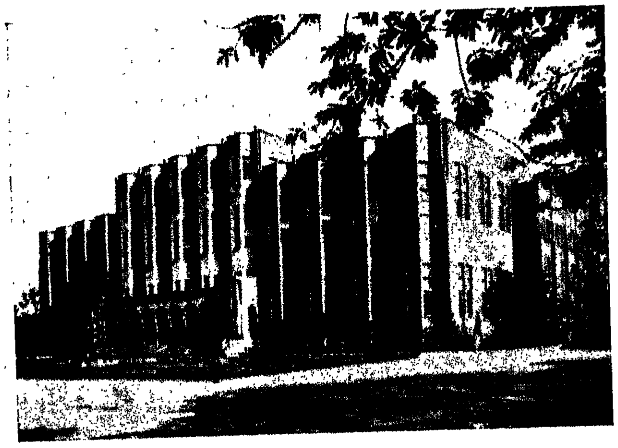


Fig. 11. — Biblioteca dell'Università di Tokyo.

Il servizio di fognatura era in pieno sviluppo all'epoca del terremoto, e ne sofferse danni ingenti, la cui riparazione e il completamento dell'opera a Tokyo richiesero la spesa di 40 milioni di yen, ed a Yokohama un milione e un quarto.

Una enorme estensione e importanza hanno a Tokyo il servizio elettrico di trasporto e quello di illuminazione e distribuzione di forza motrice, che il Municipio nel 1911 riscattò dalla Compagnia originaria delle ferrovie al prezzo di 65 milioni di yen, ed ampliò successivamente. Esso occupa ora 15.000 persone. Quello tranviario già nel 1917 si effettuava con oltre 1600 vetture a carrelli e 300 comuni; sviluppava giornalmente una percorrenza di 280 mila chilometri, e trasportava un milione e duecento mila passeggeri sopra una rete di circa 300 km. Nel 1922 la rete era cresciuta oltre 400 km; il numero delle vetture e dei passeggeri era pressochè decuplicato.

Il servizio di illuminazione e forza motrice è fatto dall'Ufficio Mu-

nicipale per 2/5 circa del distretto, essendo circa 3/5 riservati alla Compagnia d'illuminazione elettrica di Tokyo: dopo la ricostruzione, il primo alimenta 90.000 case con 610.000 lampade, e distribuisce forza motrice a 4700 edifici con una potenza di 28.000 HP; la seconda alimenta 350.000 case con oltre due milioni di lampade, e distribuisce forza motrice in 22.000 edifizi con oltre 100.000 HP di potenza.

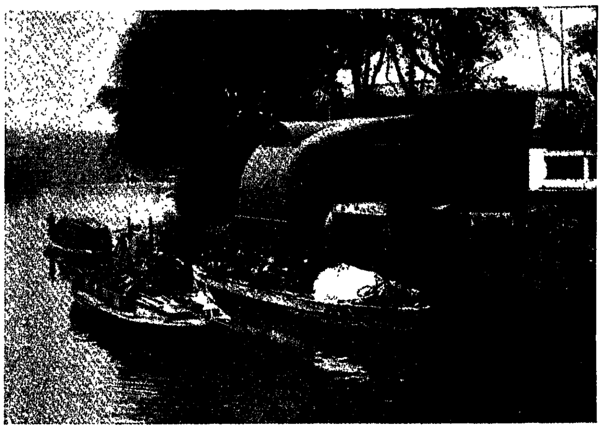


Fig. 12. — Forno per la distruzione delle spazzature.

Il servizio tranviario in Yokohama è dal 1921 esercitato dal Municipio, e sofferse a sua volta danni ingenti, la cui riparazione, unitamente ai lavori di riordinamento ed estensione, occuparono un quinquennio con una spesa complessiva di 13 milioni di yen. La distribuzione di energia elettrica è ivi monopolizzata dalla Compagnia

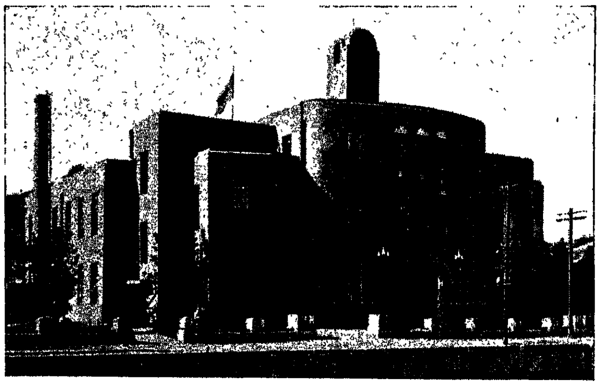


Fig. 13. — Settlement House Yokohama.

d'illuminazione elettrica di Tokyo, che vi alimenta 95.000 case con circa 350.000 lampade.

Il servizio del gas è in questa seconda città proprietà dell'Amministrazione Municipale; a Tokyo lo esercitò la Prefettura fino al 1885, lo cedette in seguito ad una Compagnia locale sotto il controllo

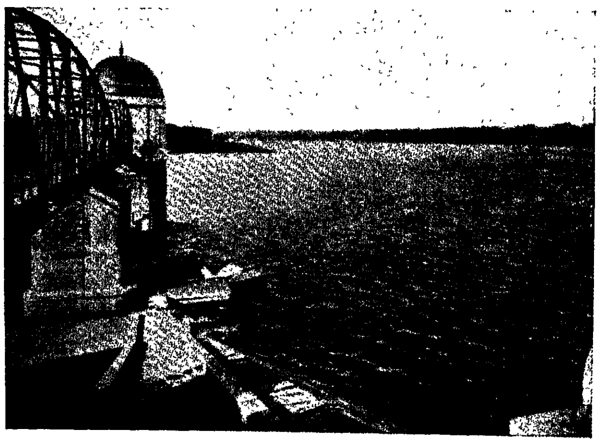


Fig. 14. — Serbatoio di Murayama.

del Municipio. Delle 240.000 case, da essa servite prima del terremoto, circa 140.000 vennero da questo distrutte, o per effetto di esso incendiate; il servizio venne parzialmente ripreso dopo un mese, e quasi interamente riattivato alla fine dell'anno.

In aiuto al servizio tranviario venne a Tokyo, immediatamente dopo il terremoto, attivato un servizio di autobus, il quale si è rapidamente sviluppato, sì da contare nel 1927 440 vetture e un numero di passeggeri superiore a 47 milioni, con un introito di oltre tre milioni di yen. Un servizio analogo venne istituito più tardi anche a Yokohama. A Tokyo venne anche aperto nel 1927 all'esercizio un breve tronco di ferrovia sotterranea, destinato ad ampliarsi in forma di servizio elettrico metropolitano a gran velocità.

Sopra i danni specifici, arrecati dal terremoto agli impianti elettrici, una magnifica monografia illustrativa venne pubblicata nel 1924 dal Dott. M. Shibusawa, Presidente del Comitato Elettrotecnico Nazionale, e sopra di essa porterà l'attenzione il nostro Sottocomitato, incaricato di elaborare le norme per la costruzione degli impianti elettrici nelle zone soggette a terremoto, attesoche essa contiene al riguardo una folla di utili indicazioni e suggerimenti.

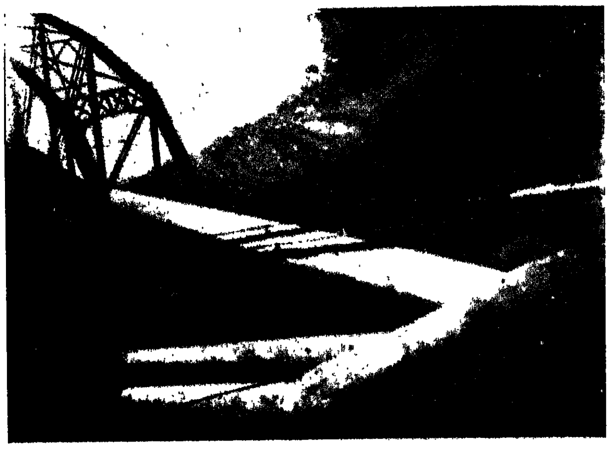


Fig. 15. — Pali di cemento spezzati.

Le principali conclusioni, alle quali i nostri colleghi sono giunti, possono riassumersi brevemente così:

1) Una gran parte dei danni fu causata solo indirettamente dal terremoto, atteso che la causa diretta ne furono i numerosi incendi da quello provocati. Di essi peraltro solamente una piccola parte venne occasionata da corti circuiti elettrici, atteso che le condutture di distribuzione vennero rapidamente distaccate dalle sorgenti; in ogni caso sembra possibile evitare questo pericolo, eseguendo gli impianti interni con le dovute precauzioni, sì che il servizio possa rapidamente riprendersi al cessare delle scosse.

2) Le centrali di produzione termiche e idrauliche, situate nelle regioni del terremoto, non si sottraggono in generale a danneggiamenti più o meno gravi, per cui la ripresa del servizio non può di solito essere immediata. Giova per questo provvedere in tempi normali alla interconnessione delle linee di trasmissione, in modo da potere, in caso di emergenza, derivare da sorgenti situate in altre regioni.

3) Linee e sottostazioni si possono costruire in modo da resistere quasi sicuramente al terremoto; all'uopo giova che siano a priori adottate severe precauzioni nelle zone a questo soggette.

4) Con simili precauzioni è anche necessario impiantare tutte le linee di comunicazione fra le stazioni generatrici, le sottostazioni ed i punti più importanti della rete di distribuzione.

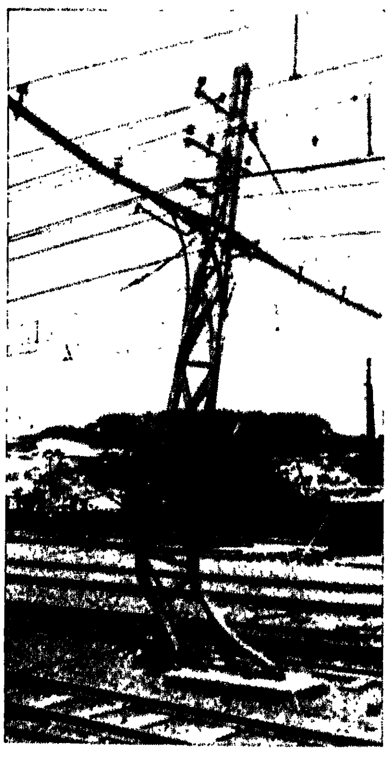


Fig. 16. — Palo in ferro di linea ferroviaria.

5) Nelle grandi città è sempre consigliabile di costruire un anello di distribuzione, allacciato a tutte le linee di trasmissione provenienti dall'esterno, così da potere, in caso di emergenza, sostituire alle sorgenti eventualmente danneggiate quelle che non lo sono.

6) Nelle canalizzazioni interne sono possibilmente da evitare gli attraversamenti delle pareti di legno (frequentissime in Giappone)

con fili isolati, siano pure circondati con tubi di metallo o porcellana, perchè gli isolanti comuni facilmente bruciano, e comunicano l'incendio alle pareti. Quando tale disposizione è inevitabile, occorre costituire i rivestimenti di amianto o di altre sostanze incombustibili; ove si possa, è preferibile contornare la parete, e dotare ogni complesso di un circuito separato.



Fig. 17. — Trasformatori all'aperto.

7) Nelle centrali telegrafiche e telefoniche, e negli impianti distributori d'acqua o inerenti ad altri servizi pubblici, è in ogni caso consigliabile installare le linee di distribuzione in cavo sotterraneo, e farne l'allacciamento alle sottostazioni di alimentazione mediante linee convenientemente protette.

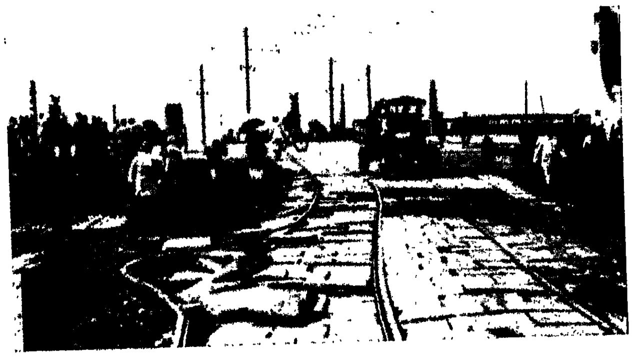


Fig. 18. — Binario contorto.

A questo riguardo è notato nel corpo della relazione che i tralicci metallici, fondati su terreni in declivio con blocchi distinti per ogni piede, ebbero numerosi danni dallo spostamento relativo di taluni di questi, laddove quelli in cresta resistettero assai bene, anche quando i terreni laterali subirono scorrimenti; rovinarono in gran parte quelli impiantati negli argini dei fiumi e sui rilevati ferroviari.

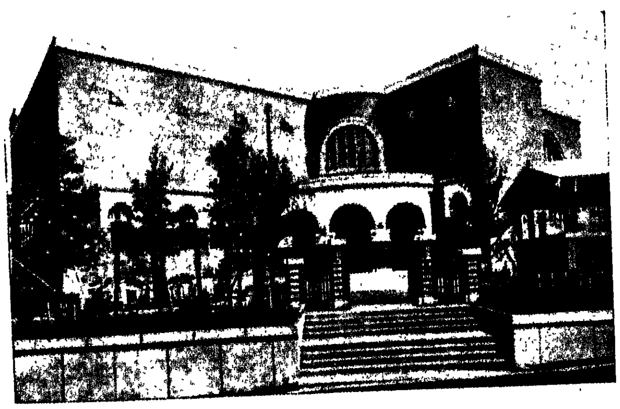


Fig. 19. — Museo commemorativo a Yokohama.

Ove i blocchi di fondazione, oltre ad essere uno dall'altro isolati, presentavano poca conicità, di modo che il terreno offriva scarsa resistenza, essi vennero frequentemente smossi, e sollevati dalla spinta risultante per le vibrazioni dei fili aerei, laddove resistettero bene quelli allargati alla base, e resi solidali mediante ancoraggi trasversali. I pali di cemento ebbero danni notevoli per il loro grande peso, e per la difficoltà di raddrizzarli quando avevano subito notevoli deviazioni; parecchi di essi nelle linee in costruzione, non ancora munite di conduttori, vennero spezzati alla base o verso la metà (fig. 15). I pali di legno, impiantati secondo le norme governative, resistettero in generale abbastanza bene, ove i terreni circostanti non ebbero a soffrire scorrimenti notevoli. Gli isolatori a catena, com'era da prevedere, ebbero minori danni di quelli rigidi, e non diedero origine ad alcuna spezzatura dei fili negli attacchi. I sostegni in ferro resistettero in generale assai bene anche al cimento del fuoco; in molti di essi vennero naturalmente contorti (fig. 16). Nelle linee aeree è indispensabile garantirsi, mediante la brevità delle campate o la distanza adeguata dei conduttori, contro il pericolo di contatti dovuti alle vibrazioni trasversali. Molti trasformatori da palo vennero ribaltati per la robustezza insufficiente degli attacchi. Nelle sottostazioni all'aperto parecchi grandi trasformatori vennero spostati o abbattuti (fig. 17).

Nelle reti di distribuzione molte mensole e paline venne abbattute per cedimento delle pareti a cui erano infisse. Le rotaie dei tram vennero in alcuni punti per lo scorrimento del terreno bizzarramente spostate e contorte (fig. 18) I cavi sotterranei non soffersero in generale danno, eccettuati quelli sepolti in terreni che subirono scorrimento, o lungo ponti rovinati. In alcune muffole si ebbero tuttavia disgiunzioni dovute allo scorrimento dei cavi, o infiltrazioni d'acqua per lo spostamento delle maniche di protezione. Alcuni cavi in tubazioni sottosuolo, su ponti parzialmente incendiati, resistettero alla prova del fuoco; i blocchi a fori multipli soffersero numerose fessurazioni. Le piccole celle dei trasformatori, con pareti metalliche, soffersero solo il danno del fuoco; quelle in muratura vennero in molti posti screpolate.

Una folla impressionante di queste reliquie è raccolta nel Museo Commemorativo del terremoto eretto a Yokohama (fig. 19), alla cui visita è degno complemento quella del grande Sepolcreto, che aduna le ceneri e le ossa di una gran parte delle vittime (fig. 20).



Fig. 20. — Ossario di Yokohama.

Nel predisporre la ricostruzione degli impianti, molti dei pericoli preesistenti vennero eliminati con le predette cautele; molti vennero ridotti mediante la abolizione di numerosi fabbricati in legno, e l'aggruppamento di piccole costruzioni in edifici più importanti, resistenti al fuoco e alle vicende sismiche, che meglio rispondono alle nuove esigenze, oltrechè al decoro e all'euritmia delle città moderne.

L'opera grandiosa venne singolarmente agevolata mediante la costituzione di una Compagnia di incoraggiamento edilizio, col capitale di 10 milioni di yen e con una forte partecipazione dello Stato. Questo emise all'uopo un prestito a premi di 200 milioni di yen con l'interesse del 4 %, e concesse alla Compagnia predetta 60 milioni di anticipazioni al 6,50 %, garantiti dai due Comuni di Tokyo e Yokohama. A loro volta questi ultimi garantirono alla Compagnia un reddito netto su tutto il capitale dell'8 %, e la autorizzarono a eseguire prestiti ai privati con l'interesse del 9 %, da estinguersi in vent'anni. La complessa operazione assicurava così ad ogni Ente partecipante un certo beneficio, come prezzo della sua prestazione diretta o della garanzia offerta, e d'altronde forniva ai privati la possibilità di procurarsi i mezzi occorrenti al ripristino della loro proprietà a tasso relativamente mite, e con un lungo periodo di ammortamento.

Esplorazioni sistematiche vennero effettuate su la natura sismologica dei terreni, ed opere notevoli di consolidamento furono eseguite, ove se ne manifestava il bisogno, con una spesa di 440 mila yen; speciali uffici di consultazione vennero impiantati per l'assistenza ai privati e imprenditori; corsi di conferenze vennero tenuti per l'istruzione del popolo, e pubbliche discussioni indette sotto gli auspici della Società di Architettura, dell'Associazione dei Costruttori, del Corpo di Polizia Metropolitana, ecc.

Alla su ricordata pubblicazione ufficiale del Comitato di ricostruzione è allegato il bilancio completo delle opere già eseguite e ancora da eseguirsi nei prossimi anni a carico dello stato, le quali ammontano in totale coi prestiti di favore a 650 milioni di yen; a questi sono

da aggiungere altri 437 milioni, stanziati dalle due Prefetture di Tokyo e Kanagawa e dalle due città di Tokyo e Yokohama. Il consuntivo lordo delle opere di ricostruzione a carico dello Stato e degli Enti pubblici salirà dunque a circa 1,1 miliardi di yen, supererà cioè i 10 miliardi di lire.

La massima parte delle somme venne coperta mediante il provento di un grosso prestito in sterline, ottenuto nel 1924 dal Governo presso un Consorzio di banche inglesi al 6 %, e da uno minore in dollari, ottenuto alla stessa epoca in America al 6 1/2 %, il primo dei quali dovrà estinguersi in 35 anni ed il secondo in 15. Altri mutui per un ammontare di 100 milioni di yen vennero dal Municipio di Tokyo ottenuti in Inghilterra nel 1926 e in America nel 1927 con l'interesse del 5 1/2 % e con la garanzia dello Stato, da estinguersi in 35 anni; prestiti minori vennero in condizioni analoghe accordati alla città di Yokohama.

Lo stato economico attuale del Giappone può giudicarsi sommariamente dal valore delle sue esportazioni ed importazioni, che nel 1922 ammontarono a 1,68 e 2,02 miliardi di yen, e nel 1925 salirono a 2,38 e 2,73 miliardi, con un eccesso dell'importazione su la esportazione di 338 e 356 milioni di yen, pari a circa tre miliardi e mezzo di lire italiane. Tale eccesso salì nel 1923 a 622 e nel 1924 a 725 milioni di yen, in causa dell'enorme quantità di materiali importati per la ricostruzione. Durante gli anni di guerra la somma delle esportazioni superò quella delle importazioni di cifre analoghe.

La circolazione cartacea totale in Giappone, Corea e Formosa è rimasta pressochè invariata nell'ultimo decennio, e prossima a 1,80 miliardi di yen; il denaro contante andò continuamente diminuendo da circa due miliardi a poco più di uno e un quarto. La somma dei depositi presso la Banca del Giappone venne gradualmente scemando da 1.147 a 550 milioni di yen; quella delle anticipazioni salì da 257 a 915 milioni. La somma delle transazioni compiute ogni anno su la piazza di Tokyo ha subìto oscillazioni relativamente piccole intorno alla cifra media di 30 miliardi di yen, prossimi a 300 miliardi di lire italiane.

Traendo le somme del bilancio imponente del terremoto, il Presidente dell'Ufficio di ricostruzione chiude la Relazione con l'adagio: «*Make fortunes out of misfortune*» e ritiene che pel suo Paese questo si sia pienamente verificato. Non la visione inadeguata delle conseguenze o l'orgoglio dell'opera gigantesca compiuta, ma solo lo stoicismo tradizionale della razza potè dettare un simile apprezzamento a chi, nell'immane disastro, aveva sofferto perdite e dolori incalcolabili, ma ne sapeva celare il rimpianto davanti alla visione di una patria risorta a maggiore grandezza. (*continua*).

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sulla viscosità degli olii.

Riceviamo:

A seguito di quanto fu recentemente pubblicato su questo giornale, credo opportuno attirare maggiormente l'attenzione degli interessati (e in particolare degli elettrotecnici) sopra il problema della scelta dei metodi pratici adatti per la misura della viscosità degli olii, e sul significato che hanno le misure correntemente eseguite ai fini di caratterizzare la proprietà «viscosità degli olii», *aggiungendo le seguenti osservazioni:*

1. - *E' necessario riesaminare il problema della misura della viscosità degli olii per determinare se è veramente la grandezza della* «viscosità cinematica» *la quantità che interessa conoscere per le applicazioni elettrotecniche, o non è piuttosto la grandezza della* «viscosità fisica» *dell'olio, insieme al valore del suo coefficiente termico di dilatazione.*

Su questo punto ho in corso esperienze che diranno se fu cosa giusta, o no, assumere la viscosità cinematica *come grandezza caratteristica (riunione di New York, anno 1926).*

Ricordo che tale scelta fu allora fatta non già in base allo studio del movimento dell'olio nei cassoni dei trasformatori, ma soltanto perchè i viscosimetri più usati in pratica (Engler, Redwood, Saybold, ecc.) conducono a determinare più direttamente (in modo però più o meno approssimato) il rapporto tra viscosità fisica e densità dell'olio, cioè la quantità che fu chiamata viscosità cinematica *per analogia della sua espressione con quella della* viscosità cinematica *che è considerata dagli idraulici per tutt'altro fine.*

2. - *Bisogna inoltre esaminare (e ciò interessa tutti gli olii minerali) quale influenza ha la loro particolare costituzione chimico-fisica sui risultati delle misure di viscosità eseguite con i diversi metodi.*

La costituzione chimico-fisica di moltissimi olii minerali è infatti analoga a quella dei sistemi dispersi (soluzioni colloidali) ed è noto che a sistemi di tale natura corrispondono singolari fenomeni che possono notevolmente cambiare i risultati delle suddette misure.

3. - *La conoscenza della viscosità degli olii per trasformatori ha evidentemente importanza secondaria nel caso in cui l'olio venga impiegato per refrigerazione di trasformatori con circolazione forzata dell'olio stesso, ma ha invece grande importanza in tutti gli altri casi. E d'altro canto, ha importanza generale poichè il valore della viscosità viene fissato nelle contrattazioni, e quindi deve corrispondere a una grandezza ben definita e misurabile in modo univoco.*

Milano - R. Politecnico, 13 marzo 1931 - IX.

O. SCARPA.

* *

Il nome dell'unità di massa.

Riceviamo:

Non ardirò certo di discutere l'articolo del Prof. Correggiari, inserito nel n. 7 del giornale, neppure nella parte, meno chiusa ai semplici tecnici, relativa alla convenienza di dare un nome alla unità di massa.

Ma poichè alcuni anni or sono, precisamente quando furono stabilite le unità pratiche per l'energia idraulica, ebbi a toccare nel giornale, sia pure incidentalmente, tale argomento, mi permetto ricordare il parere allora espresso che, se si volesse ricorrere al nome di uno scienziato, la scelta dovrebbe cadere su quello di Newton, al quale si deve la introduzione nella meccanica del concetto scientifico di massa.

Mi pare che, per esempio davanti alla Commissione Elettrotecnica Internazionale, la quale probabilmente sarebbe investita della questione, il nome di Galileo non potrebbe essere sostenuto con ragioni fondate. L. ERRERA.

Torino, 12 marzo 1931.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

R. EDLER — **Sulla richiusura degli interruttori con relais termici.** (E. u. M., n. 40, 5 ottobre 1930).

L'A. si propone di rispondere al seguente quesito: è ammissibile la richiusura immediata di un interruttore con relais termici, scattato in seguito a sovraccarico della macchina protetta? Per rispondere a questa domanda egli, tenendo presente la costante di tempo della macchina, ne traccia le curve di riscaldamento e di raffreddamento e determina il tempo che deve trascorrere affinchè il motore staccato dalla rete possa essere reinserito senza alcun pericolo. Il calcolo presuppone valide le norme R.E.M. 1930 e E.V.W.F. 1930, che ammettono tollerabile per le macchine elettriche in servizio continuativo, allo stato caldo di regime, una corrente pari a 1,5 volte la corrente normale per la durata di due minuti. Si conclude che la pausa necessaria fra l'apertura e la chiusura dell'interruttore scattato dev'essere almeno di quattro minuti. *V. D. Ma.*

APPLICAZIONI INDUSTRIALI.

E. H. VEDDER — **I sistemi di controllo automatici con le celle fotoelettriche.** (The El. J., luglio 1930, pag. 407).

Si costruiscono attualmente dei rélais che utilizzano le proprietà delle celle fotoelettriche e delle lampade a luminescenza per le più svariate applicazioni industriali. L'accensione delle lampade di un impianto d'illuminazione è di solito fatta manualmente ad orari fissi o a giudizio di chi ha tale incarico; l'operazione può invece diventare automatica quando si installi un rélais sensibile alla luce naturale. Il pericolo che il rélais possa dare dei comandi incerti quando la luce si attenua lentamente si elimina facilmente con una lampada che rimane accesa durante il giorno ed illumina la cella sensibile e si spegne quando scende la sera realizzando così una variazione repentina dell'intensità luminosa sulla cella. La taratura del relais si eseguisce a mezzo di un condensatore variabile inserito fra la griglia e il catodo della lampada a luminescenza; l'alimentazione del rélais è fatta con c. a. a 25 o 60 periodi. Il rélais fotoelettrico si applica per contare degli oggetti leggeri come gli zoccoli delle lampadine ad incandescenza; si ordinano gli zoccoli con un dispositivo meccanico e si fanno passare davanti ad una cella fotoelettrica in modo da intercettare un fascio di luce diretto su di questa; le pulsazioni della corrente che si ottengono dal rélais servono per fare avanzare un contagiri. Si arriva così a contare fino a 300 oggetti al minuto.

Nell'industria della carta il relais permette di sospendere lo avanzamento della carta appena avviene una rottura nel nastro; basta infatti far scorrere la carta fra una lampada ad incandescenza e la cella fotoelettrica del rélais in modo da occultare i raggi di luce quando il nastro si svolge regolarmente. Il pericolo della formazione di archi sul collettore di una macchina a c. c. si combatte montando un rélais fotoelettrico a breve distanza dal collettore e completamente protetto dalla luce esterna; appena l'arco si produce, il rélais fa scattare l'interruttore della macchina, la durata del dispositivo si può considerare indefinita perchè esso funziona solo per pochi se-

condi. Il medesimo rélais può essere montato come avvisatore d'incendio, esso risulta più sensibile dei tipi termici perchè entra in azione appena si produce un po' di fumo; per tale uso il rélais viene montato nella tubazione di scarico dell'aria di ventilazione delle macchine elettriche in modo che i raggi luminosi debbono attraversare la corrente d'aria prima di giungere sulla cella sensibile. Un'applicazione dei medesimi sistemi è stata fatta per la tranciatura automatica di pezzi di lamiera di eguale lunghezza.

La regolazione molto accurata della pressione di un liquido o di un gas si può ottenere col seguente schema: si montano due rélais fotoelettrici a breve distanza in modo che i raggi luminosi siano intercettati dalla colonnina di mercurio dell'indicatore di pressione, il rélais superiore agisce sul regolatore della pressione nel senso di farla diminuire e quello inferiore agisce in senso opposto. Il menisco del mercurio è così costretto a rimanere sempre nel tratto del tubetto di vetro limitato dai due raggi luminosi; cambiando il liquido nel tubetto si può rendere l'apparecchio sensibile a delle variazioni di pressione molto piccole. *I. L.*

CONDUTTURE.

K. A. Hawley — **Lo sviluppo degli isolatori in porcellana.** (J. A. I. E. E., settembre 1930, pag. 796).

L'A. rievoca la storia dei progressi compiuti nella tecnica della costruzione degli isolatori di porcellana, mettendo in evidenza il lavorio teorico e sperimentale attraverso il quale si è potuto raggiungere l'attuale grado di perfezione. Con particolare riguardo considera la questione della cementazione dei vari pezzi negli isolatori composti, che è stata causa di difficoltà così gravi. Ricorda poi i più recenti progressi compiuti specialmente nei riguardi del fissaggio del perno nell'isolatore. *R. S. N.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

W. Deutsch e W. Hoss — **Produzione di corrente continua ad alta tensione direttamente da corrente trifase.** (E. T. Z., n. 43 del 23 ottobre 1930, pag. 1480).

I campi, nei quali si usa oggidì corrente continua ad alta tensione, non sono molto estesi. Per deboli potenze si ricorre agevolmente al raddrizzamento di mezza onda di una corrente monofase. Migliori sono gli impianti che consentono il raddrizzamento di ambedue le metà dell'onda e migliori ancora quelli che raddrizzano una corrente trifase in circuiti simili a quelli usati per grandi raddrizzatori a vapore di mercurio. Tutti questi metodi si servono di raddrizzatori a catodo incandescente oppure di raddrizzatori meccanici per la corrente trifase in continua, quali sono descritti nell'articolo. Dopo aver ricordato lo schema di Graetz per la conversione di corrente trifase in continua, per il quale occorrono sei valvole, l'A. mostra come nel sistema descritto alle sei valvole vengano sostituiti sei contatti che sincronicamente colla corrente alternata riproducono meccanicamente le funzioni delle valvole nel chiudere e aprire il circuito. Si potrebbe realizzare un tale raddrizzatore per mezzo di due dischi di materiale isolante posti su di un albero comandato da un motore sincrono; alla periferia di tali dischi dovrebbero essere assicurati, a due estremità diametrali, due contatti a forma di segmenti: per raccogliere poi la corrente raddrizzata ogni segmento dovrebbe essere collegato con un anello isolato. Per ridurre il numero di giri di una tale macchina si può aumentare il numero di paia dei segmenti. In pratica questa macchina si realizza aggiungendo un secondo disco detto di compensazione. In questo modo si ottiene una corrente continua assolutamente costante.

Questo raddrizzatore è particolarmente adatto per apparecchi per raggi X. Un'altra applicazione si ha nella tecnica della depurazione elettrica dei gas; questa si ottiene, com'è noto, caricando con effetto corona le particelle sospese nel gas e facendole muovere in un campo elettrico ad alta tensione verso un elettrodo. Con corrente pulsante le particelle vengono alternativamente influenzate dalla corrente gassosa e dal campo elettrico, con che esse assumono movimenti scaliformi verso il catodo di scarica, mentre, facendo uso del raddrizzatore prima descritto, che dà una corrente continua assolutamente costante, i percorsi delle particelle sono curve continue con miglioramento della depurazione. *T. S.*

I. A. Terry — **Gruppo convertitore di frequenza sincrono-sincrono da 35 000 kW.** (Gen. Elec. Rev., agosto 1930, pag. 476).

Il gruppo da 35.000 kW descritto nell'articolo è stato costruito dalla G. E. Co. per la Toledo Edison Co. e installato nella centrale di Acme, (Toledo,Ohio) per collegare le due reti a 25 e 60 periodi di tale società elettrica.

La rete a 25 periodi ha una potenza installata di circa 90.000 kW con carico quasi del tutto ferroviario. La rete a 60 periodi ha una potenza di circa 50.000 kW con carico sia industriale, sia di illuminazione. Nella curva di carico giornaliera totale dei due sistemi il carico massimo è 2,5 volte quello minimo.

Il gruppo convertitore è costituito da due macchine sincrone trifasi principali e da tre macchine ausiliarie (due eccitatrici e un motore di avviamento). Tutte le macchine sono coassiali, sostenute dai quattro supporti delle due macchine principali.

Il funzionamento normale del gruppo consiste nel trasferire 35.000 kW dalla rete a 60 periodi su quella a 25 periodi; perciò di solito il sincrono a 60 periodi funziona da motore e quello a 25 da generatore. Il primo da 46.000 kVA è a 24 poli, 13.500 V, con fattore di potenza 0,8, il secondo da 41.176 kVA è a 10 poli, 6750 V, con fattore di potenza 0,85. La velocità del gruppo è di 300 giri al minuto. Il motore asincrono di avviamento da 1200 kW è a 16 poli, 6750 V, 375 giri.

Il gruppo ha una lunghezza complessiva di oltre 17 m, una larghezza di 6 m e un'altezza di 5,5 m, di cui 3,5 sopra il pavimento. Il suo peso è di 560 tonn. di cui 228 per il motore sincrono (146 rotore e 82 statore) e 235 per l'alternatore (131 rotore e 104 statore).

Tutte le macchine sono autoventilate, ma mentre quelle ausiliarie prendono e scaricano l'aria nell'ambiente, le due unità principali hanno la ventilazione in ciclo chiuso. Nei refrigeranti posti sotto il pavimento viene raffreddata l'aria che viene immessa in corrispondenza delle cappe laterali, mentre l'aria calda viene scaricata da un'apertura centrale inferiore della carcassa. E' possibile lo scarico di parte dell'aria calda in centrale.

La sovratemperatura ammessa è di 60° per gli statori e di 80° per i rotori. Le due macchine possono sopportare un sovraccarico del 50% per 1' e un abbassamento della tensione del 50 % senza uscire di passo; è previsto anche il funzionamento separato di ciascuna di esse come condensatore rotante. Per ridurre le perdite supplementari a carico nella macchina a 10 poli si è invertita una spira per bobina sulla testata, mentre nella macchina a 24 poli l'inversione dell'unico conduttore, che forma la zona è fatta entro la cava. Gli avvolgimenti di rotore hanno alcune spire molto sporgenti sulle testate per aumentare la superficie di raffreddamento.

All'avviamento il motore di lancio, la cui velocità di regime è di 375 giri, porta il gruppo a una velocità superiore a quella normale di 300 giri. Disinserito il motore di lancio, si fa il parallelo del sincrono, quando la velocità del gruppo, diminuendo gradualmente, passa per il suo valore normale. Allo spunto l'olio dei cuscinetti è messo in pressione a mezzo di pompe per diminuire l'attrito. Il rotore della macchina a 24 poli è provvisto di gabbia di scoiattolo completa in modo da permettere anche l'avviamento dal lato 60 periodi. *C. G. E.* (*)

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

F. D. Newbury - M. W. Smith — **I limiti economici di grandezza degli alternatori accoppiati con le turbine idrauliche.** (The El. J., agosto 1930, pag. 441).

Per ogni valore della velocità di un alternatore esiste un valore massimo della potenza che si può convenientemente ricavare da esso, detto valore risulta tanto più elevato quanto minore è il numero dei giri/minuto della macchina (purchè non sia minore di 100). Gli alternatori che sono destinati ad essere accoppiati con turbine idrauliche sono sempre di potenza molto inferiore al massimo suddetto. La costruzione di questi alternatori può presentare qualche difficoltà quando si voglia realizzare nel rotor un notevole momento d'inerzia tale da garantire una maggiore regolarità di funzionamento. L'alternatore deve essere studiato per resistere alle sollecitazioni dinamiche prodotte da un aumento della velocità anche dell'80 % in più della velocità normale; e ciò perchè gli organi di chiusura della turbina possono essere bloccati da incrostazioni lasciate dall'acqua o da corpi estranei portati dalla corrente.

Un alternatore collegato ad una linea molto lunga può autoeccitarsi a causa della corrente di capacità assorbita dalla linea e se il carico reale è minimo viene a mancare il controllo della tensione ai morsetti e il funzionamento dell'alternatore diventa poco stabile; si può combattere l'autoeccitazione diminuendo la reazione d'armatura e aumentando l'induzione nell'intraferro e quindi anche l'eccitazione del rotor. Il rotor diventa pertanto più grande perchè l'alternatore deve poter superare anche i carichi con $\cos \varphi$ in ritardo. Le variazioni brusche del carico possono talvolta far perdere il passo ad un alternatore; conviene perciò preoccuparsi sempre di ridurre la reazione d'armatura al minimo e di aumentare la rapidità dell'eccitatrice nel compensare le variazioni di tensione ai morsetti della macchina: di dubbia efficacia è la presenza di spire in corto circuito sulle estremità polari. La tensione di macchina si stabilisce sempre in funzione della sua potenza: per le unità di potenza minore di 5.000 kVA non conviene superare i 2.400 V mentre solo per le unità di potenza maggiore di 30.000 kVA conviene di raggiungere i 13.800 volt. Sono state costruite anche delle unità per una tensione di 22.000 volt, l'isolamento dell'avvolgimento dello stator è allora ottenuto con micanite. L'aumento della tensione da 13.800 a 22.000 volt per le macchine di grande potenza può produrre un aumento del costo di circa il 20 %, ed una riduzione del rendimento del 0,5 %; in compenso si risparmia nelle spese d'impianto degli interruttori, delle sbarre e di tutta l'apparecchiatura dei quadri.

Il miglioramento dei sistemi di ventilazione permette di ridurre il peso della macchina e quindi anche il costo; la tendenza attuale è però di ridurre le perdite nell'alternatore anche se ciò conduce ad un aumento del costo, si costruiscono infatti degli alternatori di grande potenza che hanno un rendimento compreso fra il 97 e il 98,5 %. Il raffreddamento con l'idrogeno è stato finora applicato soltanto ai con-

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

densatori sincroni; gli alternatori lenti e di grande volume non si prestano per tale trattamento poichè la tenuta dei condotti non dà sufficienti garanzie contro le dispersioni di gas e il pericolo della formazione della miscela tonante nell'interno della macchina. *I. L.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

H. G. TAYLOR — **I fenomeni che accompagnano il trasporto della corrente fra due conduttori striscianti.** (J. I. E. E., Londra, ottobre 1930, pag. 1356).

La misura della c.d.t. fra una spazzola e il collettore di una macchina elettrica presenta sempre qualche indeterminatezza perchè non è possibile definire lo stato delle superfici a contatto e di seguirne le alterazioni durante il funzionamento della macchina. L'appoggio della spazzola sul collettore non è esteso a tutta la superficie di contatto apparente, ma è limitato (sembra) a 3 punti nei quali la corrente si concentra; basta uno spessore d'aria di 0,07 micron sotto una zona della spazzola perchè la corrente non possa più passarvi quando la c.d.t. fra la spazzola e il collettore ha il valore solito di 1,5 volt. I punti di reale contatto non sono mai stabili ed anche la corrente deve spostarsi sotto la spazzola da un punto all'altro lasciando sul collettore delle tracce sotto forma di piccole fusioni che indicano una temporanea interruzione della corrente. Nel suo studio l'A. si riferisce a questa causa di alterazione del collettore e riporta a tale scopo alcuni esempi fotografici notevolmente ingranditi. A parità di corrente la superficie apparente di contatto non ha una sensibile influenza sulla c.d.t. fra la spazzola e il collettore; l'esperienza insegna tuttavia che la c.d.t. per le spazzole di carbone diminuisce leggermente col diminuire della loro sezione. I fenomeni di abrasione e la c.d.t. sono di solito maggiori nel punto dove la corrente esce dal collettore per passare alla spazzola di carbone. La c.d.t. diminuisce col crescere della pressione che la spazzola esercita sul collettore. Se si riporta la c.d.t. su un sistema di assi cartesiani in funzione della velocità periferica del collettore si ottiene una curva che si mantiene orizzontale fino ad un certo valore della velocità periferica e poi sale rapidamente; si può spostare tale punto verso i valori più elevati della velocità aumentando la pressione delle spazzole. Il rilievo oscillografico della corrente raccolta da un contatto strisciante rivela la presenza di pulsazioni nella corrente, prodotte evidentemente dalle alterazioni dei contatti dette sopra. *I. L.*

J. L. MILLER — **Gli spinterometri a sfere in olio.** (The Elec., 29 agosto 1930, pag. 254).

Facendo prove di isolamento con un apparecchio generatore di fulmini del Ferranti Research Laboratory, si è verificato nello spinterometro a sfere attraverso il quale scoccava l'arco un interessante fenomeno. Essendo le sferette immerse in olio da trasformatori dopo alcune scariche entrambe si presentavano appiattite, come schiacciate verso l'interno. La profondità prodottasi su sfere di 60 mm di diametro e dello spessore di 5/10 raggiunse, dopo 25 applicazioni di un impulso di 150.000 V, i 12 mm. L'energia in gioco ad ogni impulso era piuttosto bassa, dell'ordine di 100 watt sec. Il fenomeno si ritiene dovuto all'improvvisa espansione dei gas generati dalla decomposizione dell'olio per effetto della scarica. L'entità del fenomeno è indipendente, oltre un certo limite, dal numero delle scariche. E' legata invece alle condizioni del circuito.

Una trattazione matematica del circuito non è allo stato attuale possibile. Un valore di larga approssimazione della corrente oscillatoria di scarica dopo un periodo di tempo t_1 è dato da

$$V \left\{ \frac{C}{2 t_1 r} \left(1 - e^{-\frac{r t_1}{L}}\right) \right\}^{\frac{1}{2}}$$

dove r è la resistenza dell'intervallo tra le sferette, L l'induttanza, C la capacità, V la tensione applicata. Il tempo in cui l'ampiezza della oscillazione discende a 1/m dell'ampiezza massima è

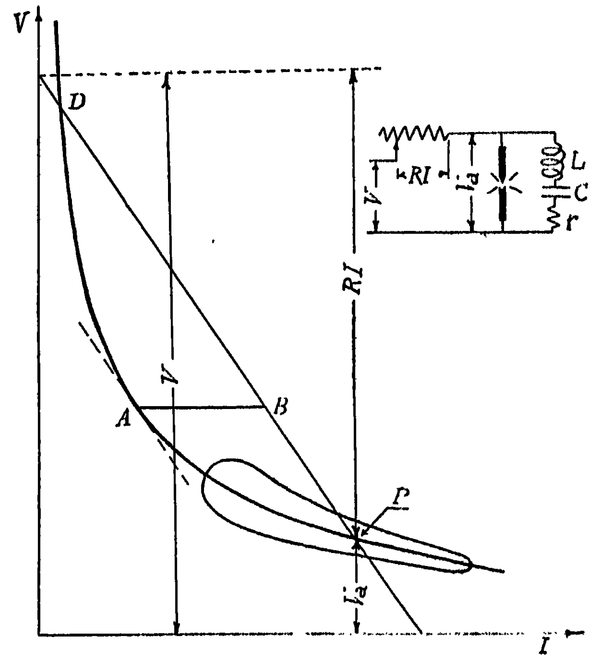
$$t_1 = \frac{2L}{r} \left(\log m + \frac{\pi}{2A} \right) \quad \text{dove } A = \sqrt{\frac{4L}{c r^2} - 1}$$

G. Cc.

ELETTROTECNICA GENERALE.

W. CRAMP - A. P. JARVIS — **L'analisi geometrica dei fenomeni dell'arco fra due carboni.** (J. I. E. E., Londra, ottobre 1930, pag. 1301).

La caratteristica di funzionamento dell'arco non si presta ad una rappresentazione mediante formule anche perchè interviene il fenomeno dell'isteresi; avviene infatti che una stessa corrente nell'arco si possa ottenere con due valori diversi della c.d.t. fra i carboni a seconda che la corrente sia ottenuta per valori crescenti o decrescenti. Gli AA. propongono di studiare i fenomeni inerenti all'arco voltaico in base allo studio geometrico diretto della caratteristica determinata sperimentalmente (questa curva si ottiene portando sulle ascisse la corrente nell'arco e sulle ordinate la c.d.t. corrispondente fra i carboni). L'arco può essere adoperato per produrre un c. a. ad alta frequenza semplicemente mettendo in parallelo fra i carboni un circuito formato da un'induttanza, una capacità e una resistenza; se l'arco è mantenuto con c. c. basta adescare delle oscillazioni elettriche in questo circuito perchè poi si mantengano con periodo costante tale da realizzare le condizioni di risonanza nel circuito. La temperatura dell'arco durante queste oscillazioni della corrente non si mantiene costante ma segue con un certo ritardo le variazioni della corrente. Supposto di cominciare a considerare il fenomeno dall'istante in cui il condensatore è caricato al massimo e la corrente nell'arco è minima (e la temperatura di questo è quindi minima), il condensatore si scaricherà generando un'onda di corrente nell'arco ed un aumento della sua temperatura. La corrente dopo avere raggiunto il valore massimo diminuisce ma non segue la curva di prima perchè la resistenza dell'arco si mantiene minore in virtù della temperatura più elevata raggiunta da questo. La curva che rappresenta il modo di variare della c. d. t. fra i carboni in funzione della corrente istantanea assume una forma ellittica con l'asse maggiore orientato nel senso della caratteristica statica dell'arco e col centro posto nel punto di stabile funzionamento.



L'arco presenta un andamento irregolare con periodiche estinzioni quando la corrente di carica raggiunge il valore AB perchè allora può ancora aumentare la tensione delle armature del condensatore mentre la corrente diminuisce fino ad annullarsi nel punto D dove l'arco si spegne. Il riadescamento dell'arco è in seguito prodotto dal condensatore che scarica tutta l'elettricità precedentemente accumulata. L'arco può mantenere il proprio carattere oscillante, anche quando l'induttanza manca nel circuito in parallelo, per la sola presenza della capacità a somiglianza di quanto avviene nella lampada a luminescenza al neon. Quando l'arco si adesca mette in corto circuito il condensatore e la corrente aumenta istantaneamente fino ad un valore molto elevato che però non può mantenersi perchè la tensione fra i carboni si annulla. In seguito la tensione torna a crescere e il condensatore può caricarsi attraverso la resistenza di stabilizzazione; la durata di una oscillazione completa è stabilita dal valore della resistenza ora detta nel senso che col crescere di questa la frequenza diminuisce. In una serie di prove eseguite su un arco munito di un condensatore in derivazione la frequenza delle oscillazioni è risultata compresa fra 940 e 2520 periodi/secondo. *I. L.*

A. BOUTARIC — **Lo stato attuale delle nostre conoscenze sui sopraconduttori.** (R. G. E., 2 agosto 1930, pag. 165).

Nel 1911 Kamerlingh Onnes, il fisico olandese, Direttore del laboratorio frigorifero di Leyda, ha scoperto, come è noto, che alle temperature prossime allo zero assoluto la resistenza elettrica di alcuni metalli diventa praticamente nulla. Questo fenomeno variamente influenzato dal campo magnetico nel luogo ove il fenomeno si verifica, dallo stato cristallino del metallo che si considera, dalle deformazioni elastiche che il metallo subisce, si verifica soltanto al di sotto di temperatura di « transizione », ed è limitato da una densità massima di corrente oltre la quale il fenomeno scompare; esso è caratteristico solamente ad alcuni metalli, e precisamente: al piombo, mercurio, indio, stagno, tallio e gallio. Per altri metalli la resistenza, avvicinandosi allo zero assoluto, tende ad un valore limite ben definito.

Un fenomeno curioso dovuto al fatto più sopra accennato dell'influenza di un campo magnetico, è quello che si verifica nel passaggio dallo stato normale allo stato di sopraconduttore. Detto passaggio non avviene bruscamente. Se si fanno agire sul circuito sopraconduttore dei campi progressivamente crescenti, la resistenza appare progressivamente, benchè in prossimità di determinati valori, una variazione debole del campo ingeneri un considerevolissimo aumento della resistenza. Successivamente, diminuendo l'intensità del campo, la resistenza non ripassa per gli stessi valori, ma nel diagramma $H, \frac{R}{R_0}$

(R = resistenza misurata alle varie temperature, R_0 resistenza a 0° C), viene a tracciare una curva del tutto simigliante al ciclo d'isteresi. Tale fatto ha dato luogo ad una serie di ricerche che hanno portato alle seguenti conclusioni:

1) Per tutte le resistenze esaminate si è constatato un effetto di isteresi nell'influenza di un campo magnetico sulla sopraconducibilità.

2) Il ritorno della resistenza per aumento del campo magnetico si opera in maniera continua.

3) La scomparsa della resistenza per diminuzione del campo magnetico ha luogo senza eccezioni in modo discontinuo, ed in realtà in uno o più salti bruschi o quasi.

4) Il numero e la altezza dei salti sono differenti per le diverse resistenze.

5) Le isteresi e le discontinuità si producono sia in un campo trasversale che in un campo longitudinale.

Detto fenomeno potrebbe giustificarsi ammettendo che la scomparsa della resistenza non avvenga simultaneamente in tutti i cristalli del sopraconduttore, ma limitatamente ad una parte di essi per volta.

Però sia questo che gli altri fenomeni non hanno avuto ancora una spiegazione certa, e molte sono oggi le ipotesi avanzate. Un fatto sembra sicuro, ed è che la sopraconducibilità debba spiegarsi in modo del tutto diverso dalla conducibilità ordinaria.

L'A. verso la fine dell'articolo dopo aver riportato il pensiero di alcuni scienziati sulla questione, esamina le relazioni che possono correre tra la sopraconducibilità e le variazioni di resistenza elettrica nei campi magnetici intensi studiati da Kapitza. *C. R.*

IMPIANTI.

R. W. H. Couzens — **Lo sviluppo degli impianti idroelettrici nello Stato di Sao Paulo, Brasile.** (Con speciale riguardo dell'impianto elettrico di Serra). (J. I. E. E., Londra, ottobre 1930, pag. 1291).

Lo sfruttamento idroelettrico del Brasile è di data recente sebbene la sua configurazione orografica sia molto favorevole; nel 1924 si valutava che nel Sud America soltanto l'1 % dell'energia idraulica disponibile era utilizzato per produrre energia elettrica. La centrale più importante di tutto lo Stato di Sao Paulo si trova a Serra dove attualmente sono istallati 2 gruppi turbina Pelton-alternatore della potenza di 33.000 kVA ed è prevista l'installazione di gruppi da 48.000 kVA fino a raggiungere la potenza complessiva di 400.000 kVA. La capacità totale dei serbatoi di riserva previsti (e soltanto in piccola parte costruiti) si valuta a più di 1 miliardo di metri cubi.

L'altezza utile di caduta dell'acqua è di 680 m; la velocità angolare della doppia ruota è di 360 giri/minuto. Gli alternatori da 33.000 kVA danno ai morsetti una tensione di 11.000 V, l'eccitazione richiede circa 105 kW a pieno carico con una tensione di 250 vol. A mezzo di trasformatori monofasi da 11.000 kVA la tensione viene elevata fino a 88.000 volt. Una speciale attenzione è stata rivolta alla presa di terra, il terreno sul quale la centrale è costruita presenta una notevole resistenza elettrica poichè è costituito da uno strato impermeabile appoggiato sulla roccia e privo di sali. Si è pensato perciò di migliorare la presa di terra fatta con i sistemi ordinari collegandola alle condotte forzate di metallo e al macchinario idraulico. Tutto il quadro ad alta tensione (88 kV) è sistemato all'aperto. La linea di trasporto della energia munita di filo di terra è doppia ed è sistemata su pali di ferro con isolatori a sospensione; la lunghezza è di 32 km per il tratto che raggiunge la città di Sao Paulo ad Est e di 65 km per il tratto che raggiunge la città da Nord Ovest seguendo la condotta forzata. Anche le sottostazioni terminali di queste linee sono tutte sistemate al-all'aperto.

Il costo attuale dell'impianto idroelettrico di Serra è di 12 milioni di sterline (comprese le opere già fatte in previsione dell'ampliamento futuro) e la potenza installata di 66.000 kVA. L'impianto di Sao Paulo funziona attualmente con un coefficiente di utilizzazione di 0,56; esso è fornito di due stazioni di compensazione delle cadute di tensione sulle linee, fornite di motori sincroni da 5.000 kVA. Esso alimenta anche una linea ferroviaria elettrificata della lunghezza di 212 km mediante una linea aerea ad 88 kV, la potenza massima assorbita dalla ferrovia è di 17.000 kW. La linea ferroviaria funziona con c. c. a 3.000 volt e impiega dei locomotori da 1760 kW. *I. L.*

E. Mattern — **Nuovi grandi impianti idroelettrici in Austria.** (E. T. Z. n. 41 del 9 ottobre 1930, pag. 1421).

All'inizio del 1929 erano in funzione in Austria impianti idroelettrici per complessivi 900.000 kW con una produzione di circa tre miliardi di kWh nell'anno. Alla stessa epoca erano in costruzione impianti per una potenza di 350.000 kW. Erano inoltre previsti progetti per produrre complessivamente altri 9 miliardi circa di kWh all'anno; in totale dunque dalle risorse idriche austriache si può calcolare di ricavare 12 miliardi di kWh all'anno. Per altro il fabbisogno austriaco fra due o tre decenni si può calcolare in circa 7 miliardi di kWh. Si ritiene perciò che una notevole quantità di energia potrà essere esportata in Germania, con linee a 220.000 e a 380.000 volt.

Circa la possibilità della Germania di assorbire notevoli quantità di energia idroelettrica austriaca, bisogna tenere presente che le riserve di lignite non hanno una grande estensione e che perciò la Germania dovrà in avvenire basarsi sulle risorse di carbone fossile.

L'A. dimostra per altro che l'energia prodotta col carbone è più cara assai di quella prodotta colla lignite o di quella importata dall'Austria e ci sarà perciò tutta la convenienza ad assorbire questo prodotto.

Le centrali austriache, fatta eccezione di quelle situate sul Danubio, si trovano parte nella zona montuosa di media altezza tra 800 e 1000 metri e parte nella zona prettamente alpina oltre i 1000 metri; molte di queste centrali sono provviste di serbatoi ottenuti dallo sbarramento di laghi esistenti.

Importanti sono anche le centrali situate sul Danubio: il tratto austriaco ha una lunghezza di 343 km con un dislivello di 153 metri. E' prevista la costruzione di 13 centrali per complessivi 850.000 kW colla produzione di 5,5 miliardi di kWh. *T. S.*

H. A. Humphrey - D. M. Buist - J. W. Bansall — **L'impianto termoelettrico delle industrie chimiche imperiali a Billingham.** (J. I. E. E., Londra, ottobre 1930, pag. 1233).

Il consumo giornaliero di vapore in questo impianto è di 6930 tonn. e la potenza elettrica totale prodotta di 37.000 kW; il coefficiente di utilizzazione dell'impianto si avvicina al 100 %. Il vapore viene prodotto ad una pressione di 57,5 kg/cm² ed a 458° C; il carbone viene bruciato sotto forma di polverino con aria preriscaldata a 260° C. L'impianto a vapore comprende tre turbine ad alta pressione da 12.500 kW e 2 turbine a media pressione con prese di vapore intermedie per il preriscaldamento dell'acqua di alimentazione della caldaia; le turbine sono direttamente accoppiate a turboalternatori da 13.750 kVA che girano a 2.400 giri/minuto e producono c. a. trifase a 40 periodi/sec. ed a 6.600 volt. Le turbine ad alta pressione sono del tipo a reazione; un dettaglio costruttivamente interessante è la tenuta a labirinto adottata fra i diaframmi fissi e l'albero mobile e nei cuscinetti estremi. Le turbine a media pressione hanno tre prese di vapore intermedie. Il vapore di scarico delle turbine, saturato in appositi desurriscaldatori, dopo avere servito ad altre lavorazioni chimiche viene ricuperato a mezzo di condensatori in ragione del 60 % mentre il rimanente 40 % si disperde e deve essere sostituito con l'equivalente in acqua. A tale scopo è stato studiato un apposito impianto di distillazione dell'acqua avente una capacità giornaliera di circa 8.000 kg di acqua; l'evaporazione dell'acqua si ottiene sfruttando il calore contenuto nel vapore derivato dalle tre prese suddette. Si può con questo sistema ridurre il contenuto solido dell'acqua ad essere minore di 3 parti su 100.000.

Le caldaie usate sono del tipo a tamburi multipli con tubi d'acqua di collegamento subverticali; la loro costruzione presentò delle notevoli difficoltà a causa della pressione elevata del vapore che devono produrre. La disposizione dei tubi è tale che circa il 30 % della superficie riscaldante totale è soggetta al calore radiante dal focolare; anche i tubi del surriscaldatore sono parzialmente esposti al calore radiante.

Il quadro di manovra a bassa tensione è del tipo completamente chiuso in cassone di ferro con le sbarre e i conduttori sotto tensione immersi in una miscela isolante, il comando degli interruttori è naturalmente fatto a distanza. Il quadro è provato ad 11.000 volt ed è suddiviso in 32 pannelli. Gli interruttori principali in olio hanno una capacità di rottura di 500.000 kVA. Sul quadro di comando sono montati oltre che i pulsanti dei rélais di manovra degli interruttori anche i dispositivi di protezione delle macchine contro le sovracorrenti e gli indicatori della temperatura (a coppia termoelettrica) degli avvolgimenti. Il locale nel quale è sistemato il quadro di comando è stato studiato in modo da garantire agli operatori la massima tranquillità e comodità; l'impianto d'illuminazione e gli apparecchi di misura in vista sono stati studiati con l'evidente scopo di evitare i fenomeni di abbagliamento che affaticano sempre l'occhio. La costanza del valore della frequenza viene controllata a mezzo di un dispositivo speciale composto di un rélais differenziale, di un piccolo alternatore e di un cronometro che ha l'ufficio di garantire al generatore di c. a. una velocità costante. La sincronizzazione degli alternatori si compie automaticamente a mezzo di un apparecchio che permette la chiusura dell'interruttore solo quando la tensione di macchina è in fase con quella di linea e la frequenza della prima è leggermente maggiore della seconda; con questo accorgimento si evita che l'alternatore possa funzionare da motore durante la fase di inserzione. *I. L.*

MATERIALI.

L. E. Benson — **Ghise e acciai nelle costruzioni elettromeccaniche.** (The Elec., 18 luglio 1930 e 8 agosto 1930, pag. 170).

Fra i tanti articoli che illustrano le proprietà dei materiali impiegati nell'elettromeccanica, il presente si distingue per l'accuratezza della trattazione e l'abbondanza del corredo illustrativo microfotografico, di grande interesse per la possibilità di istituire confronti. Alla analisi micrografica è appunto dedicata la parte più sviluppata dello scritto; l'esame della grana è il più caratteristico non solo per il riconoscimento e la selezione delle qualità, ma anche per lo studio del trattamento e per lo scoprimento di eventuali difetti, tra i quali è il cosidetto «ghost» degli inglesi. L'A. consiglia il metodo all'acido solforico in cui la carta fotografica, inumidita con H^2SO^4 è lasciata sulla superficie lavorata in esame per alcuni minuti, dopo di che mostra un eloquente «spettro» del materiale, mettendo in evidenza le granulazioni irregolari e disuniformi. Particolarmente interessanti sono le microfotografie dello stesso materiale dopo i trattamenti termici alle diverse temperature. *G. Cc.*

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

R. MAYER — **Autoeccitazione di armoniche d'ordine inferiore e superiore nei circuiti oscillanti con ferro saturato.** (E. u. M., n. 25, 22 giugno 1930).

Negli apparecchi trasmettenti di grande potenza, utilizzati nella radiotelegrafia, la frequenza di emissione assume valori elevati, ed è tale da non poter essere generata in modo semplice con macchine elettriche. Si adoperano quindi, come moltiplicatori di frequenza, delle induttanze con ferro fortemente saturato le cui armoniche d'ordine più elevato della curva di tensione vengono utilizzate nel circuito d'antenna. Di pratica utilizzazione sono soltanto quelle frequenze che sono contenute nella curva di tensione a vuoto della bobina. Se quest'ultima è magnetizzata con corrente continua, le frequenze utilizzabili sono tutte quelle di ordine pari e dispari, in caso contrario sono utilizzabili soltanto frequenze di ordine dispari. E' stato anche osservato che, con bobine fortemente saturate, possono essere generate delle frequnze non contenute nella curva a vuoto di grandezze sottomultiple o multiple di quella fondamentale ,frequenze « quasi armoniche ». Le correnti a frequenza « quasi armonica » possono generare delle tensioni che hanno influenza sul processo della trasmissione e delle quali occorre tener calcolo. L'A. illustra il fenomeno con alcuni esempi. *V. D. Ma.*

STATISTICA.

O. GANGUILLET — **La situazione finanziaria delle Imprese svizzere di produzione e di distribuzione d'energia elettrica.** (Schw. Elek. V. Bull., 7 gennaio 1931, pag. 18).

L'A. ha preso in considerazione, per il periodo degli ultimi otto anni, cioè dal 1922 al 1929 le relazioni di esercizio delle principali Imprese svizzere di produzione e distribuzione di energia elettrica, suddividendole in quattro categorie.

La categoria *A* comprende Società che cedono tutta o la maggior parte della energia che producono ad alta tensione, a dei rivenditori. La categoria *B* comprende i produttori di energia che vendono all'ingrosso e al dettaglio e che hanno una clientela costituita in parte da rivenditori che acquistano l'energia ad alta tensione, e in parte da piccoli utenti serviti a bassa tensione. La categoria *C* comprende le principali aziende municipali che vendono, a bassa tensione, l'energia che esse stesse producono. La categoria *D* comprende Imprese a carattere regionale che non producono direttamente energia o ne producono solo un piccola parte.

Le tabelle seguenti che si riferiscono alle categorie *A*, *B*, *D* forniscono i dati relativi alla produzione, al capitale azionario da rimunerare, agli ammortamenti, agli introiti e al prezzo medio di vendita del kWh prodotto o acquistato. La tabella relativa alla categoria *C* indica inoltre i versamenti effettuati alle casse municipali e la riduzione che sarebbe stato possibile effettuare se si fosse rinunciato a percepire questa forma di imposta indiretta.

Dalle cifre della prima tabella si deduce che per le Aziende tipo *A* il capitale ancora da rimunerare, per kWh prodotto annualmente è attualmente, in media, di 14,2 centesimi (svizzeri), mentre era di 18,9 cent. nel 1922; negli otto anni considerati circa il 18,5 %, in media, degli introiti è stato devoluto per ammortamenti e per fondi di riserva.

La tabella seconda dimostra che per le Imprese tipo *B* il capitale da rimunerare per kWh prodotto all'anno è attualmente di 30 centesimi mentre era di 50 cent. otto anni or sono; in questo periodo circa il 19,1 % degli introiti fu devoluto per ammortamenti o fondi di riserva. Per le aziende di categoria *C* il capitale da rimunerare è di 23 centesimi attualmente ed era di 43 cent. nel 1922; gli introiti per kWh

Società di categoria A (6 *Società*).

Anno	1922	1923	1924	1295	1926	1927	1928	1929
Energia prodotta (10^6 kWh)	1033	1053	1068	1196	1267	1360	1501	1662
Capitale da rimunerare (10^6 franchi)	195	195	210	216	218	221	227	234
Ammortamenti e versamenti ai fondi di riserva (10^6 franchi)	3.72	4.36	5.00	5.46	5.77	6.82	8.75	9.10
Introiti (10^6 franchi)	23.7	25.9	28.4	32.2	33.7	36.9	40.8	43.1
Introito medio per kWh prodotto (cent/kWh)	2.30	2.40	2.60	2.70	2.68	2.72	2.55	2.58

Società di categoria B (9 *Società*).

Anno	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929
Energia prodotta (10^6 kWh)	513.3	644.7	713.0	784.3	850.5	914.1	1004.4	1052.2
Capitale investito ancora da rimunerare (10^6 franchi)	258.2	255.8	274.4	269.7	274.7	302.5	314.5	315.6
Ammortamenti e versamenti ai fondi di riserva (10^6 franchi)	5.73	8.12	7.52	8.50	8.83	9.54	9.89	11.19
Introiti realizzati colla vendita dell'energia (10^6 franchi)	36.47	38.90	41.66	45.01	46.55	47.96	51.02	54.50
Introito medio per kWh prodotto (cent/kWh)	7.10	6.03	5.84	5.74	5.49	5.25	5.10	5.20

Aziende municipali tipo C (14 *Società*).

Anno	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929
Energia prodotta o acquistata (10^6 kWh)	412.6	451.4	499.7	576.8	593.3	639.0	713.7	774.7
Capitale ancora da rimunerare (10^6 franchi)	165.0	170.5	185.5	173.8	169.2	168.1	177.2	184.4
Ammortamenti e versamenti ai fondi di riserva (10^6 franchi)	7.9	10.1	12.0	12.6	12.2	12.3	14.1	16.8
Introiti della vendita dell'energia (10^6 franchi)	53.33	57.14	59.24	61.15	61.43	66.47	72.02	72.44
Introito medio per kWh prodotto o acquistato (cent/kWh)	12.92	12.65	11.85	10.60	10.35	10.30	10.09	9.40
Utili versati alle casse municipali in più dell'interesse al capitale (10^6 franchi)	13.54	14.12	13.99	13.93	13.35	16.05	17.12	17.71
Riduzione possibile del prezzo di vendita se non si versasse nulla alle casse municipali (cent/kWh)	3.28	3.12	2.79	2.41	2.25	2.40	2.39	2.30
Numero di abitanti	1.012.000	1.012.000	1.012.000	1.030.000	1.031.000	1.055.000	1.060.000	1.070.000
Numero di kWh prodotti o acquistati per abit.	470	446	493	560	575	605	673	720

Società tipo D (6 *Società*).

Anno	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929
Energia acquistata (10^6 kWh .)	256.6	278.5	317.2	349.2	347.0	390.7	437.9	485.3
Capitale investito ancora da rimunerare (10^6 franchi)	38.64	39.65	37.85	35.72	35.62	33.81	35.27	35.14
Ammortam. e versam. ai fondi di riserva e di rinnov. (10^6 franchi)	3.45	4.06	5.01	4.52	5.76	6.57	5.11	6.02
Introiti realizzati colla vendita dell'energia (10^6 franchi)	20.01	20.96	23.14	24.50	24.15	27.25	28.25	30.43
Introito medio per kWh acquistato (cent/kWh)	7.80	7.50	7.30	7.40	7.00	7.00	6.40	6.30

annualmente prodotto sono attualmente di 9,4 cent. Da altre considerazioni risulta che le spese di amministrazione, esercizio e manutenzione assorbono il 41,5 % degli introiti, gli interessi passivi il 14 %, gli ammortamenti e i fondi di riserva circa il 20 % e i versamenti alle casse municipali il 24,5 degli introiti.

Per le imprese tipo *D* il capitale da rimunerare risulta attualmente di 7,3 cent.; gli ammortamenti e i fondi di riserva assorbono il 18 % degli introiti; circa il 54 % degli introiti sono dedicati all'acquisto di energia, il 6,5 % della rimunerazione al capitale, e il 21,5 % alle spese di amministrazione, esercizio e manutenzione.

R. S. N.

TELEFONIA, TELEGRAFIA, SEGNALAZIONI.

L. T. Wilson — **Uno studio sugli isolatori per linee telefoniche.** (J. A I. E. E., settembre 1930, pag. 763).

La costruzione degli isolatori da usarsi per le linee telefoniche e telegrafiche non aveva presentato finora particolari difficoltà. Coll'avvento però delle trasmissioni col sistema delle onde convogliate nuovi problemi si sono imposti, perchè, specialmente quando si tratti di circuiti molto lunghi, alle alte frequenze in uso, da 3 a 3000 chilocicli, le perdite acquistano un valore notevole che influisce sensibilmente sull'attenuazione della trasmissione. L'A. riferisce su studi compiuti dalla Am. Tel. and Tel. Co. intorno al meccanismo di queste perdite e alla realizzazione di un tipo di isolatore rispondente nel miglior modo allo scopo.

Le perdite complessive che si manifestano in conseguenza della presenza degli isolatori portanti la linea possono essere suddivise in 7 voci diverse che l'A. illustra brevemente e che fanno sentire più o meno la loro influenza secondo le particolarità costruttive e di montaggio degli isolatori stessi. Lo studio, in parte teorico e in parte sperimentale, che è stato eseguito, ha riguardato i tipi di isolatori a campana con pernotto di legno o di ferro e montati su pali in legno. Come risultato delle ricerche si è arrivati a costruire due tipi speciali di isolatori per questi scopi, uno dei quali ha finito coll'imporsi quasi completamente negli impianti telefonici. Si tratta di un isolatore in vetro al borosilicio, da montarsi direttamente su pernotto in acciaio; i perni dei due isolatori portanti i due fili di un circuito vengono metallicamente connessi fra loro; le misure eseguite hanno dimostrato che questo tipo di isolatore consente di realizzare miglioramenti sensibili nel grado di attenuazione delle linee.

R. S. N.

TRASFORMATORI.

H. Salazin — **Sovraccarico di trasformatori in olio con raffreddamento naturale.** (E. T. Z., n. 38 del 18 settembre 1930, pag. 1317).

L'A. basandosi sulla teoria del riscaldamento dei trasformatori in olio, esamina alcune possibilità di sovraccarico dei trasformatori stessi. Innanzi tutto viene considerato il problema di controllare il riscaldamento di un trasformatore in olio in condizioni prescritte di sovraccarico: in tal caso bisogna verificare il sovrariscaldamento del bagno d'olio rispetto alla temperatura esterna e tra il bagno d'olio e il nucleo. L'A. ricorda alcune note formule sul riscaldamento dei corpi e le adatta alla determinazione del surriscaldamento dell'olio nel trasformatore. Il risultato è esposto in tre curve, dalle quali si possono leggere le sovratemperature che si verificano coi diversi tipi di trasformatori.

Infine vengono dati alcuni esempi di applicazione dei sistemi di calcolo prima esposti.

T. S.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

P. Ackerman — **Il problema della continuità del servizio nelle grandi reti di trasmissione.** (J. A. I. E. E., settembre 1930, pag. 767).

La tendenza attuale secondo l'A. è quella di considerare il problema della sicurezza del servizio quasi esclusivamente come una questione di relais di protezione. L'idea è errata perchè molti altri fattori intervengono nella questione, parecchi dei quali dipendenti dalle caratteristiche interne, costruttive e topografiche del sistema. Allo scopo di presentare un quadro completo del difficile problema, l'A. elenca ed illustra brevemente tutti questi fattori che concorrono a determinare il grado di sicurezza di servizio che un dato impianto è capace di assicurare.

E' anzitutto necessario che siano assicurati collegamenti molteplici fra le sorgenti di energia e i centri di consumo e che i collegamenti siano distanziati fra loro in modo che un incidente eventuale colpisca uno solo di essi che possa venire individualmente staccato lasciando il carico agli altri che devono essere capaci di sostenerlo senza eccessivi riscaldamenti. La rete deve essere tale da non consentire mai, in nessun caso di guasto, che si verifichi una caduta di tensione capace di produrre la perdita del sincronismo, e d'altra parte deve possedere una reattanza capace di limitare in tutti i punti del sistema le correnti di corto circuito entro limiti tollerabili per gli interruttori.

Per quanto riguarda la protezione, occorre anzitutto che gli interruttori siano proporzionati in modo da poter sopportare le massime correnti di corto circuito nella ipotesi peggiore di corto circuito. I relais devono avere un grado di rapidità e di selettività tale da assicurare il distacco di ogni linea o di ogni apparecchio guasto senza ulteriori ripercussioni sul sistema; essi devono essere studiati in modo da essere capaci di intervenire efficacemente in qualsiasi caso di guasto e in qualunque condizione di esercizio esso si manifesti. F' opportuno inoltre provvedere ad una riserva di protezione capace di intervenire qualora la protezione principale fosse difettosa nel suo funzionamento. Il complesso delle protezioni deve essere accuratamente e periodicamente verificato e controllato.

Queste considerazioni sono dall'A. illustrate coll'ausilio di numerosi schemi e tabelle.

R. S. N.

G. Viel — **Studio di una rete a 400 000 volt.** (R. G. E., 8 novembre 1930, pag. 729).

L'A. prima di giungere alla conclusione del suo articolo espone le direttive alle quali bisogna ispirarsi per progettare una rete a 400.000 volt. Una tale rete dovrà passare per i centri di produzione d'energia idraulica per l'utilizzazione degli eccessi d'energia disponibili e per riunire regioni a regimi idraulici differenti. Si potranno così effettuare i compensi assicurando una più grande regolarità di produzione, senza che si abbia bisogno di ricorrere a costose dighe di sbarramento. Dovrà anche attraversare le regioni carbonifere suscettibili d'assorbire o fornire energia a secondo delle variazioni dei regimi dei corsi d'acqua. Infine fornirà i centri industriali privi di risorse naturali di energia. Premessi questi principii e posto che l'A. per approssimazioni successive è stato condotto a considerare come valore della tensione di utilizzazione la cifra di 400 kV, egli sapendo che una tale tensione crea delle grandissime difficoltà per la sua attuazione pratica, espone gli accorgimenti a sua avviso adottabili per poter superare i due principali scogli; l'effetto corona e la buona distribuzione del potenziale negli elementi delle catene di isolatori. Egli esamina anche dettagliatamente la questione economica sia per la trasmissione dell'energia di origine idrica che termica. L'A. chiude l'articolo dimostrando che una rete a 400 kV che coprisse non solo il territorio francese, ma tutta l'Europa potrebbe permettere una giudiziosa utilizzazione delle risorse idriche delle varie Nazioni, compensando la insufficienza carboniera di varii paesi ed in ogni caso riducendo il consumo mondiale di carbone.

C. R.

N. Smeloff - A. L. Price — **Ricerche sulle sovratensioni sulle linee a 220.000 V. della Pennsylvania P. and L. Co.** (J. A. I. E. E., settembre 1930, pag. 771).

Negli anni 1928-29 sono continuate le osservazioni e i rilievi oscillografici riguardanti le sovratensioni sulle linee a 220 kV, osservazioni già iniziate negli anni 1926-27 (vedi *L'Elettrotecnica*, 1929, pag. 204). I rilievi furono eseguiti coll'oscillografo a raggi catodici e con numerosi apparecchi tipo clidonografo disseminati sulla rete. Si poterono ottenere 95 registrazioni oscillografiche d'onde di tensione sulle linee e oltre 11 registrazioni di onde verificatesi su apposita antenna connessa all'oscillografo a raggi catodici.

Le onde vennero classificate in tre categorie. Quelle della prima categoria, dopo la prima cresta passano per lo zero e risalgono poi lentamente fino ad un piccolo valore di tensione di polarità contraria a quella della prima semionda che è sempre positiva. La seconda categoria comprende registrazioni di onde affette dal verificarsi di archi sugli isolatori e hanno perciò caratteristiche speciali. Le onde di terza categoria presentano due massimi successivi senza inversione di polarità: ne deriva una durata alquanto lunga (almeno 30 o 40 microsecondi) durante la quale la tensione si mantiene ad un valore elevato; queste onde sono prevalentemente di polarità negativa.

Nel complesso si sono manifestate più frequenti le onde positive; tanto queste che quelle negative possono presentare un leggero carattere oscillatorio; quelle positive subiscono una attenuazione più rapida di quelle negative.

R. S. N.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

W. Reichel — **Risultati di esercizio con locomotori ed automotrici monofasi delle ferrovie germaniche.** (E. T. Z., n. 39 del 25 settembre 1930, pag. 1355).

Dei 54.000 km costituenti la rete ferroviaria germanica, circa 1600 sono elettrificati, così ripartiti: 700 km in Baviera, 350 km nelle regioni montane della Slesia, 200 km nella regione di Lipsia, Halle, Magdeburgo e il resto nelle reti suburbane di Berlino e Amburgo. Per assicurare il servizio erano disponibili alla fine del 1929 circa 500 locomotori e 900 automotrici; di queste però 700 sono a corrente continua per le linee suburbane di Berlino. Nel parco tedesco di locomotori ed automotrici si ha una grande varietà di tipi dovuta alla frammentarietà delle elettrificazioni eseguite: così nella sola Slesia su 92 locomotori e 21 automotrici in servizio si contano non meno di 15 tipi diversi. In tali condizioni l'esercizio è più difficile; per altro in media solo il 18 % circa di locomotori del gruppo della Slesia si trova alla riparazione. Un locomotore deve essere passato alla revisione solo dopo 200.000 km di percorso, mentre una locomotiva a vapore vi viene sottoposta dopo 100.000 km. La revisione completa viene eseguita secondo un diagramma di lavoro predeterminato, che viene realizzato in 25 giorni, comprese le ore di prova. In queste prove di revisione il locomotore viene completamente smontato. In questo lavoro si dimostra la superiorità dei locomotori a comando assiale diretto rispetto a quelli con bielle, per la maggior facilità di cambio dei motori che i primi of-

frono, senza contare che anche per le riparazioni di grandi motori, quali sono quelli dei locomotori a bielle, si esigono nell'officina macchine utensili e attrezzature speciali. Circa la preferenza da dare ai trasformatori in olio o in aria, l'A. si dichiara in ultima analisi favorevole a quelli in olio, benchè siano i più vecchi e benchè anche quelli in aria, in certi casi, presentino possibilità di ottima riuscita. Circa i comandi è interessante rilevare che le spese di riparazione dei comandi meccanici sono inferiori a quelli dei comandi elettromagnetici o pneumatici.

Tutto sommato l'A. ritiene di poter conchiudere che il sistema monofase si presterà ottimamente anche in futuro per l'elettrificazione di grandi linee ferroviarie. Circa il prossimo programma di elettrificazione in Germania, l'A. ricorda che esso comprende l'estensione della rete elettrificata della Slesia portandola a 385 km, l'elettrificazione della linea Monaco-Stoccarda-Karlsruhe (ferrovia della Foresta Nera) per 455 km, il congiungimento della rete elettrificata bavarese con quella di Lipsia, spingendo l'elettrificazione fino a Berlino (995 km), l'elettrificazione della linea badese del Reno da Francoforte a Basilea (620 km) e l'elettrificazione del tratto Colonia-Dortmund a carattere interurbano (120 km). Il suddetto programma, esclusa la linea Colonia-Dortmund, richiede 580 milioni di marchi, pari a 250 mila marchi al km. *T. S.*

A. GELDERMANN — **Sviluppo del traffico e delle metropolitane a Buenos Aires.** (E. T. Z., n. 38 del 18 settembre 1930, pag. 1329).

La popolazione di Buenos Aires raggiunge oggi i 2 milioni: le condizioni del traffico in questa grande città si svolgono in condizioni particolarmente difficili, perchè le strade del centro sono molto strette. Si è decisa perciò la costruzione di nuove arterie trasversali o diagonali per sfollare il centro. Circa la costruzione di metropolitane, la questione è ancora allo stadio iniziale. Già da 15 anni è stato aperto all'esercizio un tronco della metropolitana, che attraversa il centro in linea retta e poi prosegue come tranvia ordinaria. Questa linea è esercita a corrente continua, 500 volt. I treni sono costituiti da 5 vetture e hanno una velocità media di 22 km all'ora. La presa di corrente si effettua da filo aereo. E' attualmente in costruzione un altro tronco di metropolitana lungo 4,5 km che collegherà le principali stazioni ferroviarie. Questo sarà esercito a 600 volt, corrente continua con presa di corrente da terza rotaia.

E' poi prevista la costruzione di una ferrovia sotterranea per treni merci che collegherà una delle stazioni ferroviarie col porto. Questa sarà esercita a 800 volt, corrente continua e vi saranno adibiti locomotori. Vi è poi un notevole lavoro di preparazione per la elettrificazione di linee suburbane. Già dal 1916 è in esercizio la linea lunga 28 km, che collega la stazione di Retiro col sobborgo di Tigre; questa linea è pure esercita a 800 volt, corrente continua. *T. S.*

La metropolitana Gesundbrunnen-Neukölln di Berlino. (E. T. Z., n. 43, Przygode del 23 ottobre 1930, pag. 1493).

Nel N. 43 del 23 ottobre 1930, dell'E. T. Z., viene riferito circa un recente ampliamento della metropolitana di Berlino riguardante il completamento della linea Gesundbrunnen-Neukölln, lunga complessivamente 11 km. Le stazioni sono ad una distanza media di 738 m e sono provviste di marciapiedi lunghi 120 m sufficienti per treni di sei vetture. Il sistema di segnalazione consente che circolino 40 treni all'ora in ciascuna delle due direzioni. L'alimentazione è fatta con raddrizzatori a vapore di mercurio da 1100 e 800 kW. Per tale tronco sono stati complessivamente installati raddrizzatori per 17.500 kW, coi quali può essere mantenuto sulla linea un traffico di treni circolanti ogni due minuti. Questi raddrizzatori sono suddivisi in tre sottostazioni, di cui due sono comandate automaticamente da quella più importante di Alexanderplatz. Per l'esercizio di questa linea sono state previste 75 automotrici che possono essere collegate a formare treni di due o tre vetture. Ogni carrozza può trasportare 45 viaggiatori seduti e 30 in piedi ed è equipaggiata con due motori da 100 kW ciascuno collocati nel carrello posto al disotto della cabina del guidatore. Sono provviste di comando automatico, che per altro può essere sorvegliato dal guidatore agendo su un motorino che aziona i contattori. Il comando è puramente elettrico e consente una accelerazione di 1 m/sec²; in pratica è però adottata una accelerazione di 0,7 m/sec². Ogni carrozza pesa 32,5 tonn. *T. S.*

A. GAIER — **Nota sulle correnti vaganti.** (El. Bahnen, n. 7, luglio 1930).

Poichè gli effetti elettrolitici delle correnti vaganti, specialmente per le reti tranviarie urbane, hanno un'influenza corrosiva sulle condutture del sottosuolo, è importante poterne determinare la grandezza e poter misurare la bontà o meno di giunti delle rotaie che, indirettamente, influenzano tale grandezza.

Per questo secondo scopo, la differenza di potenziale fra gli estremi affacciati di due tronchi di rotaia, può essere misurata agevolmente mediante un millivoltmetro, un amperometro od un galvanometro differenziale. Quest'ultimo confronta la differenza di potenziale da misurare con quella che sussiste fra uno dei due estremi ed un punto della stessa rotaia distante circa 5 m.

Per la misura della corrente di terra che interessa una data conduttura, si può adottare uno speciale «amperometro di terra» la cui applicazione è basata sul principio seguente. Due piastre di rame vengono poste nel terreno affacciate e collegate poi coi morsetti di un milliamperometro, la cui bobina è shuntata con una resistenza regolabile, avente lo scopo di rendere possibile le misure in un largo intervallo. Allo scopo di evitare fenomeni di polarizzazione che si verificherebbero adottando semplici lastre di rame, queste, in seguito, sono state coperte con una pasta di solfato di rame ed acido solforico al 50 % e protette quindi con carta pergamenata impregnata con una soluzione al 10 % di solfato di soda.

Si risale dalla misura dell'istrumento al valor reale della corrente, moltiplicando per un coefficiente che è dipendente dal diametro del tubo interessato dalla corrente vagante e dalla distanza del telaio con le due piastre di rame dall'asse del tubo stesso. Per un determinato apparecchio, apposite curve danno, caso per caso, il valore del coefficiente. *V. D. Ma.*

P. F. PIPPIT — **Nuovi tipi di locomotori Diesel-elettrici.** (The El. J., luglio 1930, pag. 425).

Due nuovi locomotori Diesel-elettrici sono stati costruiti; il più piccolo ha un peso di 70 tonn. e porta un motore Diesel da 300 kW (900 giri/minuto) accoppiato con una dinamo a c. c.; il peso unitario del Diesel è di 17,7 kg/kW. La c. c. così prodotta alimenta 4 motori montati sui due carrelli della vettura; la velocità del Diesel è regolata dal macchinista direttamente col controller a mezzo di un rélais; ad ogni posizione del controller corrisponde una particolare condizione di funzionamento del motore; il consumo di questo è di 265 gr di olio pesante per 1 kWh prodotto. Uno speciale sistema di compensazione è stato studiato per equilibrare la tendenza che ha il carrello ad alleggerire le ruote anteriori per effetto della coppia esercitata da uno dei due motori sulle ruote posteriori; nella fase d'avviamento può così capitare che le ruote anteriori slittino per insufficiente aderenza con le rotaie, il motore corrispondente acquista una velocità maggiore dell'altro e siccome è collegato in serie con esso gli impedisce di sviluppare tutta la sua potenza. Una parte dell'avvolgimento del primo motore è shuntata in modo da ridurre la coppia e da impedire lo slittamento delle ruote.

Il secondo locomotore è un raddoppiamento del precedente, il suo peso è di 110 tonn. ed è equipaggiato con due motori Diesel da 300 kW ciascuno accoppiati con una dinamo a c. c.; la cabina di comando è unica ed è posta al centro della vettura. E' stata costruita anche una vettura automotrice della lunghezza di 22,5 m fornita di un motore Diesel da 300 kW adatta per il trasporto di passeggeri, bagaglio e posta; il Diesel è accoppiato con una dinamo a c. c. la quale alimenta due motori sistemati sullo stesso carrello. La velocità massima della vettura è di 110 km/ora. E' in costruzione un'altra vettura simile a questa ma con due motori Diesel da 220 kW. *I. I.*

E. HUGENTOBLER — **L'elettrificazione della tranvia dell'Appenzell.** (Revue Brown Boveri, n. 9 settembre 1930).

La tranvia di montagna dell'Appenzell (Svizzera) sarà quanto prima elettrificata. La linea Appenzell-S. Gallo, lunga 19 km circa, con un raggio minimo di 30 m e scartamento di 1000 mm, è in parte ad aderenza ed in parte a cremagliera con asta dentata tipo Riggenbach.

La tensione di alimentazione della linea di contatto sarà di 1650 V c. c., generata da due sottostazioni automatiche che trasformeranno rispettivamente l'energia trifase 10.000, 45.000 V, 50 per/sec in continua, mediante un raddrizzatore Brown Boveri da 600 kW. Il parco del materiale mobile comprenderà cinque automotrici, equipaggiate ciascuna con due motori di trazione autoventilati da 190 kW a 1500/2 e 810 giri/min. I due motori saranno connessi costantemente in serie e la regolazione della velocità all'avviamento ed in marcia sarà fatta con un controller a camme ed un rullo di indebolimento del campo dei motori in due posizioni. La trasmissione del moto offre la particolarità di essere effettuata con sistema cardanico, essendo i due motori disposti secondo l'asse della vettura. La coppia motrice di ciascun motore viene trasmessa attraverso un giunto a frizione, ad una coppia dentata che comanda un albero longitudinale a cardano che, con ingranaggi conici, trasmette il moto agli assi delle ruote aderenti e di quelle dentate. Completano l'equipaggiamento elettrico i seguenti apparecchi: pantografo, interruttore principale, commutatore di marcia comandati pneumaticamente; un gruppo moto compressore e gli impianti luce e di riscaldamento, alimentati direttamente dalla linea di contatto. Il peso della motrice vuota sarà di ca. 35 t.; lo sforzo massimo di trazione sviluppabile sarà di 13 tonnellate. *V. D. Ma.*

VARIE.

EDWIN LYON — **Apparecchi segnalatori per i gas infiammabili.** (The Elec., 5 settembre 1930, pag. 281).

Dagli apparecchi per la determinazione della quantità di gas infiammabili presenti nell'atmosfera di una miniera di carbone (di cui il prototipo è quello di Mc Luckie che misura direttamente la quantità di gas bruciati in un campione di aria) la tecnica moderna ha derivato apparecchi portatili di segnalazione automatica ed anche, all'occorrenza, di protezione in connessione con relai che, in caso di pericolo, tolgono la corrente a tutto il macchinario elettrico della zona infetta. Il concetto fondamentale è sempre quello di esplorare periodicamente mediante accensione elettrica l'aria del luogo utilizzando come segnalatore un filo di platino o di lega acconcia di cui si rileva l'aumento di temperatura o la variazione di resistenza. Il dispositivo può pure essere usato in connessione a una lampada di sicurezza. I risultati più soddisfacenti si ottengono tuttavia adottando, come elemento sensibile una fiamma ad olio la cui altezza, come è noto, varia in funzione della quantità di metano presente. L'apparecchio va usato insieme alla lampada elettrica di sicurezza. *G. Cc.*

CRONACA

APPLICAZIONI TERMICHE.

Il *costo di esercizio dei forni elettrici* installati nel 1928 dalla Società Gardy di Ginevra è messo in rilievo nella *Revue Brown Boveri* del dicembre 1930. L'articolo pubblicato contiene alcuni dati di confronto coi forni a gas e porta alla conclusione che una opportuna organizzazione dei turni di lavoro nelle officine che utilizzano forni elettrici, rendendo possibile l'utilizzazione di energia elettrica durante periodi di scarso consumo, può ridurre alquanto il costo per il trattamento dei metalli coi forni stessi. *V. D. Ma.*

APPLICAZIONI VARIE.

Per adattare la velocità dei gruppi motore-pompa della Stazione di Medemblik, impiegati nell'opera di prosciugamento dello Zuyderzee in Olanda, alle condizioni di carico variabile, è stato impiegato un dispositivo di regolazione a ricupero dell'energia di scorrimento dei motori asincroni di comando, mediante un *gruppo di regolazione della velocità in cascata, sistema Brown Boveri-Scherbius*. Il complesso di regolazione comprende, per ogni gruppo moto-pompa, una macchina a collettore trifase collegata agli anelli del motore principale, un motore principale, un motore asincrono ausiliario direttamente accoppiato al motore a collettore che funziona come macchina intermediaria fra motore a collettore e rete per il ricupero dell'energia di scorrimento (regime iposincrono) oppure per la fornitura dell'energia stessa (regime ipersincrono) ed, infine, un convertitore di frequenza comandato mediante ingranaggi dal motore principale che riduce la frequenza della rete alla frequenza di scorrimento ed eccita la macchina a collettore. (*Revue Brown Boveri*, n. 11, novembre 1930). *V. D. Ma.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Le condizioni minime per una buona illuminazione stradale. — Nell'« Electrical World », 25 ottobre 1930, P. S. Miller espone i motivi che impongono una buona illuminazione stradale e si sofferma a considerare i requisiti necessari, come illuminazione in lux, disposizione delle sorgenti luminose e loro altezza del suolo, che sono variabili col tipo di strada considerata. *G. Co.*

In seguito a numerose esperienze R. G. Weigel — del Lichttechnischen Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe — in uno studio ha stabilito che la *sensibilità del fotometro* si può ritenere praticamente indipendente dalla lunghezza d'onda della luce monocromatica adoperata. *G. Co.*

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

Riportiamo dalla *Energia Elettrica* le seguenti notizie sulla *Scuola di Perfezionamento per Ingegneri Elettricisti* sorta da due anni presso il Politecnico di Milano.

Tale Scuola sorta per il munifico appoggio della Fondazione Politecnica, rappresenta nella sua forma attuale, una necessaria conseguenza dell'organizzazione generale degli studi di ingegneria. Basta considerare che i nostri Politecnici sono oggi ancora generalmente organizzati sulla falsariga delle scuole di 40 anni fa, quando non esisteva l'elettrotecnica e quando i motori termici si limitavano alla vecchia macchina a vapore. Al continuo, meraviglioso sviluppo della tecnica si è cercato di tener dietro aggiungendo sempre nuovi corsi, per lo più negli ultimi due anni, col risultato di rendere sempre più gravoso il compito dello studente coscienzioso e di favorire, se non giustificare, l'assenteismo ed il disinteresse dei più.

In tale condizione di cose non è evidentemente possibile impartire seriamente ai giovani — anche a quelli che seguono i corsi speciali per l'elettrotecnica — quella somma di conoscenze e quella sufficiente pratica applicativa oggi richiesta da una anche modesta specializzazione: donde l'idea di aggiungere un sesto anno, un corso di più, per coloro che a tale specializzazione seriamente aspirano. Sorto da queste necessità, il nuovo corso di perfezionamento — di cui è stata affidata la direzione al Prof. A. Barbagelata — si è imperniato sui tre insegnamenti di *Macchine elettriche* (F. Correggiari), *Impianti elettrici* (A. Dalla Verde) e *Misure* (A. Barbagelata) che devono costituire la base della cultura dell'ingegnere elettricista: insegnamenti nei quali le esercitazioni hanno una preponderanza assoluta rispetto alle lezioni orali e che si propongono di completare la cultura degli allievi nei rispettivi campi. A tali tre insegnamenti si aggiunge quello — pure con esercitazioni — di *Complimenti di Elettrotecnica* (E. Bottani) che riprende da un punto di vista più elevato e più generale lo studio fondamentale dei circuiti sia nel regime permanente sia in quello transitorio o perturbato.

A questi insegnamenti fondamentali fanno poi corona un certo numero di brevi corsi monografici, che possono variare d'anno in anno, destinati, come dice il nome, ad illustrare particolari capitoli dell'elettrotecnica. Così in questi due primi anni si sono avuti i seguenti corsi: *Complementi di elettrofisica* (Prof. Lori); *La tecnica dei cavi ad alta tensione* (L. Emanueli); *La tecnica dell'illuminazione* (C. Clerici) *Discipline giuridiche nell'elettricità* (Avv. Gilardoni); *Telefonia automatica* (Annigoni), *Forni elettrici* (Prof. Scarpa).

Dopo l'esperienza del primo anno, il corso si è organizzato sulla base di due periodi: il primo, dal 1° febbraio al 30 giugno, destinato agli insegnamenti ed alle relative esercitazioni, ed il secondo, dal 1° ottobre al 31 dicembre, riservato esclusivamente a studi ed a ricerche di carattere prevalentemente sperimentale, eseguiti dagli allievi sotto la guida del personale insegnante. La data d'inizio del corso al 1° febbraio, è stata fissata in conseguenza del fatto che gli esami di Stato per gli ingegneri si concludono generalmente nel mese di gennaio.

Le condizioni particolari del nostro Paese rendevano facile la profezia che non molto numerosi avrebbero potuto essere gli allievi del nuovo corso. Non sono molti, da noi, i giovani che, dopo tanti anni di scuola, possano concedersi il lusso di un sesto anno di Politecnico ed ancor più raro può essere il caso di ingegneri già impiegati nelle industrie che possano rinunciare al loro posto od ottenere il permesso necessario per ritornare, per un anno, alla scuola. Dato però che sono proprio i giovani ingegneri già impiegati nell'industria quelli che sentono più vivo il desiderio di ritornare, con mutato spirito, sulle cognizioni già apprese, la direzione del Corso speciale ha cercato di andare incontro a tale desiderio, sviluppando più che non fosse nei primitivi intendimenti, gli insegnamenti orali e consentendo l'iscrizione ai soli corsi orali, senza cioè le relative esercitazioni. La facilitazione fu apprezzata e fin dal primo anno alcune Società o Ditte iscrissero d'ufficio alcuni loro ingegneri al Corso di perfezionamento.

L'anno scorso poi — sempre nello stesso intento — si iniziò un nuovo esperimento portando un certo numero di lezioni nelle ore serali. Più precisamente furono tenuti nelle ore serali il Corso dell'Ing. Emanueli sulla tecnica dei cavi, il capitolo delle misure industriali (Prof. Barbagelata) e quello dei fenomeni transitori (Prof. Bottani). Il successo fu lusinghiero oltre ogni dire, confermando quanto sia generalmente sentito dai nostri giovani ingegneri il bisogno di rinfrescare e riassodare la loro cultura. Le iscrizioni ai corsi serali superarono infatti il centinaio e le lezioni si svolsero sempre davanti ad uditorii numerosissimi ed attenti. L'iniziativa sarà perciò ripresa anche nell'anno prossimo, perchè la direzione del Corso vuole fare tutto quanto è possibile per aumentarne l'utilità e per rispondere sempre meglio ai nobili intenti della Fondazione promotrice.

In tale ordine di idee rientra l'iniziativa delle pubblicazioni destinate ad estendere i vantaggi degli insegnamenti impartiti nella scuola speciale all'infuori della cerchia, necessariamente ristretta, dei suoi allievi. Mercè la disinteressata cooperazione degli autori e grazie all'appoggio della Libreria Editrice Politecnica già tre volumi poterono essere pubblicati. Il primo (*I cavi ad alta tensione*) riassume le lezioni del corso monografico dell'Ing. Emanueli, il secondo (*Calcolazione elettrica delle grandi linee*) ed il terzo (*Metodi fondamentali nelle misure industriali*) costituiscono due capitoli dei corsi di impianti e di misure rispettivamente dell'Ing. Dalla Verde e del Prof. Barbagelata. Altri volumi saranno probabilmente pubblicati nel prossimo anno.

Il Direttore del Politecnico di Milano, cosciente degli inconvenienti a cui si è sopra accennato, ha iniziato con quest'anno scolastico 1930-31 una parziale riforma del triennio di applicazione intesa appunto ad eliminare l'eccessivo sovraccarico degli allievi negli ultimi anni ed a consentire una più efficace specializzazione. La riforma, per quanto necessariamente limitata, deve essere salutata col più vivo compiacimento come promettente inizio. Se essa potrà infatti essere progressivamente e coraggiosamente estesa a tutto il quinqennio, si raggiungerà l'intento di dare realmente, *nei cinque anni*, come è certo possibile, ai nostri giovani ingegneri una preparazione sufficientemente vasta e profonda. Quando tale risultato sarà raggiunto, i corsi speciali di perfezionamento come quello di cui ci occupiamo potrebbero avere ancora ragione di sussistere?

Evidentemente no, se mantenessero l'attuale organizzazione; ma essi potrebbero ancora riuscire di grande utilità qualora si trasformassero nel senso di offrire ad un numero limitato di giovani scelti la possibilità di passare un anno in un laboratorio occupandosi di studi e di ricerche sotto la guida del personale insegnante. Non si tratterebbe più di una scuola ad iscrizioni libere, ma di un corso di vero perfezionamento offerto ai giovani più meritevoli, nell'intento di creare e di rifornire quel nucleo di sperimentatori e di ricercatori di cui si lamenta oggi la mancanza ed alla cui opera modesta, paziente e tenace saranno sempre più affidati gli ulteriori progressi della tecnica. Si parla spesso infatti della deficienza dei nostri laboratori e della necessità di crearne dei nuovi, grandiosi, sull'esempio di quanto si fa nei Paesi più ricchi o più evoluti industrialmente. Noi pensiamo invece, che più che ai laboratorii occorra provvedere agli uomini destinati a metterli in valore, educandoli al duro lavoro della ricerca scientifica ed assicurando poi ad essi le condizioni necessarie e sufficienti di vita.

A questi scopi, nell'attesa che l'auspicata generale riforma degli insegnamenti tecnici possa essere tradotta in atto, cerca di ispirarsi già oggi il Corso speciale di perfezionamento per ingegneri elettricisti, del quale ci siamo occupati.

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

Le condizioni generali tecniche ed economiche dell'*impiego del carbone polverizzato in Germania* sono esaminate in un ricco e dettagliato articolo da P. Krels, nel numero del giugno 1930 di *A.E.G. Mitteilungen*. L'A. nota che l'impiego del carbone polverizzato trova

in Germania un'applicazione molto frequente e varia a causa della diversità dei carboni estratti dalle miniere tedesche. I carboni ricchi in gas come p. es. la lignite e il carbone a lunga fiamma si prestano meglio all'alimentazione delle centrali a forti sbalzi di carico. Il carbone grasso è facilmente polverizzato e fornisce un combustibile eccellente per i focolai a polverino, ma il suo impiego è piccolo in confronto della quantità estratta perchè la sua trasformazione in gas, coke e derivati è più lucrativa. Anche i carboni magri e l'antracite possono essere vantaggiosamente impiegati polverizzati malgrado il piccolo tenore in materie volatili. Ma la scelta del combustibile per i focolai a polverino è una questione essenzialmente economica, e il prezzo per caloria del polverino ottenuto dipende principalmente dalla pezzatura della materia prima. Le polveri e i carboni a piccola pezzatura sono particolarmente indicati, giacchè il lavoro di polverizzazione è piccolo. Non bisogna poi dimenticare, che il prezzo a caloria è sensibilmente influenzato dalle tariffe di trasporto. L'A. illustra la situazione della Germania con numerosi diagrammi e con cartine dei centri d'estrazione e di consumo, e nota che, secondo le statistiche del 1929, sono stati bruciati come polverino circa 4,5 milioni di tonnellate di carbone, e più di un milione di tonnellate di lignite. *A. Bs.*

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Nel numero di agosto 1930 di *A.E.G. Mitteilungen* R. Therig riferisce su *un nuovo sistema di ricezione centralizzata T.S.F.* e della sua applicazione a Magonza. Lo schema è il seguente: le emissioni della trazione trasmittente, invece che dall'abbonato stesso per mezzo del suo apparecchio radio ricevente, sono ricevute da un posto centrale situato in una località adatta che ne amplifica poi la potenza e distribuisce poi la ricezione agli abbonati per mezzo di una rete di fili, apposita. L'abbonato può quindi, attaccandosi a una semplice presa riprodurre l'emissione per mezzo di cuffie o di altoparlanti. Il sistema presenta lo svantaggio che l'abbonato non può scegliere la stazione e il programma, ma deve forzatamente ricevere quella scelta dal posto ricevitore centrale, ma ha il vantaggio che tale posto può essere installato nella località più adatta alla ricezione perchè meno disturbata per es. dalla rete tramviaria o da altre cause che possono essere particolarmente gravi come appunto è successo a Magonza. Qui si sono appunto verificati dei disturbi tanto gravi dovuti alla rete tramviaria che solo per mezzo della ricezione centralizzata si è potuto assicurare una buona ricezione agli abbonati. L'A. descrive appunto tale installazione che è completamente automatica, e può essere messa in servizio per mezzo di un interruttore orario. Esso comprende due apparecchi ricevitori, un microfono, e due amplificatori e l'impianto ha già un'estensione di 6.000 m di linea. *A. Bs.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

L'esercizio della *Lakavanna-Railway* negli Stati Uniti (112 km di linea, 264 km di binario, elettrificati con corrente continua a 3000 V) è disimpegnato da 41 automotrici e 141 rimorchiate di comando. Le motrici sono a carrelli con interasse di 2590 mm, hanno una lunghezza di 21.425 mm, un interasse fra le ralle di 13.716 mm ed un diametro delle ruote motrici di 965 mm. La capacità è di 84 posti a sedere ed il peso a vuoto di 66,8 tonn. Le rimorchiate di comando sono lunghe 21.400 mm, hanno una capacità di 82 posti a sedere e pesano 48,3 ton. I motori di trazione sono 4 per automotrice ed hanno una potenza oraria di 17,2 kW a 1500/2 V.

Il comando della motrice è semiautomatico e gli organi che effettuano tale comando (contattore principale, controller a camme, invertitore, rullo di esclusione motori, relais di accelerazione e relais a tensione nulla), sono montati sotto il telaio.

La corrente ausiliaria è generata da un dinamotore a 2 indotti coi quali si ottengono le due tensioni di 1500 V e 40 V c. c.

V. D. Ma.

In « Elektrische Bahnen » del novembre 1930, G. Lindner espone i criteri che devono guidare nel *progetto di un locomotore elettrico* quando si ha di mira la massima utilizzazione del peso aderente. L'A. esamina il giuoco delle forze che agiscono sugli assi motori e calcola in quale misura gli assi stessi possono essere scaricati durante il servizio. Egli, esaminando alcuni tipi di locomotori con assi a comando individuale, dimostra che, mediante particolari accorgimenti, è possibile costruire tali locomotive con utilizzazione del peso aderente non inferiore a quella dei locomotori comandati mediante biellismi.

V. D. Ma.

L'applicazione dell'energia elettrica alla trazione su strada ferrata ha condotto a delle soluzioni economicamente favorevoli con l'adozione di *locomotori di grande potenza adatti per treni passeggeri* (*The El. J.* settembre 1930, pag. 503). Uno dei tipi più moderni di locomotori porta due motori monofasi a c. a. (con collettore a lamelle) da 1.000 kW alimentati attraverso ad un trasformatore da una linea a 11.000 volt; i motori sono previsti per poter realizzare una potenza di 1.500 kW ciascuno per brevi periodi. La velocità massima dei locomotori è di 144 km/ora; con tre locomotori accoppiati in tandem si può disporre di una potenza complessiva di 6.000 kW applicata alla testa del treno in modo continuo e che può anche raggiungere i 9.000 kW per periodi di tempo limitati. In pianura con questa disposizione è possibile trascinare un treno del peso complessivo di 5.000 tonnellate.

I. L.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

F. PUNGA - O. RAYDT. — *Drehstrommotoren mit Doppelkäfiganker und verwandte Konstructionen* - (Berlino, Springer 1931. - Un volume di 16 × 24 cm. di 165 pagine con 197 figure. - Prezzo 14,50 marchi.

I pregi del motore a gabbia di scoiattolo sono ben noti e così generalmente riconosciuti che la diffusione di tale tipo di motore sarebbe certo assai maggiore di quanto non sia attualmente se a ciò non si opponessero, come si sa, le difficoltà inerenti alla forte intensità di corrente assorbita all'avviamento. Numerose soluzioni di questa difficoltà sono state escogitate e gli A. ne hanno raccolto le principali in questa monografia.

Particolare attenzione è rivolta, come dice il titolo, ai motori a doppia gabbia, ma sono pure studiati dettagliatamente gli altri tipi, come i motori a canali profondi e quelli in cui all'avviamento vengono effettuate delle commutazioni sugli avvolgimenti del rotore o su quelli dello statore. Un capitolo è anche dedicato agli accoppiamenti mediante pulegge ad espansione.

La trattazione della materia riguarda piuttosto la teoria dei diversi tipi di macchine descritti. Tuttavia non mancano dei cenni costruttivi resi più efficaci da alcune buone figure di dettaglio. Il libro si chiude con una esposizione delle Norme vigenti in alcuni Paesi circa la inserzione diretta, sulle reti, dei motori a gabbia, e con una appendice sul metodo di studio delle correnti alternate con numeri complessi.

*

DOMENICO FASANI. — *Annuario Generale del Contenzioso Commerciale* — Cremona - Stab. Tip. Soc. Ed. Cremona Nuova. - Un volume di cm 19 × 27,5, di 1494 pagine. — Prezzo L. 200.

Tra le nuove pubblicazioni periodiche, una guida di indiscussa utilità per chi è obbligato a stare in continuo contatto con il mondo commerciale, è costituita da questo Annuario. Si potrebbe in realtà chiamare questo, il paladino dell'onestà commerciale in quanto addita chi si è reso immeritevole di fido, tenendo così a salvaguardare la sicurezza delle contrattazioni e degli scambi. Dopo un primo elenco di Ditte e Società di nuova costituzione, delle fusioni ed assorbimenti si passa all'elenco dei concordati dell'annata, poi a quello dei fallimenti e poi infine a quello voluminosissimo dei protesti cambiari (da pag. 209, a pag. 1490, con circa 120 nomi per pagina!). E' nostra convinzione che questo volume debba entrare nella pratica, alla pari di quanto ora avviene per moltissime altre guide che non sono certamente tutte di eguale utilità.

*

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI - Ufficio Idrografico del R. Magistrato alle Acque - Sez. Geologica - *Carta Geologica delle Tre Venezie.*

Segnaliamo ai lettori questo ottimo lavoro della Sezione Geologica dell'Ufficio Idrografico del R. Magistrato alle Acque, il quale oltre a presentare un grande interesse di carattere scientifico generale, riesce utilissimo a quanti abbiano ad interessarsi di lavori da eseguire comunque nei territori delle Tre Venezie.

Si tratta di un'opera di polso e di lunga lena la quale viene però condotta con fermezza e con alacrità aggiungendo nuovo titolo di merito a quelli già molto notevoli che il Magistrato alle Acque può vantare verso il Paese.

Sono stati fino ad ora pubblicati dieci fogli che coprono larghe zone del territorio considerato. La scala adottata è quella al 1 : 100.000, la quale permette di segnare le minute particolarità geogiche del terreno. Le carte sono stampate a molti colori, i quali, anche coll'ausilio di segni grafici, permettono di distinguere nettamente i diversi terreni affioranti. L'esecuzione tipografica, inappuntabile, fa sì, che ad onta della complessità apparente le carte riescano leggibili agevolmente e con chiarezza.

Il valore delle carte sarebbe tuttavia limitato poichè esse non possono dare che una visione dell'affioramento dei terreni; esse devono quindi necessariamente essere accompagnate da relazioni illustrative e da opportune sezioni geologiche. A ciò provvedono appositi volumetti, uno per ciascuna carta, che contengono una dettagliata descrizione geologica, tettonica e morfologica della zona considerata e riportano in tavole allegate le principali sezioni le cui tracce sono segnate sulle rispettive carte.

Auguriamo che la mirabile attività del Magistrato alle Acque porti sollecitamente al complemento di questa pubblicazione che merita veramente un largo plauso.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via Annunciata, 4 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXXVI RIUNIONE ANNUALE

PERUGIA - Settembre 1931

Come è detto in altra parte del giornale, i lavori della prossima Riunione avranno per oggetto le *sottostazioni di trasformazione dell'energia*.

Pubblichiamo un primo elenco, ancora approssimativo, di relazioni e comunicazioni delle quali è già assicurata la presentazione.

P. Ferrerio - Le funzioni delle sottostazioni nelle grandi reti elettriche (*discorso inaugurale del Congresso*).
F. Motti - Criteri moderni per lo studio ed il progetto delle grandi sottostazioni.
C. Palestrino - I trasformatori a più avvolgimenti nell'esercizio.
C. Caminiti - Efficacia delle bobine di self nella protezione contro le sovratensioni.
G. Crivellari - A. Dalla Verde - Considerazioni generali sulle stazioni di trasformazione all'aperto del Gruppo S.I.P. - La stazione di trasformazione 220/130/45/6 kV di Cislago del Gruppo S.I.P.
O. Scarpa - Gli olii per trasformatori.
S. Silva - Cabine e posti di sezionamento all'aperto in cemento armato negli impianti elettrici della Sardegna.
M. Mainardis - Confronto tecnico economico di alcune sottostazioni a 150.000 volt, tipo « chiuso » ed « aperto » costruite dalla Società Adriatica di Elettricità.
F. Fiorentini - Il comando automatico nelle sottostazioni.
F. Motti - Le sottostazioni di Frattamaggiore e del Tusciano e la ricostruzione della sottostazione di Poggioreale.
R. Dupuis - I materiali metallici resistenti alla ruggine.
E. Marelli - Progressi realizzati nella tecnica costruttiva dei trasformatori.
F. Bordoni - Trasformatori speciali e cabine per teatri.
Amara, R. Di Giuseppe, Ruggeri - Recenti sottostazioni della E.C.R.
G. Silva - Installazione all'aperto di macchine rotanti.
F. Neri - Fenomeni transitori nei trasformatori, in relazione all'esercizio delle linee e reti.
M. Semenza - F. Cusani Confalonieri - Mezzi di prevenzione, protezione e spegnimento degli incendi negli impianti elettrici.
A. Barbagelata - Le misure nelle sottostazioni di trasformazione.
R. Bessi - Progetto, costruzione ed esercizio delle piccole cabine.
R. San Nicolo' - Cenni storici sullo sviluppo delle sottostazioni.
E. Pugno Vanoni - Isolatori passanti per alte tensioni - Risultati sperimentali.
G. Someda - Sottostazioni di trasformazione per l'alimentazione di circuiti in serie.
B. Ceretelli - Brevi note e considerazioni sul raffreddamento dei trasformatori.
C. Banfi - Il trattamento degli olii isolanti nell'esercizio.
M. Semenza - La regolazione di tensione nelle sottostazioni con raddrizzatori a vapori di mercurio.
E. Pugno Vanoni - La trasformazione della corrente negli apparecchi per uso medico.
G. Revessi - La protezione delle sottostazioni.
F. Correggiari - Trasformatori per regolazione di tensione.
A. Barbagelata - La selezione preordinata nella protezione degli impianti elettrici.
R. Alessandri - Le stazioni di trasformazione fisse nel sistema di trazione elettrica trifase.
G. Battista Santi - Le stazioni di trasformazione ambulanti nel sistema di trazione elettrica trifase
G. Musso - Le stazioni di conversione della frequenza nella trazione elettrica.
E. Virgili - Le stazioni di trasformazione fisse ed ambulanti nel sistema di trazione elettrica a corrente continua.
G. Onorato Abbo - Le stazioni di trasformazione per la carica degli accumulatori adibiti ad uso di illuminazione delle vetture ferroviarie.

*

Di altre relazioni, di cui è annunciata la presentazione, gli Autori si sono ancora riservati di precisare i titoli.

Come d'uso, oltre alle relazioni ufficiali qui elencate, sarà accolta con gradimento la presentazione di contributi individuali su argomenti inerenti al tema generale della Riunione.

I soci che intendessero di presentare delle comunicazioni sono pregati di darne sollecitamente avviso alla Presidenza Generale. Il termine per la presentazione dei manoscritti è fissato al 15 luglio prossimo.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI GENOVA.

Govedì 26 febbraio nel salone del Dopolavoro Gruppo C.I.E.L.I. (g. c.) il Consocio Sig. Ing. **Rubbo** ha tenuta l'annunciata comunicazione su « **Dighe mobili e paratoie a funzionamento automatico diretto** ». Presentato dal Presidente Sig. Ing. Gonzales il conferenziere, premesso un cenno storico sulle prime applicazioni delle paratoie mobili e sul successivo sviluppo del sistema, pose in evidenza i vantaggi che le dighe mobili a funzionamento automatico, in genere, e quelle ad automatismo diretto, in ispecie, presentano negli impianti idroelettrici ed in quelli di irrigazione. Espose poi alcune considerazioni sulle caratteristiche generali delle dighe mobili, soffermandosi sul fenomeno delle oscillazioni pendolari e sugli accorgimenti atti a prevenirlo ed attenuarlo. Illustrò poi parecchi esempi di importanti impianti eseguiti.

Della interessante comunicazione, già tenuta in altre Sezioni, è stata data notizia altra volta (Vedi *L'Elettrotecnica* del 25-1-1931, pagina 62 e del 5-2-1931, p. 87).

L'esposizione, illustrata da belle proiezioni venne seguita con viva attenzione dai numerosi ascoltatori che dimostrarono la loro soddisfazione applaudendo il Conferenziere ed il Presidente della Sezione che gli porse il ringraziamento della Sezione stessa e suo.

* *

SEZIONE DI NAPOLI.

Seduta del 23 gennaio 1931. — Il Presidente apre la seduta alle ore 2,30 e presenta ai Soci l'Ing. Micheloni di recente trasferitosi alla nostra Sezione da quella di Trento. Il passato dell'Ing. Micheloni, ricco di benemerenze irredentistiche e patriottiche, da modo al Presidente di inviare un caloroso saluto alla Sezione Trentina ricongiunta finalmente alla grande famiglia italiana. Tutti i presenti si associano con un applauso vibrante.

L'Ing. **Micheloni** quindi svolge la sua comunicazione dal titolo: « **Come si costruisce una linea ad altissima tensione con pali Scac** ».

Premesse alcune brevi notizie sul sistema di fabbricazione dei pali Scac passa a descrivere la fase di montaggio riferendosi alla palificazione usata nella grande linea a 220 kV Bolzano-Cislago.

I sostegni a portale normali di detta linea sono costituiti da due montanti della lunghezza totale di m 21, interrati 2 m ed aventi 30 cm di diametro in testa e 54 alla base. La traversa di testa è pure in cemento centrifugato e ha un diametro di 33 cm e una lunghezza di m 15.

I montanti sono stati calcolati per resistere con un coefficiente di sicurezza 3 ad uno sforzo in testa di 1250 kg. Il peso di ogni montante è di 6000 kg; e quella della traversa di 2600.

L'oratore espone quindi i metodi di calcolo seguiti per detti pali e le prove di collaudo effettuate nello stabilimento di Mori. Vari dettagli sul trasporto e sul montaggio dei detti pali vengono forniti.

L'oratore illustra la costruzione del portale a quattro gambe le quali hanno gli assi inclinati invece che paralleli come negli esempi precedenti. I fari delle fondazioni sono stati perciò costruiti di forma ellitica ed i giunti in cemento armato di collegamento, invece di essere fatti ad occhiali sono stati costruiti ad anello in modo da renderne possibile l'infilamento dall'alto.

Da ultimo l'oratore si sofferma sulla tesatura della linea e conclude dicendo che poche leve, poche ruote, poche corde unite a una buona esperienza sono bastate a risolvere il problema inerente al peso dei pali Scac.

La breve comunicazione viene salutata dagli applausi dei presenti che si congratulano vivamente con l'oratore.

Il Presidente dà inizio alla discussione e il Prof. Ragno chiede all'oratore chiarimenti sull'aumento di resistenza che acquista il cemento compresso, essendosi dimostrata la contrifugazione inadatta per i materiali metallici.

S. E. Giordani prospetta la difficoltà d'impostare teoricamente il problema della centrifugazione non conoscendosi la vischiosità della massa in movimento.

L'Ing. Micheloni chiarisce che la efficacia della centrifugazione è proprio dovuta alla speciale natura del calcestruzzo di cemento che a differenza di altri materiali ha bisogno di essere compresso.

Si inizia quindi la proiezione della pellicola che illustra le fasi più importanti della costruzione della linea Bolzano-Cislago.

Tutti i presenti si interessano vivamente alle varie operazioni veramente rapide e semplici.

La riunione ha termine alle ore 23,30.

*

Il giorno 25 gennaio numerosi Soci convennero alle ore 9,30 alla Piazza Trieste e Trento, di dove in autobus gentilmente prenotati dalla Spett. Scac si recarono a Torre Annunziata allo Stabilimento della suddetta Società.

Erano a ricevere i Soci l'Ing. Micheloni, l'Ing. Della Bona e gli altri dirigenti della Scac che furono di guida gentile durante tutta la visita.

I Soci potettero assistere alla centrifugazione di un palo e ad una prova di collaudo.

Il Presidente Ing. Brun interpretando i sentimenti dei presenti

ebbe applauditissime parole di vivo ringraziamento e di ammirazione per la Scac.

Alle ore 11,30 con gli stessi mezzi i Soci fecero ritorno a Napoli.

* *

SEZIONE DI TORINO.

Riunione del Consiglio del 16 *marzo* 1931. — La seduta si apre alle ore 21,15. Sono presenti il Presidente, Ing. G. Peri, il Vice Presidente, Ing. A. Dalla Verde, i Consiglieri della Sezione: Ajani, Brunetti, Giorelli, Lignana, Palestrino, e Roncaldier; i Consiglieri Delegati, Bertoldo, Bolognino, Jean, Nocilla, Parmeggiani e Stanzani, il Cassiere Giordana, il Segretario Marchetti, i Revisori Dumontel e Foschini. Hanno scusato la loro assenza i Consiglieri Tedeschi, Formica e Chiodi.

Constatata la validità della Riunione viene letto ed approvato il verbale della Riunione precedente (10 dicembre 1930) e quindi si inizia la trattazione dell'ordine del giorno.

1° *Comunicazioni del Presidente.*

Il Presidente comunica di aver iniziato trattative col nuovo Segretario Provinciale del Sindacato Ingegneri, Ing. Bernocco per la costituzione della «Unione Sindacati Ingegneri - Architetti - Chimici e Associazione Elettrotecnica Italiana» che dovrà sostituire l'antica «Federazione tra Società Scientifiche e Tecniche». Le trattative non sono ancora giunte a conclusione, specialmente per quanto riguarda la ripartizione delle spese relative alla Sede Sociale. Il Presidente ha sostenuto e continuerà a sostenere il punto di vista prospettato nella Riunione precedente dal socio, Prof. Ferraris, che cioè la ripartizione sia fatta in parte secondo un coefficiente da attribuirsi a ciascuno degli enti che formano l'Unione e in parte in base al numero dei soci. A questo punto di vista aderisce pure l'Ing. Bernocco, ma vi è qualche difficoltà per quanto riguarda gli enti minori.

Le recenti disposizioni che hanno costretto i Sindacati Ingegneri, Architetti e Chimici ad abbassare le quote sociali a L. 40, più 10 per la tessera, hanno messo in qualche difficoltà i bilanci dei tre enti. Il Consigliere, Ing. Bertoldo, che fa pure parte del Direttorio del Sindacato Ingegneri, dice che si spera che la diminuzione della quota sociale sarà compensata dall'aumento del numero dei soci.

Il Presidente conclude dicendo di ritenere che ogni difficoltà potrà agevolmente venire superata e che la nostra Sezione non ne avrà alcun danno.

Il Consigliere, Ing. Bertoldo, informa che le superiori gerarchie sindacali stanno studiando la possibilità di riunire in un unica Sede tutti i Sindacati Intellettuali; manifesta la speranza che tale progetto non verrà attuato e che i Sindacati Ingegneri, Architetti e Chimici continueranno per lungo tempo a dividere fraternamente la Sede Sociale.

2° *Approvazione dei bilanci.*

Il Presidente sottopone al Consiglio il bilancio consuntivo 1930 ed il bilancio preventivo 1931. L'avanzo dell'esercizio 1930 è stato di L. 6417 e quindi superiore a quello prospettato nella Riunione del 10 dicembre. La differenza è dovuta ai criteri di giusta economia coi quali è stata amministrata la Sezione e più ancora al fatto che il numero dei soci morosi che si sono messi in regola nel mese di dicembre 1930 e nei primi due mesi del 1931 è stato superiore al previsto.

Nel bilancio preventivo 1931 l'avanzo si riduce a L. 3415.

E' evidente che le condizioni del bilancio non permettono riduzioni della quota sociale.

Il bilancio è approvato all'unanimità.

3° *Diminuzione del numero dei soci.*

Il Presidente comunica che la crisi attuale ha avuto ripercussione anche sul numero dei soci. In totale si sono perduti 71 soci così ripartiti:

Soci morosi cancellati d'ufficio	N. 25
Soci dimissionari	» 32
Soci passati ad altre Sezioni	» 11
Soci defunti	» 3
Totale	N. 71

Per contro si sono avute 22 nuove iscrizioni così ripartite:

Soci individuali nuovi	N. 13
Soci collettivi nuovi	» 1
Soci provenienti da altre Sezioni	» 8
Totale	N. 22

In totale si ha una diminuzione di 49 inscritti; si nota che i 25 soci morosi cancellati d'ufficio erano già morosi fin dal 1929, e quindi la diminuzione non è imputabile all'esercizio 1930 che per poco più della metà.

4° *Regolamento della Sezione.*

Nell'assemblea generale del 22 dicembre 1930 il Consigliere, Ing. Arigo, aveva proposto un'aggiunta all'art. 17 del Regolamento allo scopo di meglio definire le mansioni del Presidente della Sezione di fronte alle Pubbliche Amministrazioni, alle Regie Poste ed agli Istituti di Credito.

Dopo uno scambio di vedute con l'Ufficio Centrale, il Presidente, Ing. Peri propone che all'art. 17 venga apportata la seguente aggiunta: «al Presidente spetta l'Amministrazione dei beni della Sezione: egli è perciò autorizzato a firmare gli atti relativi e in particolare a quietanzare vaglia, assegni e mandati».

Il Presidente comunica che lo Statuto Regolamento e il Catalogo della Biblioteca verranno stampati in un volumetto, le cui spese di stampa saranno, come si spera, coperte colla pubblicità che verrà fatta su pagine a colori incluse nel volumetto. Comunica che parecchie Ditte già si sono sottoscritte per tale forma di pubblicità.

5° *Delegazione di Novara.*

Il Presidente comunica due lettere del Delegato rionale di Novara, Ing. Rinaudo, che propone di costituire in Novara una Delegazione con recapito presso il locale Sindacato Ingegneri. Questa Delegazione sarebbe centro di propaganda dell'A. E. I. nella regione, raccoglierebbe le quote sociali per trasmetterle alla Sezione, si farebbe promotrice di gite sociali, di riunioni, di visite a stabilimenti industriali, sempre sotto gli auspici della Sezione di Torino.

Il Consiglio approva.

6° *Varie ed eventuali.*

Il Presidente comunica che, su proposta della Delegazione di Novara, sta organizzando una visita agli impianti della Tramvia Elettrica di Premeno, da effettuarsi nei prossimi mesi. Annunzia pure di avere ottenuto dalla Soc. An. Pittaluga il consenso della visita dello stabilimento di Torino. La visita potrà effettuarsi sabato, 1 aprile.

La seduta è tolta alle ore 22,15.

.. .. ATTIVITÀ DELLE SEZIONI .. ..

SEZIONE DI CATANIA (Piazza Trento, 2).

27 Aprile - ore 17,30. — POLIZZI Ing. Cesare: «Concetti Tayloriani sulla organizzazione scientifica del lavoro».

11 Maggio. — PATANÈ Ing. Giuseppe: «Applicazioni dell'elettricità all'agricoltura. Limiti entro cui sono consigliabili i sollevamenti d'acqua per irrigazione».

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).

30 Aprile - ore 21,30. — BIANCHI Prof. Comm. Emilio, Direttore del R. Osservatorio Astronomico di Brera: «Il problema della parallasse solare».

SEZIONE PUGLIESE (Via Suppa, 5 - Bari).

25 Aprile. — BRUN Ing. Stefano: «Cenni sulla distribuzione e vendita dell'energia elettrica con particolare riferimento ai grandi centri».

SEZIONE DI TORINO (Via XX Settembre, 36).

30 Aprile - ore 21. — THOVEZ Ing. Ettore: «L'atomo e la crisi della fisica».

12 Maggio - ore 21. — PIAZZA Ing. Edoardo: «Recenti progressi nel campo della trazione elettrica».

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.* (I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 5 Maggio 1931 - ANNO IX N. 13

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Segreteria centrale e Redazione.

Nella seduta del Consiglio Generale tenutasi a Milano il 20 aprile scorso, della quale potremo pubblicare abbastanza presto il verbale, oltre che della prossima Riunione annuale a Perugia — di cui già abbiamo dato notizia — si è trattato anche di due argomenti di grande importanza per la vita dell'Associazione e di cui riteniamo doveroso parlare subito ai nostri lettori.

Le dimissioni dell'Ing. Giuseppe Comboni da Segretario generale dell'Associazione erano già state portate a conoscenza dei soci col comunicato pubblicato il 5 marzo u. s. Il Consiglio generale non ha potuto quindi che prenderne atto, associandosi alle espressioni di rammarico pronunciate dal Presidente; ma quando questi consegnò al Comboni, a nome dell'Associazione, un modesto ricordo, il lungo, calorosissimo applauso che tutti i presenti, sorti in piedi, tributarono al Comboni manifestò meglio di qualsiasi discorso, il pieno riconoscimento della preziosa opera da lui per tanti anni dedicata all'Associazione ed il rincrescimento di dovervi ora rinunciare: all'opera, non ai suggerimenti, data la deliberazione votata all'unanimità di invitare il Comboni a tutte le riunioni del Consiglio Generale, fino alla fine del triennio.

Il secondo argomento tocca ancor più da vicino la vita di questa nostra Rivista. Come ben disse il Presidente Generale, se anche la benevolenza dei soci, in più di una occasione ebbe a tributare parole di plauso all'opera nostra di redattori, noi da tempo sentivamo la necessità di far affluire alla nostra compagine il contributo di giovani forze, gli entusiasmi e le iniziative di nuovi elementi; in modo da poter predisporre a poco a poco quella trasformazione, quella *evoluzione,* che dovrà fatalmente un giorno o l'altro avvenire. Così, coll'approvazione del Consiglio Generale, mentre sono via via aumentati i compiti e le responsabilità del nostro ottimo Segretario di Redazione, Ing. San Nicolò, abbiamo potuto assicurarci la collaborazione continuativa del Prof. Filippo Neri di Roma e dell'Ing. Giovanni Silva di Torino, mentre, in campi più specializzati, potremo contare sul contributo degli Ingg. Boella (Livorno) e Paolo Lombardi (Torino). Siamo certi che questo influsso di buon sangue nuovo non mancherà di far sentire presto i suoi benefici effetti con piena soddisfazione dei nostri fedeli lettori, ed a tutto vantaggio di questa nostra Rivista a cui ci legano ormai ben diciassette anni di lavoro.

La eccitazione delle macchine sincrone.

I problemi inerenti alla stabilità delle macchine e delle centrali funzionanti in parallelo, che si sono manifestati in tutta la loro importanza in questi ultimi anni con lo svilupparsi delle interconnessioni, hanno fatto sì che l'attenzione dei tecnici si sia particolarmente rivolta allo studio di un problema che, non sono molti anni, era generalmente ritenuto di secondaria importanza: quello della eccitazione delle macchine sincrone; all'automatismo ed alla rapidità della quale, risultato singolare e per molti aspetti suggestivo, sono sostanzialmente affidate, in molti casi, le uniche possibilità di regolare funzionamento di grosse unità o di interi gruppi.

Del problema si occupa, con la consueta chiarezza l'Ing. SANTUARI nella puntata del suo lavoro che vede la luce in questo numero.

Lo sviluppo del Giappone.

Completiamo in questo numero la pubblicazione della comunicazione del Prof. LOMBARDI sul Giappone industriale. La serrata e precisa documentazione lumeggia completamente la meravigliosa storia dello sviluppo eccezionalmente rapido del grande paese d'oriente, che ha saputo assimilare, con facilità e rapidità veramente sorprendenti, la civiltà occidentale così lontana e diversa, pur conservando il suo tesoro di tradizioni e le civili virtù delle sue genti. Per chi sappia penetrare la poesia delle cifre, la relazione del Prof. Lombardi acquista un sapore di epopea storica.

Trasmissione di misure.

Il nostro giornale si è più volte occupato dell'argomento della trasmissione a distanza delle indicazioni di istrumenti di misura. La tendenza, che si è ormai nettamente affermata, di accentrare per quanto più possibile le operazioni di controllo e di comando degli impianti, e la necessità di poter sorvegliare da un unico posto direttivo l'esercizio di installazioni e di reti estese, ha spinto i tecnici a studiare sempre più attentamente tale problema che è il presupposto necessario di ogni comando centralizzato.

Furono così realizzati, in Europa e in America, sistemi diversi con esiti soddisfacenti, senza tuttavia che nessuno di essi potesse imporsi agli altri dimostrando una netta e decisa superiorità. Come sempre i tecnici italiani non hanno mancato di portare il loro contributo anche in questo campo, e i nostri lettori ricorderanno la descrizione pubblicata lo scorso anno di un teleindicatore di costruzione italiana adottato con pieno successo in alcuni impianti idroelettrici.

In presenza di questa molteplicità di tipi acquista un singolare interesse lo studio comparativo di parecchi di essi eseguito dal Prof. SARTORI e che pubblichiamo in questo numero. Oggetto dello studio è la determinazione degli elementi più caratteristici pel funzionamento dei teleindicatori, cioè della coppia che essi sono capaci di sviluppare e più ancora del gradiente di tale coppia in vicinanza alla posizione di equilibrio, gradiente dal quale dipende la fedeltà della trasmissione delle indicazioni. Sotto questo aspetto, la superiorità del dispositivo italiano viene nettamente dimostrata.

Come conclusione del suo studio il Prof. Sartori dimostra poi anche come si possa, con opportuni accorgimenti, arrivare a trasmettere a distanza le indicazioni di istrumenti di misura a debolissima coppia motrice.

La borsa "Alessandro Volta".

E' stato prorogato fino al 30 maggio il termine per la presentazione delle domande di concorso alla borsa « Alessandro Volta » della Italy America Society.

Rammentiamo che la borsa ha lo scopo di permettere ad un giovane ingegnere italiano di passare un anno di perfezionamento presso una Scuola Superiore di Ingegneria degli Stati Uniti, a sua scelta. L'assegno annuo è di 1250 dollari, che viene in parte anticipato prima della partenza del vincitore del concorso per l'America.

Invitiamo i migliori dei nostri giovani a iscriversi sollecitamente presso l'Ufficio Centrale dell'A.E.I., dando così modo di scegliere come vincitore un elemento che tenga alto nella lontana America l'onore dell'ingegneria italiana continuando le brillanti tradizioni stabilite dai primi vincitori del concorso.

LA REDAZIONE.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUI SINCRONI E SUGLI ASINCRONI

E. SANTUARI

AEI

Comunicazione riassunta alla Sezione di Milano il 23 maggio 1930

(Continuazione, v. N. 12, pag. 262)

2. - Sistemi di eccitazione.

a) Fattori determinanti la scelta del sistema.

Grande assai è l'importanza della scelta di un sistema di eccitazione appropriato, sicuro e di facile regolazione per l'esercizio di una macchina sincrona.

La scelta dipende in primo luogo da due fattori: la potenza della macchina e il genere di servizio al quale essa è destinata. Quest'ultimo fattore ne determina a sua volta un altro, essenziale per l'esercizio: la stabilità. Si è visto per es. che per le macchine sincrone che devono dare una elevata potenza capacitiva l'eccitazione deve essere ridotta a valori bassissimi e anche al valore zero e che, quanto più una macchina è prossima al regime di autoeccitazione, tanto più la regolazione della sua corrente di eccitazione nei valori prossimi allo zero deve essere fine e graduata. A questo compito non tutti i sistemi di eccitazione sono adatti.

Intimamente connessa colla stabilità è a sua volta la rapidità di regolazione consentita dal sistema. Questo requisito, che fino a pochi anni fa passava in secondo ordine e del quale ci si preoccupava fino a un certo punto, ha assunto nell'ultimo periodo di sviluppo degli impianti una importanza notevole e in certi casi preponderante per la continuità del servizio. Tutto fa dedurre che questa importanza non scemerà coll'estendersi delle interconnessioni, ma che invece tenderà per l'avvenire a far dare alla rapidità consentita dal sistema di eccitazione un peso sempre maggiore. Logica conseguenza di questa considerazione ci sembra quella di prevedere già fin d'ora i sistemi di eccitazione dalle nuove potenti macchine sincrone che si vanno installando per il servizio dei moderni sistemi di produzione e trasmissione d'energia di caratteristiche tali da permettere di raggiungere coi mezzi più semplici la massima rapidità di regolazione.

Vi è infine un ultimo fattore che non va trascurato e che può fissare il sistema di eccitazione e modificarlo secondo esigenze da esso unicamente determinate. Si tratta della regolazione automatica della tensione o meglio del genere di regolatore automatico che alla macchina in questione si vuole applicare o deve venire applicato. Non è infatti escluso in tal caso che nella scelta del sistema di eccitazione certe esigenze possano venire subordinate alle peculiari caratteristiche del regolatore automatico, che una data Casa costruttrice ha interesse ad adottare, sia per averlo sviluppato e lanciato sul mercato come sua specialità, sia per averne esperimentato in pratica la sicurezza di servizio.

Uno dei primi sistemi di eccitazione applicati a macchine sincrone è quello ad eccitazione propria. Esso si può impiegare, a meno di non ricorrere a complicazioni, solo a macchine con induttore fisso e indotto rotante. La corrente continua di eccitazione viene convertita dalla corrente alternata ricavata dal rotore per mezzo di un collettore calettato sull'albero della macchina sincrona. Il collettore è alimentato, o dal medesimo avvolgimento rotorico destinato a generare corrente alternata, o da un avvolgimento ausiliario separato avvolto sul rotore. Questo sistema dà al sincrono caratteristiche simili a quelle di una macchina in derivazione. E' stato abbandonato dopo la costruzione delle macchine sincrone con induttore rotante. Il suo impiego venne ripreso a scopo di prova per tentare di risolvere alcuni problemi di stabilità, ma non consta che esso sia tornato a venire applicato ad impianti in servizio.

I sistemi di eccitazione oggi in uso sono esclusivamente quelli ad eccitazione separata.

E' stata appunto la eccitazione separata quella che ha permesso di dare alle macchine sincrone quelle caratteristiche di stabilità che le rendono eminentemente adatte al servizio di impianti di produzione, trasmissione e consumo di energia.

E' di questi sistemi che ci occuperemo e in principal modo di quelli più importanti e dai quali poi si sono sviluppati o si possono derivare molti altri che sarebbe arduo e lungo enumerare.

I sistemi ad eccitazione separata si possono scindere in due grandi categorie principali:

a) I sistemi ad eccitazione centralizzata.
b) I sistemi ad eccitazione singola.

Negli schemi che riporteremo in seguito le lettere segnate tra parentesi vogliono indicare delle grandezze (tensioni, resistenze, correnti, ecc.) mentre quelle semplici servono da simboli per indicare le macchine o gli apparecchi.

Nei grafici invece riportati a fianco degli schemi le lettere si riferiscono naturalmente esclusivamente a grandezze.

Avremo in particolare:

S	macchina sincrona,
E	eccitatrice, o eccitatrice principale,
e	eccitatrice ausiliaria,
C, c	avvolgimento di campo e precisamente:
C_s	avvolgimento di campo di S
C_e	avvolgimento unico di campo di E,
C_e', C_e''	due avvolgimenti di campo di E,
C_{e1}, C_{e2}	avvolgimento di campo di E_1, di E_2,
c_e	avvolgimento unico di campo di e
c_1, c_2	avvolgimenti di campo di e_1, e_2,
c', c''	due avvolgimenti di campo di e,
R_c	reostato di campo di S,
r_c	reostato di campo di E,
r_{c1}, r_{c2}	reostati di campo di E_1, di E_2,
ρ_c	reostato di campo di e,
ρ_1, ρ_2	reostato di campo di e_1, di e_2,
(R_a)	resistenza di C_s,
(R)	resistenza di R_c,
(r)	resistenza,
$(V), (v)$	tensione,
$(I), (i)$	corrente,
(A_s)	amperespire,
p	perdite.

b) Sistemi ad eccitazione centralizzata.

Deciso una volta di abbandonare il sistema ad eccitazione propria per quello ad eccitazione separata, l'applicazione della eccitazione centralizzata si presentò come la soluzione più ovvia e più semplice.

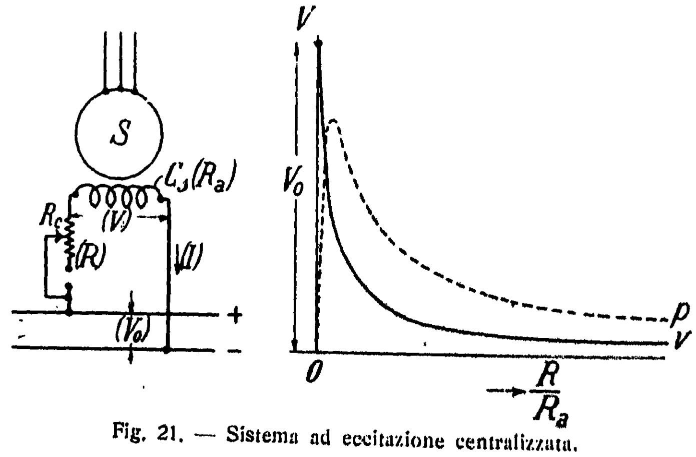


Fig. 21. — Sistema ad eccitazione centralizzata.

A fig. 21 è riprodotto nelle sue linee essenziali lo schema del sistema ad eccitazione centralizzata. L'avvolgimento di campo C_s della macchina sincrona S viene alimentato, attraverso al reostato di campo R_c regolabile e convenientemente graduato, da una sorgente continua a tensione costante, che può essere costituita da una rete a corrente continua, da una batteria d'accumulatori, da gruppi separati d'eccitazione, ecc.

Il grafico tracciato a lato dello schema dà l'andamento della tensione di eccitazione V e delle perdite p nel reostato di campo in funzione del rapporto $\frac{R}{R_a}$ fra la resistenza del reostato e quella del campo dell'alternatore. Le perdite p assumono quasi sempre valori rilevanti, superiori a quelle di eccitazione della macchina, specialmente nei pressi del funzionamento normale, nei limiti generalmente compresi fra 7/10 di carico e sovraccarico. L'andamento della curva della tensione di eccitazione V mostra chiaramente quanto sia difficile una regolazione della tensione e quindi della corrente di eccitazione a valori ridotti.

I vantaggi principali dell'eccitazione centralizzata consistono nella semplicità e grande sicurezza, a patto che sia assicurata in modo assoluto la costanza del servizio della sorgente di corrente continua, e nel fatto che la tensione di eccitazione può essere del tutto indipendente dalla frequenza della rete allacciata alla macchina sincrona.

Di fronte a questi pregi stanno numerosi svantaggi che, particolarmente negli ultimi anni, hanno diminuito di molto l'importanza del

sistema a eccitazione centralizzata e ne hanno confinato l'impiego a centrali provviste di unità di piccola potenza, destinate a servizi di carattere speciale o ad applicazioni del tutto particolari.

Fra questi inconvenienti vanno ricordate la necessità di ricorrere a reostati di dimensioni ingombranti, assai costosi, di costruzione e installazione assai difficile per macchine sincrone di potenza elevata, le perdite sensibili nel reostato, la difficoltà e in molti casi l'impossibilità di una graduazione sufficientemente fina fra le diverse posizioni del reostato, la ripercussione in senso poco favorevole sul servizio dell'alternatore di eventuali variazioni di tensione della sorgente a corrente continua (nel caso in cui essa alimentasse altri servizi a carico variabile indipendenti dall'eccitazione dell'alternatore), la difficoltà e eventuale impossibilità dell'applicazione di un sistema di regolazione automatica, ecc.

Gli svantaggi superano, come si vede, i pregi del sistema ad eccitazione centralizzata.

Il lungo impiego e l'esercizio pratico hanno invece sanzionato brillantemente le qualità eminentemente elastiche e pratiche dei sistemi ad eccitazione singola, divenuti oggi d'uso generale e sui quali è il caso di dilungarsi maggiormente.

c) Sistemi ad eccitazione singola.

Ogni alternatore viene munito di eccitatrice propria (generalmente addossata), di caratteristiche atte e potenza sufficiente a provvederne alla eccitazione.

I principali pregi dei sistemi ad eccitazione singola sono i seguenti:

Essi rendono l'alternatore indipendente da qualsiasi vincolo con altri servizi che potrebbero venire alimentati dalla sua sorgente di eccitazione, appunto perchè essa serve unicamente ad alimentare l'eccitazione dell'alternatore.

Permettono quindi di prevedere l'eccitatrice delle caratteristiche più favorevoli e indicate per l'alternatore e il servizio al quale esso è adibito.

Consentono di eliminare il costoso reostato di campo dell'alternatore e di effettuarne la regolazione in un circuito secondario con un reostato di dimensioni ridotte, facilmente manovrabile e provvisto di graduazione finissima, aumentando contemporaneamente la rapidità di regolazione.

Permettono di ridurre al minimo le perdite nel reostato di eccitazione.

Consentono l'uso di regolatori automatici di azione rapidissima e costo limitato.

Possono rendere stabile l'eccitazione dell'alternatore per qualsiasi valore di corrente di eccitazione fino allo zero e anche per valori negativi.

I sistemi con eccitatrice addossata hanno invece l'inconveniente della dipendenza della tensione e quindi della corrente di eccitazione dalla frequenza della macchina sincrona: inconveniente però di lieve entità e che si elimina facilmente coll'uso di un regolatore automatico di tensione.

Il più semplice sistema ad eccitazione singola è riportato schematicamente a fig. 22.

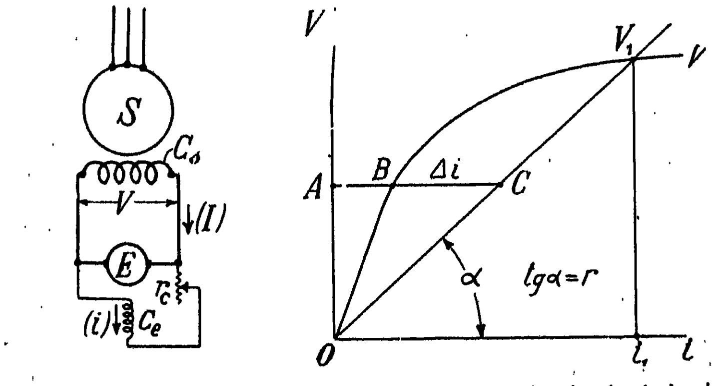


Fig. 22. — Sistema ad eccitazione singola con eccitatrice in derivazione e regolazione nel campo della eccitatrice.

La regolazione della tensione dell'alternatore si fa con un reostato r_c nel campo in derivazione della eccitatrice, di dimensioni ridotte, che può essere sostituito da un regolatore automatico. Ai pregi di semplicità del sistema fa riscontro l'inconveniente del campo limitato di regolazione che il sistema offre. La regolazione infatti risulta instabile per valori di resistenza del circuito in derivazione della eccitatrice superiori a quello corrispondente al punto in cui la inclinazione (tg α) della caratteristica (retta OC) della corrente i del circuito di campo della eccitatrice diventa maggiore della inclinazione della parte rettilinea (non saturata) della caratteristica V di tensione della eccitatrice.

Il valore minimo della tensione di eccitazione che si può raggiungere è quindi press'a poco quello determinato dal punto in cui si inizia la curvatura per saturazione della caratteristica V.

Adottando sempre la semplice regolazione nel circuito in derivazione della eccitatrice si può aumentare il campo di regolazione della eccitazione dell'alternatore estendendo artificialmente il campo di saturazione della caratteristica dell'eccitatrice, facendone iniziare la curvatura con valori relativamente bassi della tensione e della corrente di campo. Si ottiene questo risultato con diversi accorgimenti (traferri parziali, istmi, ecc.), strozzando in qualche maniera in determinati punti a sezione ridotta del circuito magnetico della eccitatrice il suo flusso magnetico ed elevandone in questi punti la induzione magnetica.

Ad ogni modo il sistema con semplice eccitatrice regolata in derivazione, che trova impiego utile nella maggior parte dei casi più semplici, diventa inadatto quando si richieda dall'alternatore una regolazione stabile e graduale della corrente di eccitazione fino a valori bassissimi o fino allo zero (per es. in caso di elevati carichi capacitivi della macchina sincrona) o si richieda una grande stabilità di eccitazione entro vasti limiti (funzionamento a carico variabile, ecc.).

Anche la rapidità di regolazione del sistema è limitata, specialmente nella parte meno saturata della caratteristica.

Un rapido esame del grafico a destra della fig. 22 mostra per esempio che, volendo portare la eccitatrice dalla tensione zero alla tensione V_1 registrando il reostato di campo r_c nella posizione corrispondente a V_1, le differenti correnti di campo della eccitatrice e quindi le amperespire e gli impulsi di eccitazione che si rendono man mano disponibili alle diverse tensioni V che va assumendo l'eccitatrice sono quelle che vengono date dai tratti compresi fra la caratteristica a vuoto V e la caratteristica OC della corrente di campo. Questi valori partono da un valore prossimo allo zero (dovuto al magnetismo residuo) in corrispondenza alla tensione zero e ritornano attraverso un massimo nuovamente al valore zero appena la tensione V_1 è stata raggiunta. Alla tensione $\overline{OA}$ per es., la corrente di campo disponibile per aumentare l'eccitazione della eccitatrice è data dal tratto $\overline{BC} = \Delta i$.

Se la eccitatrice disponesse invece di una eccitazione separata a tensione costante i valori Δi si troverebbero compresi fra la caratteristica a vuoto e la verticale nel punto V_1 (cfr. per es. fig. 26), partirebbero quindi da un massimo alla tensione zero per scendere al valore zero a tensione di regime raggiunta. Gli impulsi di eccitazione sarebbero tanto maggiori quanto più il valore delle tensioni che l'eccitatrice va assumendo nel processo di regolazione, differisce da quello che si deve raggiungere.

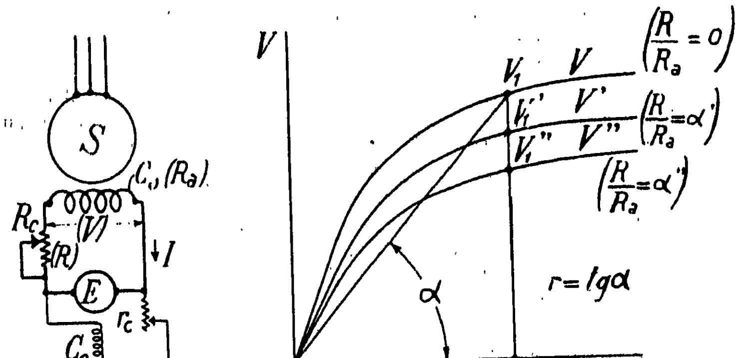


Fig. 23. — Sistema ad eccitazione singola con eccitatrice in derivazione e doppia regolazione nel campo dell'alternatore e in quello della eccitatrice.

Altro mezzo per rendere più ampio il campo di regolazione della eccitazione di un alternatore con eccitatrice unica singola è dato dall'impiego simultaneo di due reostati: R_c nel campo dell'alternatore e r_c in quello della eccitatrice (fig. 23). Il grafico tracciato a destra della figura mostra come per differenti valori della resistenza del reostato di campo dell'alternatore e quindi del rapporto fra la resistenza di questo reostato e quella del campo dell'alternatore $\frac{R}{R_a}$ si ottengano differenti caratteristiche di eccitazione (V, V', V'') e come ad un determinato valore della resistenza del circuito di campo della eccitatrice corrispondano così tre diversi valori di tensione di eccitazione (V_1, V'_1, V_1'').

L'impiego di questo sistema ha in parte gli inconvenienti del sistema con regolazione mediante reostato di campo dell'alternatore, oltre a quello della complicazione nelle manovre di regolazione. Per-

ciò esso si può considerare oggi più come un ripiego che altro e può dirsi praticamente abbandonato nei nuovi impianti.

L'aumento del campo di regolazione e in parte anche della rapidità di regolazione può ottenersi sovrapponendo alla eccitazione in derivazione dalla eccitatrice unica, una eccitazione fissa separata ottenuta tanto per via magnetica a mezzo di una sorgente separata a tensione costante alimentante uno dei due avvolgimenti di campo del-

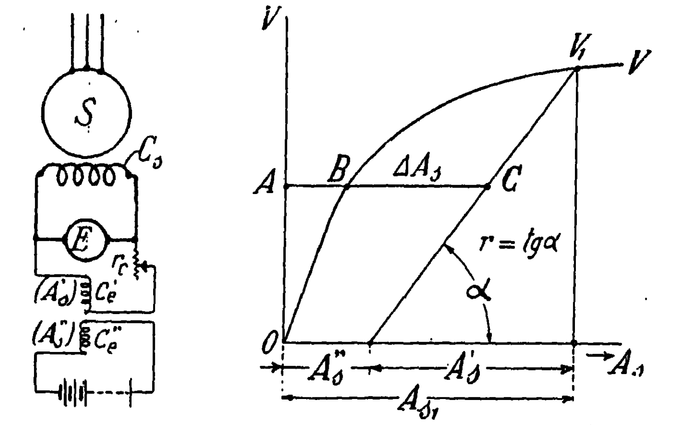


Fig. 24. — Sistema ad eccitazione singola con eccitatrice in derivazione con avvolgimento di campo suppletorio alimentato da una sorgente indipendente.

l'eccitatrice (fig. 24), quanto per via elettrica inserendo in serie nel circuito di campo in derivazione una survoltrice a tensione indipendente (figura 25). I grafici segnati accanto agli schemi sono evidenti e non richiedono ulteriori spiegazioni.

Però il sistema più logico e razionale che risponde a qualsiasi esigenza di stabilità e rapidità di regolazione, che si è affermato e imposto vittoriosamente in questi ultimi anni, e che, si può dire, è divenuto di impiego comune per alternatori di media ed elevata potenza, per quelli funzionanti a forti carichi capacitivi specifici e a carichi fortemente variabili è il sistema con eccitatrice singola ad eccitazione separata (fig. 26).

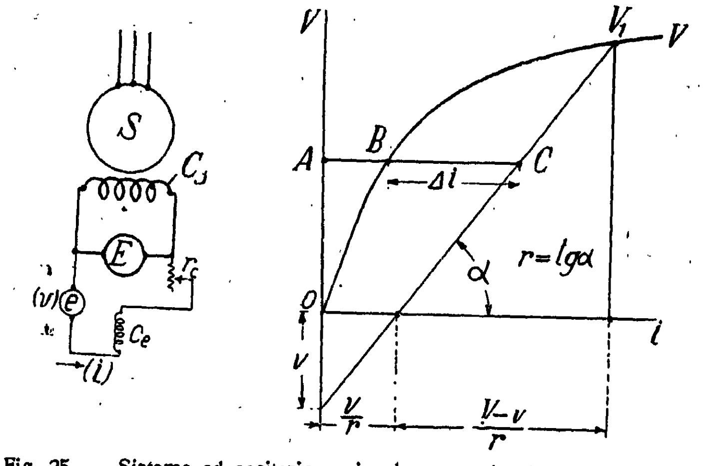


Fig. 25. — Sistema ad eccitazione singola con eccitatrice in derivazione e survoltrice a tensione indipendente nel campo della eccitatrice.

La eccitazione separata può farsi mediante batteria (fig. 26 *a*) o mediante eccitatrice ausiliaria con campo in derivazione (fig. 26 *b*), funzionante possibilmente a tensione costante. I timori di chi considerava l'eccitatrice ausiliaria (eccitatrice pilota) come un organo delicato e fonte di fastidi si sono dimostrati del tutto infondati. Il sistema a figura 26 permette l'impiego di un reostato di regolazione di tipo potenziometrico inserito nel campo della eccitatrice principale, che consente una graduazione finissima fino allo zero e anche a valori negativi della eccitazione di quest'ultima. Esso porta al massimo la rapidità di eccitazione (cfr. grafico a destra della figura 26), evita l'inclusione di inutili e dannose resistenze nel circuito di campo dell'alternatore, aumentando la sensibilità di reazione del suo circuito di campo a fenomeni transitori tendenti alla instabilità, riporta la regolazione della tensione dell'alternatore ad un organo di moderate dimensioni e di facile e rapida manovra e esclude completamente qualsiasi fenomeno dovuto alla instabilità del sistema di eccitazione.

Questo sistema, ideato in Europa circa una dozzina d'anni fa, adottato con molto ritardo, ma sviluppato con tanta maggiore intensità in America, è certamente quello che ha consentito e consente di risolvere con la più grande facilità e sicurezza tutti i problemi più complessi dell'eccitazione rapida e della regolazione automatica con mezzi logici e razionali e con apparecchi di dimensioni relativamente ridotte.

E' ormai lecito prevedere che il suo uso andrà sempre più diffondendosi nei nuovi impianti anche in casi in cui esso non può apparire a prima vista indispensabile.

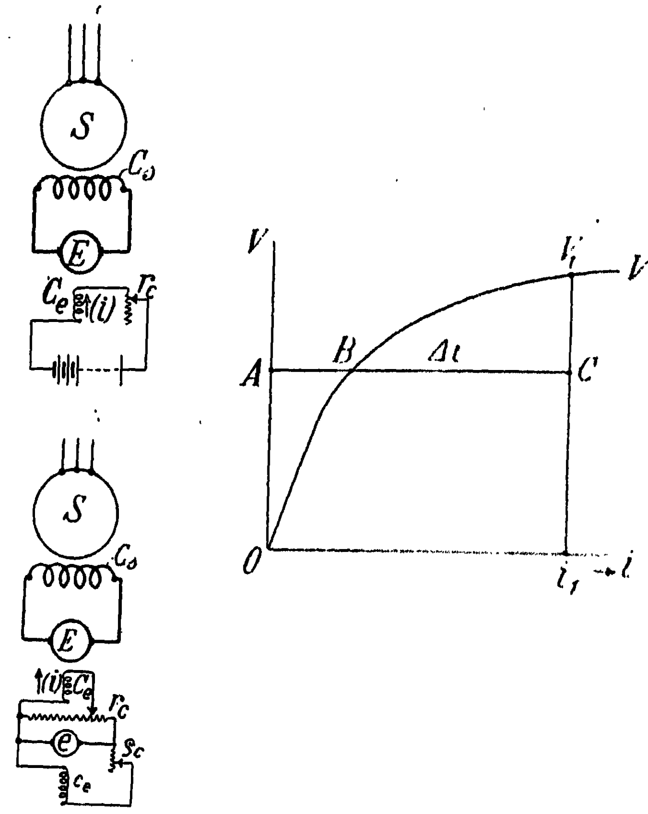


Fig. 26. — Sistema ad eccitazione singola con eccitatrice principale col campo alimentato separatamente da una eccitatrice ausiliaria a tensione costante

Una variante al sistema con eccitatrice singola a eccitazione separata, soluzione già impiegata in casi singoli, è data dal sistema a doppia eccitatrice (figura 27). Una eccitatrice E_1 funziona a tensione costante, l'altra E_2 agisce da sur-devoltrice. La tensione d'eccitazione V dell'alternatore è data dalla somma o differenza fra la tensione costante V_1 di E_1 e quella V_2 variabile (fra un valore massimo positivo e un valore eguale massimo negativo, o un valore massimo positivo e un valore alquanto maggiore massimo negativo nei casi in cui è prevista anche la controeccitazione) data da E_2. Mentre nel caso precedente (fig. 26) la potenza della eccitatrice ausiliaria *e* importa una piccola frazione (pochi centesimi in generale) di quella della eccitatrice principale E_1, nel sistema a fig. 27 la potenza disponibile per la eccitazione dell'alternatore è suddivisa in due eccitatrici di potenza press'a poco eguale E_1 e E_2. La potenza di E_2 risulta alquanto superiore nei casi in cui è prevista la controeccitazione.

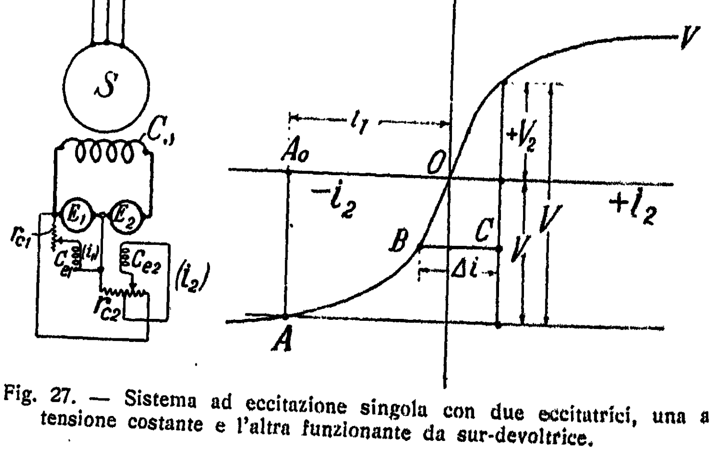


Fig. 27. — Sistema ad eccitazione singola con due eccitatrici, una a tensione costante e l'altra funzionante da sur-devoltrice.

I sistemi ad eccitazione singola descritti costituiscono solo i più importanti sia dal punto di vista teorico (figg. 24 e 25), che da quello pratico. Sarebbe superfluo volerne enumerare degli altri che possono considerarsi come derivati da quelli già trattati.

d) Sistemi speciali adottati in Europa per l'applicazione di apparecchi di regolazione automatica.

Sarà invece più interessante accennare ad alcuni dei sistemi in uso in Europa il cui sviluppo e la cui realizzazione pratica sono dovuti solo in via indiretta alle esigenze poste sia dalle caratteristiche degli alternatori, sia dal carattere del servizio a cui questi sono destinati.

Si è visto già che alcuni dei sistemi descritti si prestano egregiamente a risolvere con mezzi semplici e sicuri qualsiasi problema di eccitazione e di servizio, per quanto complicato e arduo esso sia. Apparentemente non esisterebbe quindi nessun bisogno di ricorrere ad altri schemi che sono o più complicati o il cui impiego è subordinato alla rinunzia di uno o dell'altro dei pregi che caratterizzano i sistemi già trattati.

Il motivo esiste ed è risultato evidente quando, in seguito al rapido aumento della potenza delle singole unità, al progresso e alla grande estensione assunta dai sistemi ad altissima tensione verificatisi in questi ultimi anni, i costruttori si videro messi quasi improvvisamente di fronte alla soluzione di problemi di regolazione automatica di ben altra mole e portata di quelli per i quali erano stati studiati gli apparecchi automatici di regolazione di tensione da loro sino a quel giorno sviluppati e portati ad un elevatissimo grado di sicurezza di servizio ottenuto con una notevole semplicità di costruzione.

Due furono principalmente i fattori che determinarono l'insufficienza immediata di questi apparecchi: la notevole potenza di regolazione che da essi richiedevano le nuove macchine e la grande estensione del campo di regolazione resa necessaria dalle nuove esigenze di servizio.

Per questi motivi i costruttori si trovarono posti di fronte al dilemma: o studiare, perfezionare e mettere a punto in breve tempo dei nuovi tipi di regolatori automatici, di sicurezza di funzionamento non inferiore a quelli fino allora costruiti, o modificare uno o l'altro degli schemi di eccitazione disponibili adattandoli alle esigenze dei vecchi regolatori, ricorrendo a meno compromessi che fosse possibile.

Mentre gli Americani, piuttosto di rinunziare agli evidenti pregi di rapidità di regolazione, semplicità, ecc., del sistema di eccitazione con eccitatrice principale col campo alimentato da una eccitatrice ausiliaria a tensione costante, preferirono di aumentare la potenzialità dei regolatori esistenti o studiare dei tipi nuovi più potenti, alcuni costruttori europei scelsero la seconda soluzione, ritenendo più conveniente per la sicurezza d'esercizio dell'impianto affidare la regolazione automatica ad apparecchi provati di loro completa fiducia.

Ci limiteremo a riferire brevemente su due sistemi di questo genere, il secondo dei quali è in opera in diversi impianti italiani.

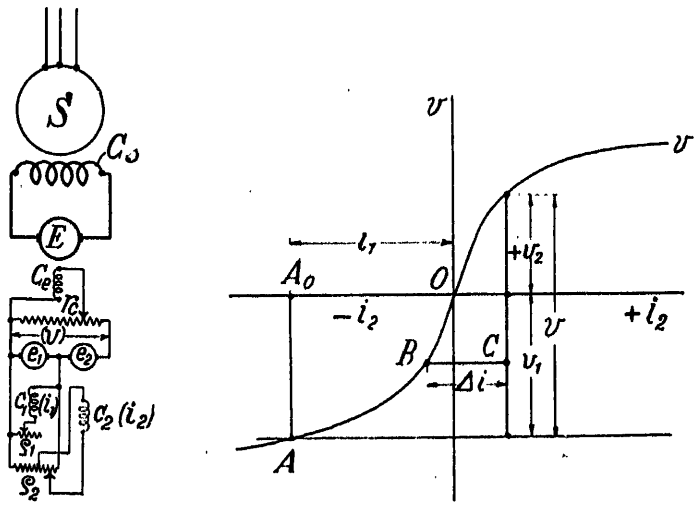


Fig. 28. — Sistema ad eccitazione singola con una eccitatrice principale col campo alimentato separatamente da due eccitatrici ausiliarie funzionanti in opposizione.

Il sistema riportato a figura 28 non è che una evidente derivazione dello schema a figura 27. Tenuto conto della limitata potenza di regolazione dell'apparecchio automatico, la regolazione del campo dell'alternatore, anzichè aver luogo direttamente attraverso il sistema sur-devoltore costituito dalle due eccitatrici E_1 e E_2 (fig. 27) avviene indirettamente sul campo della eccitatrice principale E_1 eccitata separatamente a mezzo del complesso sur-devoltore formato dalle due eccitatrici ausiliarie e_1 e e_2 (figura 28), il cui funzionamento è sostanzialmente identico a quello delle eccitatrici E_1 e E_2 della figura precedente. Il regolatore automatico, inserito al posto del reostato ρ_2, può essere del tipo potenziometrico e consentire anche una controeccitazione, richiedendo però una potenza di regolazione limitatissima.

La rapidità di regolazione è leggermente inferiore, data l'azione doppiamente indiretta della regolazione, a quella del sistema a fig. 27, l'estensione del campo e la stabilità di regolazione sono identiche. Il sistema a fig. 28 presenta però l'inconveniente della maggior complicazione (una eccitatrice principale e due ausiliarie) di fronte a quelli a figg. 26 *b* e 27.

Questo inconveniente è però eliminato, a spese di una maggior inerzia nella regolazione e di minore stabilità, col sistema riportato a figura 29, che è di gran lunga il più usato. Esso può definirsi « sistema ad eccitazione in derivazione stabilizzata » perchè, mentre le sue caratteristiche di regolazione e quindi di riflesso le leggi che regolano la suddivisione dei tasti del reostato di regolazione sono affini a quelle del sistema con eccitazione in derivazione (figura 22), la sua stabilità di regolazione si avvicina a quella del sistema con eccitatrice principale ad eccitazione separata (fig. 26 *b*).

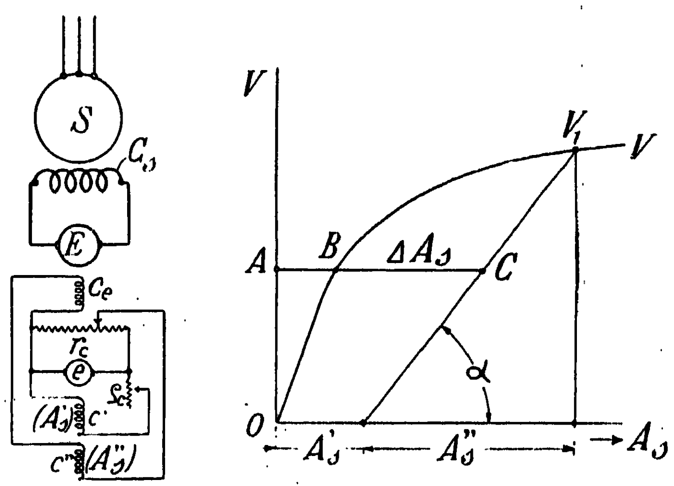


Fig. 29. — Sistema ad eccitazione singola con eccitatrice principale e ausiliaria formanti un sistema ad eccitazione in derivazione stabilizzata.

Il sistema (figura 29), che attesta la grande ingegnosità di chi l'ha ideato, deriva in modo evidente da quello a figura 25 e comporta pur esso l'impiego di due eccitatrici, quella principale *E* e l'ausiliaria *e*. Mentre la principale, di costruzione identica, per esempio, a quella del sistema a figura 26 *b*, è una semplice dinamo a corrente continua a eccitazione separata, la eccitatrice ausiliaria *e* non funziona a tensione costante, ma a tensione fortemente variabile secondo il valore della corrente del campo C_e dell'eccitatrice principale. Essa perciò dev'essere una dinamo a corrente continua ad eccitazione composita. L'avvolgimento in derivazione c' è percorso da una corrente proporzionale alla sua tensione ai morsetti, mentre quello in serie c'' è percorso dalla stessa corrente di campo della eccitatrice principale, che, come si vede, non è identica a quella dell'indotto dell'eccitatrice ausiliaria. Le amperespire A_s' del campo in derivazione sono una piccola frazione (circa 20 %) di quelle totali: le rimanenti amperespire A_s'' sono date dall'avvolgimento in serie. Per aumentare l'estensione del campo di regolazione del sistema è indispensabile che la eccitatrice ausiliaria *e* abbia un campo di saturazione più esteso che sia possibile che ne assicuri la stabilità di funzionamento ai minimi valori della sua tensione ai morsetti. Il circuito magnetico dell'eccitatrice *e* deve essere quindi previsto a questo scopo in modo conveniente. La regolazione dell'alternatore ha luogo per mezzo del reostato potenziometrico r_c, al posto del quale, o in parallelo allo stesso, può essere inserito il regolatore automatico, pure di tipo potenziometrico.

Il grafico riportato a destra della figura 29, mostra come ad una data posizione del reostato potenziometrico r_c corrisponda una determinata posizione coll'inclinazione tg α della caratteristica del campo della eccitatrice *e* e in che misura vadano man mano variando gli impulsi di eccitazione (ΔA_s) coll'aumentare della tensione durante il fenomeno della regolazione. Il rapporto fra le amperespire in derivazione A_s' e quelle in serie A_s'' è dato dalla posizione del reostato ρ_c, che rimane generalmente fissa, registrata in una determinata posizione. Quanto minore è questo rapporto e quindi quanto più prossimo al massimo valore compatibile colla stabilità della eccitatrice *e* è il valore di ρ_c, tanto maggiore sarà il campo di regolazione del regolatore automatico a spese però di una minore rapidità di regolazione e viceversa.

Un esame più dettagliato delle proprietà di quest'ingegnoso sistema potrebbe mostrare che esso si avvantaggia in notevole misura rispetto a quello a fig. 26 per quello che riguarda la potenza e la graduazione dell'organo di regolazione r_c.

e) La eccitatrice Ossanna (7).

Sviluppati i nuovi sistemi di eccitazione, (figg. 26, 27) assicuranti la massima stabilità, finezza e rapidità di regolazione, si cercò il mezzo di raggiungere il medesimo scopo, con una eccitatrice unica, mantenendo intatti i pregi del sistema, anche perchè in molti casi l'impiego di una eccitatrice unica è reso indispensabile da necessità di spazio.

Ossanna ha il merito indiscutibile di avere per primo dimostrato la necessità di servirsi e di aver introdotto l'impiego di eccitatrici ad

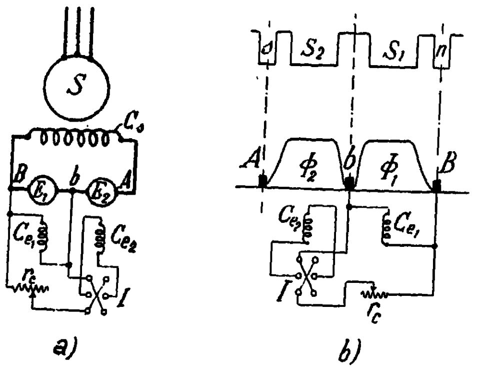


Fig. 30. — Eccitatrice Ossanna. Schema di principio del suo funzionamento.

eccitazione separata per macchine sincrone funzionanti in regime fortemente sollecitato o a carichi variabilissimi. Egli ideò anche il modo di fondere in una macchina unica le due eccitatrici costituenti il sistema sur-devoltore descritto a figura 27.

Questa soluzione egli rese possibile impiegando una dinamo munita di sistema polare a poli sdoppiati e di indotto di costruzione del tutto normale. A figura 30*a* è nuovamente riprodotto schematicamente il sistema sur-devoltore con due eccitatrici E_1 e E_2, la prima a tensione costante, la seconda a tensione variabile. Il commutatore I serve a invertire il senso della tensione dell'eccitatrice E_2, il cui valore è regolato per mezzo del reostato di campo r_c. La tensione costante di eccitazione viene presa fra i punti B e b, mentre quella variabile è presa fra i punti A e B.

Le due eccitatrici E_1 e E_2 si possono fondere per modo di dire in una dinamo unica coi poli sdoppiati (fig. 30*b*) S_1 e S_2, dei quali il primo è munito di avvolgimento di campo a intensità costante e il secondo a intensità variabile.

Si provvede inoltre l'indotto di due sistemi di spazzole principali A e B abbraccianti l'intera metà del passo polare e di un terzo sistema di spazzole b posto sul collettore alla mezzaria delle due metà polari. La tensione indotta fra i sistemi di spazzole A e B sarà proporzionale alla somma dei due flussi Φ_1 e Φ_2 dalle due metà polari, avrà quindi un valore variabile, mentre quella indotta fra il sistema di spazzole B e quello b sarà proporzionale al flusso costante Φ_1 della metà polare S_1 e avrà un valore costante.

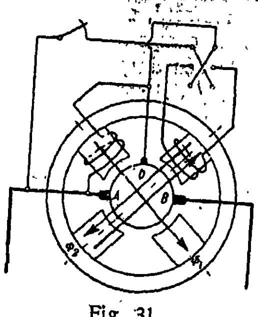


Fig. 31. Eccitatrice Ossanna. Schema fondamentale dei collegamenti.

Ciò premesso, nasce spontanea l'idea di servirsi della tensione costante fra B e b per alimentare i due avvolgimenti di campo delle due metà polari S_1 e S_2, adottando i medesimi mezzi impiegati per il sistema con due eccitatrici a fig. 30*a*. Si ottiene con ciò una eccitatrice unica (fig. 31), munita di un numero di poli doppi di una macchina normale, coll'indotto percorso in una direzione del flusso costante Φ_1 e nell'altra del flusso variabile Φ_2. Il flusso utile che induce la tensione utile d'eccitazione applicata al campo dell'alternatore è dato dalla somma di Φ_1 e Φ_2; essa viene presa fra le spazzole principali A e B.

La fig. 32 mostra come per diversi valori del flusso variabile Φ_2 e quindi per diversi valori della corrente di eccitazione dell'avvolgimento di campo di due metà polari corrispondenti si possano ottenere altrettanti valori di tensione ai morsetti principali della eccitatrice (tensione utile) fra i due sistemi di spazzole principali, variabili gradatamente da un valore massimo positivo, attraverso lo zero, ad un valore massimo negativo.

La eccitatrice Ossanna è quindi da considerarsi del tutto equivalente ad una eccitatrice con eccitazione separata sotto ogni aspetto.

(7) Cfr. anche: F. Leyerer: Stabile Erregermaschinen fuer weiten Regelbereich - Siemens - Zt., fasc. IV, 1926.

Essa viene munita di poli ausiliari (figg. 33, 34) posti, come nelle macchine normali, fra le coppie di poli principali, in corrispondenza alle spazzole principali.

La teoria, il funzionamento e le caratteristiche costruttive delle dinamo Ossanna hanno formato già il contenuto di un interessante studio pubblicato in questo giornale (8). Non è quindi il caso di riepilogare nozioni già note.

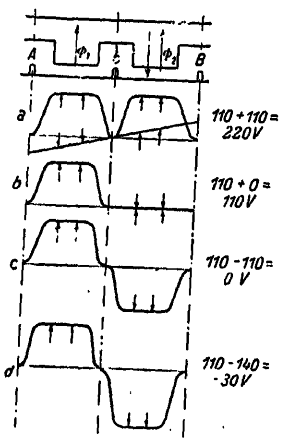


Fig. 32. Eccitatrice Ossanna. Flussi nelle due metà di un polo principale.

Ci limiteremo solo ad osservare che mentre nelle dinamo normali l'indotto non esercita nessuna azione di controeccitazione quando le spazzole si trovano nella posizione dell'asse neutro (fatta astrazione dai fenomeni secondari dovuti alla saturazione), nella dinamo Ossanna in cui ogni metà polare porta un avvolgimento proprio, in causa appunto della singolare disposizione di queste due metà, il campo di una di esse (quella a sinistra a fig. 32 *a*) viene indebolito, mentre viene rinforzato quello dell'altra. E' perciò necessario di compensare questa disuniforme reazione d'indotto. Anzichè predisporre un aumento di spire nelle metà polari col campo indebolito, si adotta un unico avvolgimento di compensazione (figg. 33 e 34) uniformemente ripartito su tutta la periferia del sistema dei poli principali.

L'aspetto esterno della dinamo Ossanna è identico a quello di una dinamo di costruzione normale (fig. 35).

f) Sistema americano per l'eccitazione di macchine lente a potenza elevata.

Nei sistemi ad eccitazione singola il comando dell'eccitatrice o del complesso delle eccitatrici avviene generalmente in modo diretto dall'albero dell'alternatore calettando le macchine sull'albero stesso. E' questa la soluzione più semplice e sicura. Nulla però vieta di eseguirne il comando in altro modo a seconda delle esigenze del caso.

In alcuni casi in cui le unità generatrici sono molto lente e hanno potenze elevate come per es. è successo nella centrale di Conowingo (S. U. d'America) si è trovato talvolta conveniente di comandare il sistema di eccitazione elettricamente dall'albero dell'alternatore.



Fig. 33. — Eccitatrice Ossanna. - Sistema polare.

A tale scopo sull'albero stesso è stato calettato un alternatore ausiliario s (fig. 36) colla relativa eccitatrice e', di potenza naturalmente ridottissima in confronto a quella dell'alternatore principale. L'alternatore ausiliario alimenta il motore di comando M del gruppo di eccitazione, costituito da un'eccitatrice principale E e da una ausiliaria e.

I vantaggi di questa caratteristica disposizione risiedono nel fatto che, mentre viene evitata la costruzione di macchine a corrente continua assai lente e quindi ingombranti, le eccitatrici possono essere

(8) F. Tedeschi: La dinamo Ossanna - *L'Elettrotecnica*, vol. XIV, n. 6, 25 febbraio 1927.

previste per un numero di giri elevatissimo, risultando di dimensioni assai ridotte, mentre la loro costante di tempo assume valori molto bassi e agevola la rapidità del processo di regolazione.

Una disposizione simile verrà adottata anche in Europa nella grandiosa centrale idroelettrica di Kichkas (Dnjeprostroj).

g) Effetto del funzionamento a due frequenze di regime.

Come sugli alternatori, anche sul sistema di eccitazione il funzionamento a due frequenze normali di regime, sensibilmente diverse

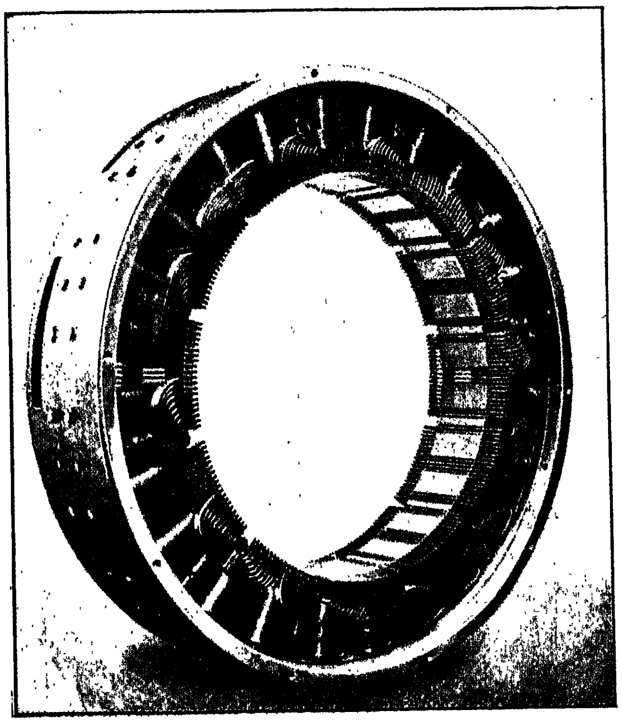


Fig. 34. — Eccitatrice Ossanna.
Sistema polare di una macchina da 145 kW, 220 V, 75 giri (Kachlet).

fra di loro (per es. 42 e 50 periodi), ha una ripercussione notevole. Essa è più marcata nei casi in cui la velocità delle eccitatrici sia rigidamente vincolata con quella dell'alternatore. Per esperienza personale fatta in diversi impianti l'A. consiglierebbe di essere molto cauti nell'impiego di semplici eccitatrici in derivazione addossate per alternatori funzionanti a 42 e 50 periodi.

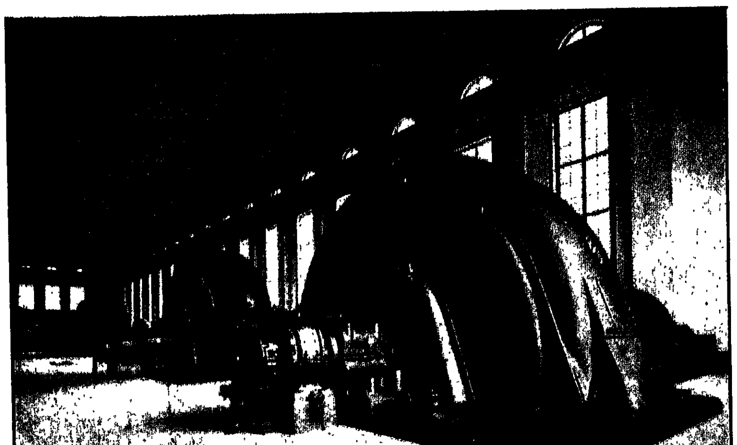


Fig. 35. — Eccitatrice Ossanna da 117-154 kW, 220 V, 250 giri, applicata ad un alternatore monofase da 10.650 kVA a 16,7 periodi. - (Walchensee).

Se poi gli alternatori devono funzionare con carichi capacitivi specifici molto elevati s'impone senz'altro anche per le eccitatrici l'adozione di accorgimenti analoghi a quelli che si impiegano per gli alternatori perchè venga facilitata la regolazione della tensione e resa uniforme alle due frequenze la graduazione del reostato di campo. Le considerazioni che si possono fare al riguardo sono simili a quelle già esposte per i sincroni: inutile quindi ripeterle.

Per riferirci a un caso speciale riportiamo a fig. 37 lo schema di collegamento di un alternatore trifase di 23.000 kVA, destinato a funzionare a 42 e 50 periodi e previsto per dare una potenza capacitiva di poco inferiore alla potenza normale. L'alternatore è provvisto di due eccitatrici addossate, principale e ausiliaria, collegate secondo lo schema riportato a fig. 26 *b*. L'eccitatrice ausiliaria *e* è munita di un avvolgimento di campo in derivazione c_e e di un secondo avvolgimento di campo in serie c_e', percorso dalla sua corrente d'indotto. Questo secondo avvolgimento serve a mantenere costante la tensione ai morsetti dell'eccitatrice ausiliaria con qualsiasi carico. Il reostato di campo ρ_c viene registrato una volta tanto, in modo che la macchina dia la sua tensione costante di regime. L'eccitatrice ausiliaria alimenta il reostato potenziometro r_c di graduazione finissima e che permette anche una controeccitazione di un certo valore. Esso è l'unico organo che controlla la regolazione del campo dell'alternatore *S*: può essere comandato a mano, o mediante apparecchio automatico a servomotore d'olio. Uno dei vantaggi di questa disposizione è il fatto di essere la regolazione dell'alternatore, tanto a mano, che automatica, affidata ad un organo unico. Si evitano così eventuali azioni discordanti fra regolazione automatica e a mano nel passaggio dalla prima alla seconda, che può avvenire in qualsiasi momento senza nessun contraccolpo e senza precauzioni speciali.

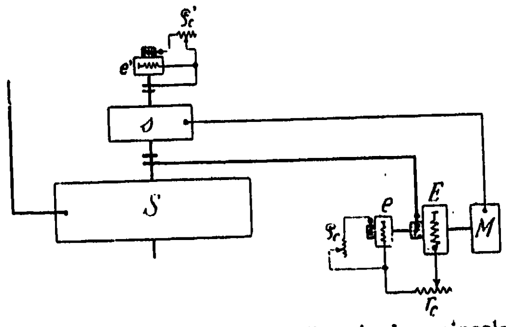


Fig. 36. — Sistema americano di eccitazione singola di un alternatore da 40.000 kVA a bassa velocità. (Conowingo).

Il reostato potenziometrico alimenta l'avvolgimento di campo della eccitatrice principale C_e. Questo è munito di una presa, che consente a mezzo di un commutatore l'esclusione di parte delle spire quando il gruppo funziona a 50 periodi. Una resisteza *r* di valore fisso viene inserita al posto delle spire escluse. L'eccitatrice principale *E* alimenta direttamente senza l'interposizione di nessuna resistenza o reostato il campo C_a dell'alternatore *S*.

Quest'ultimo è a sua volta provvisto di avvolgimento statorico munito di prese per l'esclusione di parte delle spire durante il funzionamento a 50 periodi; l'esclusione si fa mediante il commutatore *I*. Degno di nota è il fatto che l'esclusione delle spire conviene venga fatta sul neutro dell'alternatore per evitare una inutile sollecitazione eccessiva di tensione dell'avvolgimento statorico durante il funzionamento a 50 periodi.

Premesso infatti che l'esclusione di spire si facesse verso l'uscita delle tre fasi e che la tensione di regime dell'alternatore alle due frequenze fosse di 10 kV, all'estremità delle spire escluse per il servizio a 50 periodi si avrebbe una tensione di $\frac{10}{0,84} = 11,9$ kV, che rappresenterebbe una sovratensione permanente di circa il 20 % colla quale verrebbe sollecitata inutilmente parte dell'avvolgimento statorico.

Rimarrebbe ancora da parlare dei sistemi di eccitazione ad impulso, sviluppati e applicati in America, e dei quali si stanno facendo le prime prove in Europa. Questo argomento è però intimamente connesso a quello della stabilità di servizio, sul quale saranno svolte alcune ulteriori considerazioni in un prossimo capitolo. (*Continua*).

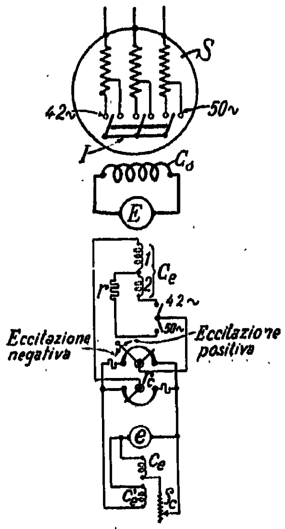


Fig. 37.
Sistema di eccitazione singola con eccitatrice principale e eccitatrice ausiliaria a tensione costante per un alternatore trifase da 23.000 kVA funzionante a 42 e 50 periodi (Cogolo).

IL GIAPPONE INDUSTRIALE

L. LOMBARDI

Comunicazione alle Sezioni di Roma e di Napoli
20 febbraio e 7 marzo 1931.

(Continuazione e fine, v. N. 12, pag. 272)

II. - Aspetti generali dell'industria giapponese.

Nemmeno astraendo dalle terribili ripercussioni del terremoto, è facile riassumere in brevi linee i diversi aspetti dello sviluppo industriale del Giappone, in causa della sua complessità; questa deriva soprattutto dalla sovrapposizione e mescolanza delle varie industrie, importate nell'ultimo sessantennio dall'Europa e dall'America, con quelle di stretto carattere indigeno, che prima dominavano in modo esclusivo quel lontanissimo mercato. Delle poche merci esportate nei secoli addietro la massima parte era invero destinata a soddisfare i bisogni dei pochi giapponesi ed orientali disseminati nel mondo; parecchie di esse eccitarono peraltro la curiosità dei popoli occidentali, onde al gusto di questi si dovette uniformare la nuova produzione, mano a mano che essa trovava uno smercio più largo.

Volendo risalire alle origini del movimento commerciale con altre nazioni, una prima influenza su l'arte e l'industria interna venne esercitata fra il 600 e l'800 dopo Cristo dalla Corea e dalla China, onde vennero importate col Buddismo la coltivazione dei bachi e l'arte di tessere la seta, quella di fabbricare la porcellana e la maggiore raffinatezza dell'architettura e della scoltura decorativa.



Fig. 21. — Traversata a guado.

Dei mezzi primitivi di trasporto allora vigenti dà un'idea la fig. 21, che rappresenta la traversata del fiume sopra eleganti barelle, rette a spalla da forti nuotatori.

Nel periodo in cui Nara fu capitale dell'Impero, dal 710 al 783, vennero ivi edificati i primi templi, taluno dei quali attraverso ai secoli fu conservato con mirabile cura, come la torre (fig. 22) e il tempio di Budda (fig. 23), e resta ancor oggi prezioso esemplare di quelle costruzioni in legno, che non hanno eguali nel mondo. Nel celebre tesoro imperiale di Shosoin, fondato a Nara nel 756, si conservano campioni meravigliosi di lacche e ceramiche, di armi e altri oggetti lavorati in bronzo e argento di quell'epoca, di squisita fattura.

A loro volta i periodi successivi, legati ai nomi di Konin, Fujiwara, Kamakura, Ashikaga, Momoyama e Tokugawa, ebbero impronte d'arte strettamente asiatica e orientale, come mostrano il tempio a tipo monastero di Sojiji (fig. 24) e quelli di Nikko (fig. 25) ancora sottratti completamente all'influenza occidentale. Per effetto di questa solo più tardi l'architettura indigena attinse nuove forme più evolute, delle quali si ha un bell'esempio nel Castello di Nagoya, edificato verso il 1700 (fig. 26), ed in altri edifici i quali suscitarono l'ammirazione universale. Anche la scoltura in legno e metallo conservò un carattere del tutto originale che gli altri popoli non seppero se non imperfettamente imitare. Il giapponese non concepisce nemmeno che da altre fonti possano fornirsi armi equivalenti alle sue, che, al tempo dei *samurai*, i soli maestri forgiavano in luoghi recinti e purificati, indossando abiti sacerdotali, e invocando l'assistenza divina per assicurare la vittoria dei propri guerrieri. Non è possibile sorridere di queste manifestazioni, se anche sembrano ingenue, poichè esse hanno la radice in una convinzione profonda, che costituisce la forza morale della nazione, e che ha preparato al mondo spettacoli di eroismo insuperati.

La prima infiltrazione della coltura e civiltà europea si ebbe con l'approdo di una nave portoghese nel 1541 e di una spagnuola nel 1543, seguite da altre olandesi, che ottennero una speciale concessione di traffico col porto naturale di Nagasaki. Verso il 1600 W. Adams, pilota di una nave olandese, costruì a Ita all'inizio del Shogunato dei Tokugawa le due prime navi giapponesi del tipo occidentale, una di 80 ed una di 120 tonnellate ([2]).

Verso la fine del Shogunato riuscì Egawa a costruire quattro fornaci a riverbero alte circa 18 metri, ed a fondere le prime canne per armi da fuoco. Nell'isola di Kyushu, che costituisce la parte meridionale del Giappone, per l'approdo di navi frequenti e lo stabilirsi delle prime missioni cristiane, si intensificarono a quell'epoca i rapporti col mondo occidentale, e presero radice le prime industrie di fabbricazione di ceramica e di vetro, di acido solforico e altri prodotti chimici, di zucchero e di liquori, soprattutto sotto l'impulso di N. Shimadzu, daimyo di Satsuma, che impiantò laboratori d'analisi nel suo castello e fece tradurre i primi libri di elettricità, costruì le prime macchine e illuminò a gas artificiale i giardini della sua villa fra il 1856 e il 1858.

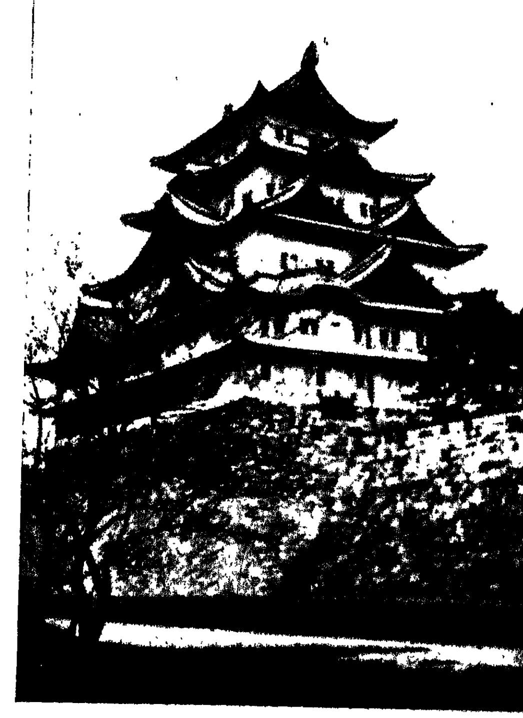


Fig. 22. — Torre di Nara.

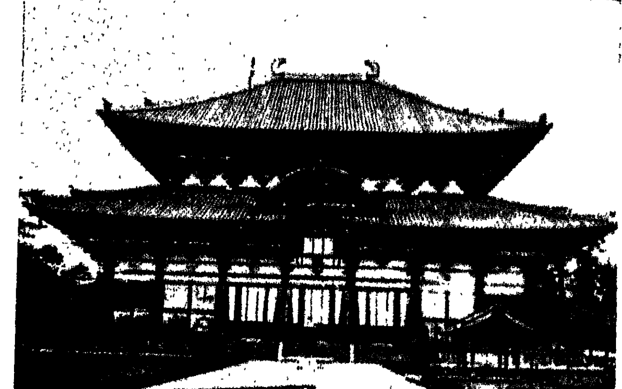


Fig. 23. — Tempio di Budda.

La corrente delle idee moderne penetrava così nel mondo delle vecchie tradizioni, conquistando mano a mano i suoi proseliti nella classe più evoluta dei Samurai, i quali, non per interesse personale, ma per nobile spirito di patriottismo, ambivano fare partecipe il loro Paese dei benefici della nuova civiltà. Nell'èra storica dell'Imperatore Meiji decaddero finalmente ad uno ad uno i vecchi privilegi feudali cedendo il posto alla ricostituzione monarchica, che permise a tutto il popolo di assaporare la nuova forma di libertà, e che, pur largamente attingendo alle fonti occidentali del progresso,

([2]) Che nel 1610 servirono a rimpatriare la ciurma di un vascello spagnuolo naufragato.

seppe conservare nelle sue manifestazioni un carattere nazionale, e contribuire con i mezzi propri allo sviluppo del sapere e della ricchezza.

La vera industria meccanica e tecnologica del Giappone si inizia dunque con la Restaurazione del 1868, che dischiuse le porte a tutti gli scambi internazionali, ma non si sviluppò senza difficoltà e sacrifici; quelle inerenti alla penuria dei mezzi e delle persone; questi all'abbandono repentino di molti procedimenti antiquati, onde numerosi maestri d'arte si videro preclusa la via alle forme predilette di attività e languirono in miseria.

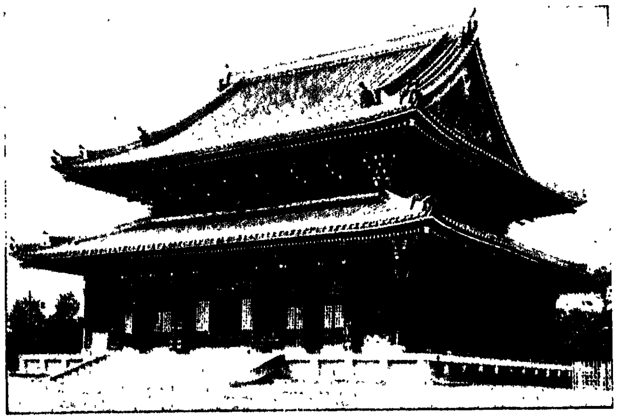


Fig. 24. — Tempio di Sojiji.

Col trasporto della capitale da Kyoto a Tokyo, questa ne assunse in gran parte i privilegi rappresentativi, e Osaka divenne il centro dell'industria manifatturiera; numerose fabbriche furono impiantate su stile prettamente europeo e americano, dirette nei primi anni da personale straniero; giovani intelligenti vennero a compiere i loro studi nelle nostre Università, e missioni tecniche e politiche a discutere i problemi della organizzazione e degli scambi. Mediante le celebri vittorie riportate contro la Cina e contro la Russia, la potenza del nuovo Impero assunse un incremento grandioso; con l'inizio della guerra mondiale, cessando in massima parte le importazioni, esso fu costretto però a provvedere mediante le risorse interne a tutti i suoi bisogni, di che le industrie nazionali sperimentarono dapprima le difficoltà, ma più tardi il singolare beneficio. Nagoya, situata a poca distanza dalle Alpi Giapponesi, divenne il centro della produzione idroelettrica dell'energia, mentre prima questa derivava in massima parte dalle miniere di carbone dell'ovest. La fabbricazione delle macchine elettriche, degli areoplani e delle macchine utensili si affiancò a quella già fiorente della ceramica e dei tessuti, avvantaggiandosi singolarmente della forza motrice abbondante e a buon mercato.

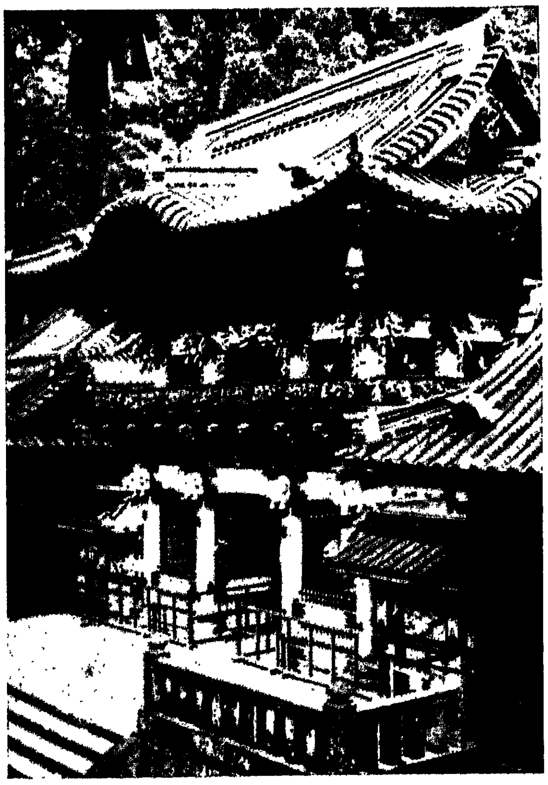


Fig. 25. — Tempio di Nikko.

Della ricchezza nazionale, stimata nel 1924 cento miliardi di yen, ossia un trilione di lire italiane, un terzo era rappresentato dalla terra, un sesto dagli edifici, un decimo dai beni domestici, un sedicesimo dalle proprietà governative, un trentesimo dalle ferrovie e tramvie, altrettanto dalle miniere, e percentuali variabili fra 2 e 4 % dai macchinari d'officina, dai prodotti dell'industria o dell'agricoltura; 1,8 % dal danaro in circolazione. Ragguagliato all'unità di popolazione, il patrimonio nazionale risultava bensì notevolmente più modesto di quello inglese e americano, e sensibilmente inferiore a quello francese e tedesco; ma era paragonabile a quello italiano.

Le fabbriche, impieganti più di cinque operai, erano nel 1926 52.000, e la produzione di quell'anno venne stimata oltre sette miliardi di yen, circa 70 miliardi di lire; 42.000 fabbriche erano attrezzate con motori primi, sviluppanti una potenza totale di quasi cinque milioni di HP. Nel commercio mondiale dell'ultimo triennio il Giappone occupò il settimo posto, con una somma di transazioni pari al 3 % del totale complessivo, di fronte all'Inghilterra col 14,5 %, agli Stati Uniti col 14,3 %, alla Germania col 7,3 %, alla Francia col 6,8 %, all'India col 3,5 % ed al Canadà col 3,4 %.



Fig. 26. — Castello di Nagoya.

Il capitolo più importante compete in Giappone alle industrie tessili, la cui importazione annuale supera da sola due miliardi di yen, e per circa 30 % è rappresentata dal cotone greggio. Anche l'esportazione totale si aggira sui due miliardi, di cui circa due terzi competono all'industria tessile, e di questi la metà alla seta greggia. La massima parte del commercio si sviluppa cogli Stati dell'Asia, e una parte ragguardevole con gli Stati Uniti d'America.

Il numero attuale degli operai supera due milioni, di maschi e femmine in parti quasi eguali; oltre la metà è impiegata nelle industrie tessili, con grande prevalenza di femmine; un ottavo nelle industrie meccaniche, un decimo in quelle alimentari, un sedicesimo in quelle chimiche, un ventesimo in quelle metalliche.

Nel 1928 fu accordato il suffragio universale ai maschi, e nelle elezioni generali del 1928 parecchi rappresentanti della classe operaia e del proletariato vennero inviati alla Dieta, e assunti nelle amministrazioni provinciali e comunali; a ciò contribuì la spinta del movimento democratico straniero, più che lo spirito nazionale di rivendicazione, il quale si manifesta tuttora incerto fra i diversi partiti. L'unificazione internazionale nel campo del lavoro non è peranco matura, ed ha bisogno di una ulteriore evoluzione economica ed intellettuale dei popoli, che ne auspicano l'avvento. Il Giappone d'altronde è ancora troppo imbevuto delle sue tradizioni, così diverse da quelle d'Europa e d'America, per poter rapidamente assorbire le loro radicali tendenze, e conformare alla loro la propria mentalità.

L'istruzione industriale superiore è impartita nelle Scuole d'ingegneria, annesse alle principali Università, che ospitano in com-

plesso 3500 allievi; vi possono accedere coloro che hanno compiuto sei anni di scuola primaria, quattro di scuola media e tre di scuola superiore; il corso universitario dura a sua volta un triennio. L'istruzione di carattere professionale viene impartita nelle scuole tecniche, che hanno la durata di tre anni, e ricevono gli alunni dalle primarie; molte di esse hanno un carattere eclettico; talune sono essenzialmente specializzate a guisa delle nostre scuole d'arti e mestieri e di quelle industriali.

Indipendentemente, o in collaborazione con le scuole propriamente dette, contribuiscono a diffondere la istruzione professionale molte riviste tecniche e pubblicazioni periodiche, i bollettini e gli annuari di parecchie stazioni sperimentali e laboratori di ricerche, e numerose biblioteche; a fianco alla lingua giapponese, si va diffondendo nella letteratura tecnica quella inglese e talora anche la tedesca.

La interpretazione del linguaggio indigeno è enormemente complicata dalla mescolanza che i giapponesi fanno del proprio alfabeto, composto solo di una cinquantina di lettere, coi caratteri ideografici chinesi, che sono per sè stessi decine di migliaia, e che, se anche nell'uso comune non eccedono alcune migliaia, creano formidabili difficoltà. Due correnti moderne si sono formate col proposito di eliminarle; l'una ricorrendo all'uso del solo sillabario giapponese, ad esclusione di tutti i caratteri chinesi; l'altra traducendo le parole giapponesi mediante l'alfabeto romano secondo la loro pronuncia. Il passo da compiere incontra tuttavia ostacoli, che per ora appaiono pressochè insormontabili, sebbene l'adozione già avvenuta del sistema metrico, a cui non hanno peranco acceduti gli inglesi e gli americani, dimostri di quali sforzi potenti sia capace lo spirito nipponico.

Al progresso delle diverse industrie intendono strenuamente i laboratori di ricerca, mantenuti per ogni branca dai vari dipartimenti governativi e taluno da Società private, con larghezza di mezzi e ricche dotazioni. La Compagnia Elettrica di Tokyo ha per es. impiantato per i soli problemi d'illuminazione un laboratorio, che è costato due milioni di yen, pari a venti milioni di lire, e vi spende annualmente 600 mila yen. Taluno di questi Istituti, come il Laboratorio Imperiale di Osaka (fig. 27), fu oggetto di visite durante il Congresso d'Ingegneria, e per la vasta e perfetta organizzazione suscitò nella folla dei Delegati, non esclusi i membri della nostra Delegazione un senso di sincera ammirazione.

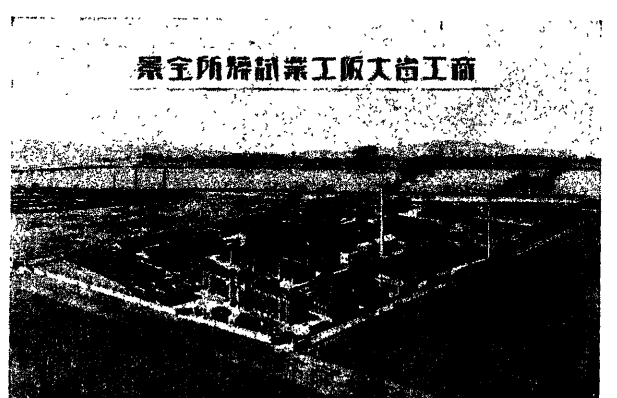


Fig. 27. — Laboratorio Imperiale di Osaka.

Una prima legge su le patenti venne emanata nel 1885, ma riformata nel 1888 e successivamente nel 1899, quando il Giappone entrò a far parte dell'Unione Internazionale per la protezione della proprietà industriale. Le disposizioni ora vigenti datano sostanzialmente dal 1908 e dal 1922, ed ebbero per effetto di risvegliare notevolmente lo spirito nazionale delle invenzioni, dopo il primo periodo di ricerca affannosa, che condusse all'accaparramento di troppi brevetti d'oltre oceano. Nel 1927 furono presentate 13.000 domande e accordate 4700 patenti, di cui 2000 circa per l'industria meccanica, 1500 per quella chimica e 1100 per quella elettrica.

Anche il movimento per la normalizzazione ebbe notevole successo, e il Comitato Elettrotecnico Giapponese, costituito fin dal 1910 e aderente, come il nostro, alla Commissione Elettrotecnica Internazionale, ha emanato le norme per la costruzione e l'esercizio delle varie categorie di macchine e apparecchi elettrici, mostrando fra gli altri Comitati Nazionali una ammirevole attività, e portando un contributo veramente efficace al progresso dell'industria elettrica locale.

Attualmente il Comitato Generale di Standardizzazione nel campo più vasto della Ingegneria ha quattro Sezioni: una per i materiali metallici, una per quelli non metallici; una per le macchine e gli apparecchi elettrici, ed una per le attrezzature meccaniche. Ognuna di esse è suddivisa in vari Sottocomitati; e presenta le norme da questi elaborate alla discussione del Comitato plenario, e successivamente all'approvazione del Ministero di Industria e Commercio; questo le promulga e rende obbligatorie in tutte le ordinazioni di Stato, dandone comunicazione a tutti gli uffici interessati. Il Giappone diviene così strenuo fautore di quel movimento di unificazione generale, che da molte parti venne già invocato, ma che finora trovò solamente consenso internazionale nel campo delle industrie elettriche.

Anche là, come in molte Nazioni europee e in America, si è svolto col progredire delle varie industrie un vasto movimento cooperativo, e la maggior parte di queste ha dato vita a fiorenti Associazioni tecniche, che hanno contribuito a stabilire ottimi rapporti fra i cultori della rispettiva disciplina, ed a facilitare gli scambi intellettuali e materiali.

III. - Sviluppo di alcune industrie speciali.

Non essendo possibile in questa sede una rassegna completa delle diverse industrie, che si sono in campi ed epoche diverse sviluppate in Estremo Oriente, mi limiterò a pochi cenni relativi a quelle che interessano più da vicino la maggioranza dei nostri colleghi, cominciando dalle comunicazioni elettriche. Intorno ad esse trarrò pochissimi dati dalle statistiche governative, che, come per molte altre industrie, all'epoca del Congresso del 1929 erano ancora limitate agli anni 1927-28.

In quegli anni gli Uffici telegrafici, inclusi quelli radio, ma esclusi quelli coloniali, erano circa 7200; la lunghezza delle linee 308.000 km; il numero di telegrammi scambiati 69 milioni. Le grandi linee erano in prevalenza servite con apparecchi rapidi e perforatrici automatiche, così per i caratteri giapponesi come per quelli stranieri; parecchi dispositivi erano di invenzione giapponese. Le linee più lunghe erano esercitate con ripetitori intermedi; varie comunicazioni multiple attraverso ai cavi con correnti portanti. L'Ufficio centrale di Tokyo trasmetteva giornalmente 150.000 telegrammi. Nelle feste per l'incoronazione dell'Imperatore vari circuiti vennero predisposti per la trasmissione delle immagini e la distribuzione ai giornali.

Nel 1928 gli Uffici telefonici erano 2500; gli abbonati 609.000, di cui 9/10 serviti a sistema manuale e 1/10 a sistema automatico; le linee avevano uno sviluppo di oltre due milioni di km; il capitale investito era di 435 milioni di yen. Nel programma dodecennale allora formato si contemplava l'allacciamento di altri 650 mila abbonati con uno sviluppo ulteriore di 250 mila km di linea e una spesa di 630 milioni di yen.

Il servizio radiotelegrafico è affidato alla *Japan Wireless Telegraph Co.* costituitasi nel 1925 con un capitale di 20 milioni di yen, di cui lo Stato si conservò la partecipazione per 2,3 milioni, apportando due delle grandi stazioni trasmittenti già costruite con le rispettive stazioni riceventi. La più antica di quelle è la Stazione di Haranomachi, costruita una quindicina di anni fa per trasmissione con onde lunghe, e munita di una grande antenna a ombrello con un sostegno centrale in cemento armato e cinque tralicci di acciaio di 200 metri di altezza alla periferia, isolati alla base a somiglianza dei nostri di Coltano. La stazione venne allora rimodernata in modo da farle assorbire una corrente oscillante di 500 ampere con altezza equivalente di 150 m; essa serve per le comunicazioni regolari con le isole Havaii e con S. Francisco. La stazione ricevente è a Fukuoka a 20 miglia da Tokyo, ed ha un'antenna a coda orizzontale lunga 17.802 metri rivolta verso S. Francisco, oltre due paia di aerei a telaio. Entrambe le stazioni vengono controllate direttamente da Tokyo. A Tomioka vennero nel 1928 installate quattro antenne trasmettitrici di onde corte per corrispondere in duplex con la stazione precedente.

Il collegamento con l'Europa è stabilito dalla ricevente stazione di Kaizo a 23 miglia a sud-ovest da Nagoya, munita di doppia antenna a telai incrociati per la ricezione direzionale, e dalla stazione trasmettente di Yosami a 15 miglia sud-est da Nagoya con antenna ad L rovesciato, sostenuta da otto torri in acciaio di 250 m di altezza, capace di assorbire 750 ampere con un'altezza equivalente di 198 m, sì da realizzare poco meno di 150.000 metri ampere, che poche stazioni del mondo posseggono. Ad essa sono affiancate antenne minori per onde brevi.

La Società aveva nel 1929 in progetto due altre stazioni trasmettenti, una per le comunicazioni con l'America, ed una per l'India, l'Indocina, la Cina, l'Australia, ecc. Essa aveva già sperimentato a quell'epoca varii sistemi per la trasmissione radiotelegrafica delle immagini, uno dei quali inventato in Giappone.

Le comunicazioni radiotelegrafiche con le navi sono mantenute da una ventina di stazioni costiere, alcune delle quali sono munite anche degli apparecchi per le comunicazioni radiofoniche.

Il servizio interno radiotelegrafico è mantenuto dalla stazione trasmettente principale di Osaka con un complesso a onde medie della potenza di 1 kW e due complessi analoghi a onde corte, in corrispondenza con numerose altre stazioni munite di apparecchi di varia po-

tenza fra 0,5 e 1 kW. La stazione di Tokyo effettua anche il servizio con le colonie. Varie stazioni di piccola potenza, con apparecchi a valvola od ancora a scintilla, servono per le intercomunicazioni fra le diverse isole costituenti l'impero, ove gli allacciamenti non sono peranco tutti completati in cavo sottomarino.

Anche il servizio di radiodiffusione data sostanzialmente dal 1925, ed è esercitato da una sola Compagnia concessionaria, la quale possedeva nel 1929 sette stazioni da 10 kW ed una da tre, situate presso le città principali, ed allacciate fra loro da linee aeree per il servizio in relais.

In relazione all'industria delle grandi correnti, è necessario distinguere le Società produttrici e distributrici di energia da quelle costruttrici di macchinario.

Alla fine del 1928 fra le prime si contavano 1835 Compagnie esercenti con una potenza totale di 3.470.000 kilowatt, e con un capitale di 3.600 milioni di yen, pari a circa 35 miliardi di lire italiane. Potenza e capitale si erano pressochè quadruplicati nel decennio posteriore alla guerra mondiale. Alla fine del 1927 la statistica forniva un numero di case illuminate elettricamente superiore a 10 milioni e mezzo; un numero di lampade superiore a 32 milioni per un'intensità complessiva di 600 milioni di candele, assorbenti una potenza di 736 mila kilowatt; altri apparecchi domestici consumanti 210 mila kilowatt; un numero di motori elettrici poco inferiore a 340.000, assorbenti una potenza di un milione e ottocento mila kilowatt. I servizi tranviari assorbivano 820 mila kilowatt, ed altri misti 446 mila. Lo sviluppo totale delle ferrovie raggiungeva 18.500 km e di quelle elettrificate 1500. Il reddito netto nel decennio precedente, sopra tre miliardi di yen, aveva in media raggiunto l'11 % annuo.



Fig. 28. — Sede della Nippon Electric Power Co.

Sotto gli auspici dell'Ufficio Elettrico Municipale di Tokyo, della Compagnia d'Illuminazione Elettrica della stessa città e della Compagnia idroelettrica di Kyushu, si stava elaborando un progetto di Consorzio grandioso, con allacciamento interregionale delle centrali mediante linee ad altissima tensione, e scambio reciproco di energia simile a quello che hanno già attuato parecchie delle grandi Società italiane. Anche nel lontano Impero del Sol Levante si svolge infatti un processo di amalgamazioni e trasferimenti, perfettamente analogo a quello iniziato da qualche decennio nel vecchio mondo occidentale, e il numero dei gruppi tecnici e finanziari, controllanti la maggioranza delle imprese elettriche, si va continuamente restringendo, mentre le zone di rispettiva influenza si estendono col graduale assorbimento di tutte le Società minori. Ogni gruppo, con l'abbassarsi della sua circoscrizione, è naturalmente interessato a perfezionare la propria organizzazione e ne trae la possibilità di un esercizio più economico, del quale beneficiano gli utenti mediante il ribasso e la unificazione delle tariffe.

Il Sig. Matsunaga, Presidente della Compagnia dell'Energia Elettrica di Tokyo, ha pubblicato a questo riguardo nel novembre 1929 una interessante monografia, che illustra la situazione cooperativa delle diverse Società Elettriche in Giappone, e ne fornisce gli elementi economici e statistici più importanti, ma purtroppo non è possibile riassumerli in questa sede. Del pari non è possibile per ovvia ragione riportare molti dettagli su l'organizzazione interna delle singole Società, parecchie delle quali, hanno assunto una potenza formidabile. Basterà ricordare fra esse la Compagnia predetta dell'Energia di Tokyo, che ha un capitale versato di 125 milioni di yen, possiede centrali proprie capaci di sviluppare 220 mila kilowatt, ed ha erogato nel 1928 un miliardo e trecento mila kilowattore; la Compagnia dell'Energia elettrica nipponica di Osaka, che ha un capitale autorizzato di 121 milioni di yen e un patrimonio di 265 milioni, e possiede centrali in esercizio della potenza di 283 mila kW, in costruzione di 224 mila e in progetto di 330 mila. La fig. 28 ne rappresenta la Sede principale.

La Compagnia di Illuminazione Eletrica di Tokyo, più importante di tutte, estende la sua giurisdizione sopra sette Prefetture, ove essa alimenta circa dieci milioni di lampade, e distribuisce una potenza di oltre settecentomila kilowatt. Il suo inventario patrimoniale alla fine del 1929 portava un attivo di 843 milioni di yen, pari a circa otto miliardi di lire italiane; il bilancio di esercizo semestrale segnava un movimento d'entrata di 60 milioni di yen con un profitto netto di 17, che permise la distribuzione di un dividendo semestrale del 4 % sul capitale azionario di 400 milioni di yen.

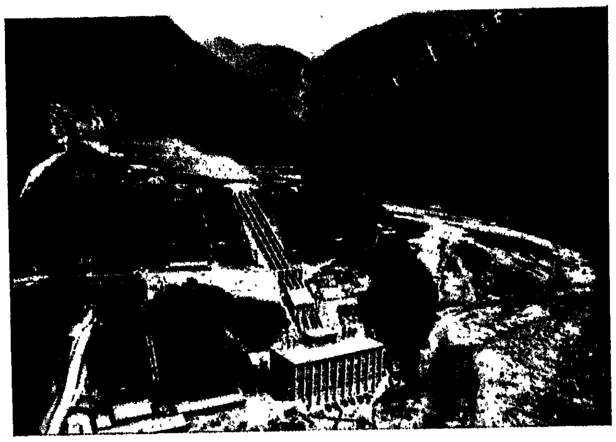


Fig. 29. — Impianto di bassa caduta (Yanagawa).

La potenza complessiva delle centrali elettriche di questa Società oltrepassava già allora mezzo milione di kilowatt, ed era rappresentata da macchinario per 1/5 termico e per 4/5 idraulico; oltre a ciò la Compagnia acquistava energia da un complesso di altre Società, aventi in centrale una potenza di 360 mila kilowatt. Le sue linee di trasmissione aerea avevano una lunghezza di circa cinquemila kilometri, con uno sviluppo complessivo di conduttori di 25 mila; quelle sotterranee una lunghezza di 300 kilometri e uno sviluppo di conduttori di circa mille. Le linee di distribuzione aerea avevano una lunghezza di 28 mila chilometri e i conduttori 104 mila; quelle sotterranee una lunghezza di 730 e i conduttori di 1500 circa. Le sottostazioni in esercizio erano 244 con uno potenza installata di oltre tre milioni di kilovoltampere. Il personale impiegato era di poco inferiore a 12.000 persone con 18 soli direttori e ispettori.



Fig. 30. — Impianto di alta caduta (Tashiro).

Questo sviluppo grandioso è di data recente, essendosi il primo impianto idroelettrico costruito dalla città di Kyoto nel 1891 con derivazione dal lago Biiva.

Nel 1899 vennero eseguite le due prime trasmissioni di 300 e 750 kilowatt a 11.000 volt di Koryama e Hiroshima, alla distanza di

22 e 26 km. Nel 1907 la Compagnia d'Illuminazione Elettrica di Tokyo impiantò la prima linea a 56.000 volt per la trasmissione di 55.000 kW a 30 km di distanza, sostituendo l'energia idroelettrica a quella termoelettrica nell'alimentazione della città. Seguirono gli impianti analoghi per l'alimentazione di altre grandi città, come Yokohama e Nagoya, non esclusa Osaka, sebbene ivi la facilità di trasporto del carbone rendesse la produzione termica assai conveniente.

Nel 1914 fu completata la prima linea a 115 mila volt per la trasmissione a Tokyo della potenza di 37.500 kW, derivata alla distanza di 226 km dall'impianto idroelettrico di Inawashiro. Nel 1923 vennero eseguite le prime linee a 145 mila volt. Attualmente esistono a questa tensione otto grandi linee di lunghezza compresa fra 200 e 300 km per trasmissioni di potenza compresa fra 60 e 150 mila kilowatt; in complesso le linee di tensione superiore a 100 mila volt sono dieci, con uno sviluppo complessivo di 2200 km e per una potenza di oltre 700 mila kW.

Sono in corso gli studii per decidere se, nelle condizioni del Giappone, dove poche sorgenti idrauliche possono fornire potenze superiori a 100 mila kilowatt, e dove le linee principali di trasmissione non eccedono la lunghezza di 300 km, la tensione attuale di 154 mila volt possa definitivamente ritenersi come la massima e più conveniente, o se convenga far ricorso per alcune arterie più importanti a quella di 220 mila.

La frequenza in uso nelle reti che fanno capo a Tokyo è di 50 periodi per 1'', e in quelle di Osaka 60.

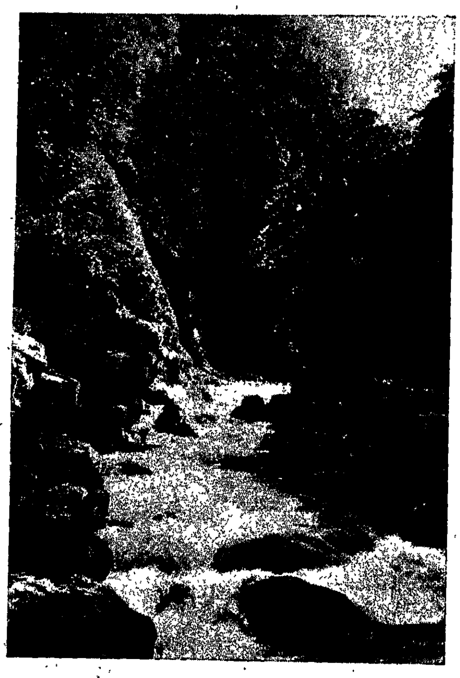


Fig. 31. — Vista del fiume Kurobe.

Per lo scambio di energia alcune centrali idroelettriche intermedie vennero dotate in questi ultimi anni di gruppi, suscettibili di funzionare a entrambe le frequenze, con una potenza complessiva di 224 mila volt.

Le linee secondarie di trasmissione sono predisposte per tensioni in partenza di 11 a 77 mila volt; quelle principali di distribuzione nei grandi centri per 3300 volt; quelle secondarie per luce hanno tensione di 100 volt, per forza motrice 200.

Il catasto delle acque, compilato da un Ufficio apposito sotto l'egida del Ministero delle Comunicazioni fra il 1918 e il 1923, contempla 174 corsi d'acqua principali e 682 secondari, la cui portata è sistematicamente misurata con 2859 idrometri. La potenza ricavabile in regime di magra è di cinque milioni di kilowatt nominali, e in regime di portata media semestrale 9,85 milioni. Alla fine del 1926 gli impianti idroelettrici in opera avevano una potenza poco inferiore a due milioni di kilowatt; della potenza complessiva 2/3 erano disponibili nella zona centrale compresa fra le Prefetture di Fukushima e Gifu, onde sono derivate le ingenti quantità di energia per la alimentazione dei due centri industriali più importanti di Tokyo e di Osaka. Nel luglio 1929 la potenza complessiva superava già due milioni e quattrocento mila kilowatt.

Le cadute medie utilizzate erano comprese fra 50 e 200 metri. Le centrali con cadute superiori a 300 m erano undici; una era in progetto in Giappone per 620 m; una più grandiosa in Corea, della potenza di 180 mila kilowatt era in costruzione per una caduta di 900 metri. L'uso dei bacini di compensazione si va gradualmente estendendo, e più di 50 ne erano già in opera alla fine del 1927.

Nel 1928 la statistica delle centrali idroelettriche ne segnava due di potenza superiore a 50 mila kilowatt; quattro a 40; sei a 30; dieci a 20 e ventotto a 10 mila.

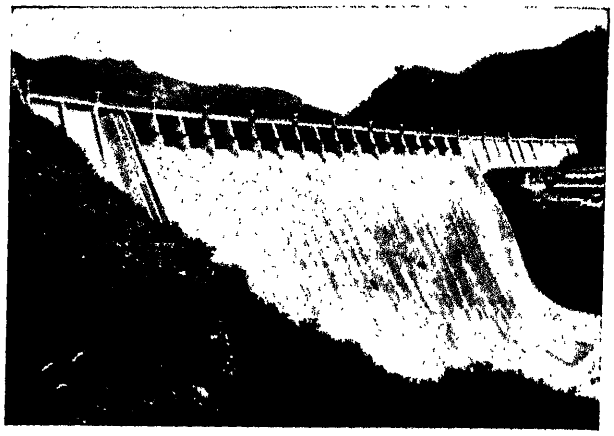


Fig. 32. — Vista della diga Komaki.

Nella fig. 29 è rappresentato uno degli impianti di bassa caduta della potenza di 50.000 kW e nella fig. 30 uno di quelli per alta caduta sul fiume Tashiro; la fig. 31 dà una veduta del fiume Kurobe e la 32 quella diga Komaki. La fig. 33 riproduce la sezione del maggior gruppo turbogeneratore di costruzione indigena della potenza di 11.000 kVA.

Le centrali termiche predominano nel distretto di Kobe e Osaka, ove la fornitura del combustibile è più economica, e la loro potenza complessiva ammonta a 400 mila kilowatt, ossia a un terzo di quella termica totale di tutto il Giappone.

La pressione in caldaia è generalmente fra 18 e 27 kg per cm² e la temperatura fra 300° e 400° C; le caldaie più in uso sono le Babcock e Wilcox con superficie unitaria fino a 2000 m². Molte impiegano il carbone polverizzato. Le turbine Ljungstrom, importate originariamente dalla Svezia, si sono largamente diffuse, ed ora vengono fabbricate per la metà circa in Giappone; alcune unità hanno raggiunto la potenza di parecchie migliaia di kW. In complesso le centrali termiche sono circa 250, di cui 33 hanno potenza superiore a 10.000 kW e 10 superiore a 30.000; il loro consumo annuo di carbone è di circa un milione di tonnellate.

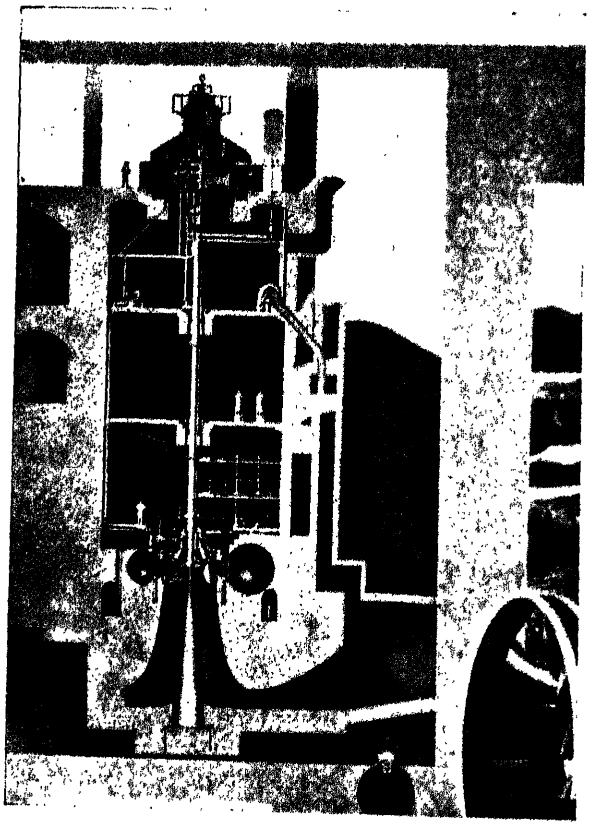


Fig. 33. — Gruppo turbogeneratore Hitachi.

Le stazioni di trasformazione di potenza superiore 10.000 kW sono più di 120; quelle di potenza superiore a 50.000 una ventina. L'energia elettrica totale sviluppata dagli impianti supera dieci mi-

liardi di kilowattore; quella effettivamente distribuita supera nove miliardi, ed il consumo medio per abitante risultò nel 1927 di 172 kilowattore, variabile nei varii dipartimenti da 76 a 284. Il fattore medio di carico dal 1921 al 1927 è disceso da 63,4 a 58,7 %.

Nei riguardi delle frequenze impiegate, circa 60 % dell'energia è erogata a 60 periodi per 1″, 38 % a 50 periodi e 2,5 % a 25 periodi. Per la trazione elettrica viene unicamente impiegata corrente continua a circa 600 volt per le tranvie urbane e 1500 per quelle suburbane; a 600, 1200 e 1500 volt per le ferrovie, ricavandola in massima parte mediante commutatrici sincrone e convertitori a vapore di mercurio.

La costruzione del macchinario elettrico ebbe particolare impulso dalla guerra mondiale, che ne precluse la importazione dalle altre Nazioni.

Secondo la statistica degli impianti di potenza superiore a 10.000 kVA, nel 1929 la *Dengyo-Sha* aveva già costruito 57 turbine idrauliche per una potenza di 542 mila cavalli; la *Hitachi* aveva costruito 24 alternatori per una potenza di 236 mila kilovoltampere, 30 turbine idrauliche per una potenza di 330 mila cavalli e 100 trasformatori per una potenza di 645 mila kilovoltampere; la *Mitsubishi Denki* aveva costruito 26 alternatori per 232 mila kilovoltampere e 14 trasformatori per 12 mila; la *Mitsubishi Zosen* contava 21 turbine a vapore per una potenza di 240 mila cavalli, e un complesso di caldaie per la superficie riscaldata di 4500 m² circa; la *Shibaura* aveva prodotto 800 generatori per la potenza di 580 mila kilovoltampere e 324 trasformatori per 179 mila, trascurando le Ditte minori.

Delle Ditte straniere figuravano l'*A. E. G.* con 19 generatori per 158 mila kVA e 18 trasformatori per 111 mila; la *Brown Boveri* con 23 generatori per 213 mila kVA e 12 turbine a vapore per 110 mila cavalli; la *Böving e Co.* con 27 turbine idrauliche per 300 mila cavalli e la *Babcock e Wilcox* con 218 mila m² di caldaie; la *Escher e Wyss* con 15 turbine a vapore per 106 mila cavalli, 87 turbine idrauliche per 993 mila cavalli e 10 mila m² di caldaie; la *Siemens Schuckert* con 30 alternatori per 300 mila kVA e 18 trasformatori per 29 mila kVA. Predominavano su tutte la *General Electric Co,* con 105 generatori per 458 mila kVA, 31 turbine a vapore per 529 mila cavalli e 110 trasformatori per 549 mila kVA; e la *Westinghouse* con 75 generatori per 752 mila kVA, 29 turbine a vapore per 410 mila cavalli e 103 trasformatori per 557 mila kVA.

Nel 1926 la produzione nazionale complessiva di macchinario elettrico venne stimata 235 milioni di yen, superiore a due miliardi di lire. Le fabbriche relative erano circa 70 per il macchinario propriamente detto, con un capitale di 220 milioni di yen, e una produzione annua di oltre 100 milioni. Alcune di esse hanno stabilito speciali contratti con le maggiori Compagnie straniere per lo scambio delle patenti, come la *Shibaura Engineering Works Ltd.*, con la General Electric Co. degli Stati Uniti; la *Mitsubishi Electr. Engin. Co.*, con la Westinghouse; la *Fuji Electr. Manufact. Co.* con la Siemens Schuckert; la *Toyo Electr. Manufact. Co.* con la Dick Kerr; la *Nihon Electr. Co.* con la Western Elect. Co., ecc..

I tipi di macchinario e apparecchi assumono perciò in gran parte le sagome e caratteristiche di quelli europei e americani. Alcuni processi di fabbricazione hanno tuttavia carattere strettamente originale, come quello della Compagnia Shimazu per la produzione industriale del sottossido di piombo Pb_2O con artificio meccanico, consistente nello strofinamento dei pezzi di piombo in una corrente d'aria; le sue patenti vennero assicurate anche nelle principali Nazioni straniere, e vengono largamente sfruttate nella fabbricazione delle placche per accumulatori e delle vernici di protezione anticorrosive. Mediante semplice arrostimento quell'ossido si converte in minio molto puro e con parziale combustione spontanea in litargirio senza impiego di altro combustibile.

La fabbricazione degli isolatori ha trovato ottimo terreno nelle industrie locali, produttrici di porcellana. Quella dei cavi e conduttori isolati ha largamente profittato dei brevetti e dell'esperienza americana ed europea, ed interessa attualmente una trentina di Società con un capitale di 60 milioni di yen ed una produzione annua di un centinaio di milioni. La *Furukava Electric Co.* di Yokohama in particolare, e la *Sumitomo Electr. Wire Manuf. Co.* di Osaka, hanno costruito i cavi a 66.000 volt per la sottostazione di Atami, la cui descrizione venne già da me riprodotta nei riassunti dei lavori presentati al Congresso di Tokyo. La prima ha anche fornito i cavi trifasi sottomarini per la miniera di Sakito alla tensione di 33.000 volt; la seconda costruisce ora i cavi isolati in olio del tipo Emanueli.

Le fabbriche di lampade elettriche sono una trentina con un capitale complessivo di 35 milioni di yen, e una produzione annua di 16 milioni di yen. La Tokyo Electr. Co. è di gran lunga la più importante, e lavora d'accordo con la Gener. Electr. Co. con un capitale di 20 milioni di yen ed una produzione annua di 30 milioni di lampade, esportate in parte in Cina e altrove.

La fabbricazione delle turbine a vapore trasse particolare alimento dall'obbligo, fatto dal Governo alle Società produttrici di energia idroelettrica, di corredare i loro impianti con un'adeguato macchinario termico di riserva. Nel 1928 la *Mitsubishi Electr. Engin. Co.* costruì il primo gruppo turbogeneratore della potenza di 20.000 kW, capace di sovraccarico momentaneo a 30.000 kW, alla velocità di 1500 giri al minuto; esso ha dato al collaudo ottimi risultati. Grandi turbine di tipo Curtis e Parson vennero costruite per la propulsione delle navi. Motori Diesel della potenza di 1000 e 2000 cavalli vennero applicati in varie centrali. Le turbine idrauliche sotto 5000 cavalli vengono esclusivamente fabbricate in Giappone, per potenze maggiori è ancora aperta la concorrenza delle grandi ditte straniere.

L'industria mineraria impegna in Giappone 200 Società e un capitale di un miliardo di yen. Le miniere di carbone ne rappresentano la terza parte, e forniscono annualmente 30 milioni di tonnellate; quelle di rame diedero nel 1923 un prodotto complessivo di 100 milioni di yen.

I pozzi di petrolio abbondano nelle regioni settentrionali lungo le coste del Mar del Giappone; essi ne fornirono negli anni migliori 100 milioni di galloni, circa 450.000 m³; attualmente la produzione è diminuita a circa 2/3 e copre appena 1/4 del fabbisogno nazionale. Per il ferro greggio il Giappone dipende in gran parte dalla Cina meridionale, essendo relativamente poveri i suoi giacimenti in Corea e Manciuria. Il macchinario di miniera venne dapprima importato dall'estero, ma oggi è fabbricato completamente in posto. Il prodotto annuo delle miniere è stimato ora poco meno di 500 milioni di yen.

L'industria della seta venne importata dalla Cina 200 anni avanti Cristo e si sviluppò notevolmente, sebbene circoscritta ai mezzi primitivi di filatura a mano. La prima filatura meccanica venne impiantata sotto la direzione di un esperto francese nel 1870, ed ora il macchinario relativo è interamente costruito da fabbriche e su modelli giapponesi. Nel 1923 la produzione di seta greggia fu di 25 mila tonnellate, per un valore di circa 800 milioni di yen; la produzione salì a 34 mila tonnellate nel 1926 ed a 40 mila nel 1928. Gli stabilimenti di filatura erano nel 1926 92 mila con 427 mila bacinelle; nel 1928, 76 mila con 476 mila bacinelle. Una gran parte del prodotto viene esportato all'estero, soprattutto negli Stati Uniti, ed imbarcato a Yokohama ed a Kobe; ivi esistono camere centrali di verifica, poste direttamente alla dipendenza del Ministero di Agricoltura e Foreste, che provvedono all'esame rigoroso di qualità e quantità, in modo da poterne fornire le più ampie e sicure garanzie. A questa forma severa di controllo è dovuto in gran parte il credito universalmente acquistato dai filati giapponesi, ed esso fornisce a noi un insegnamento prezioso circa il modo più efficace per la conquista del mercato internazionale.

Anche l'industria del cotone ha assunto una formidabile importanza con oltre cinque milioni di fusi; il macchinario è in gran parte acquistato all'estero per ragioni di economia. I telai nel 1927 erano in numero di 68.000.

Strumenti di misura e di controllo elettrici e meccanici di ogni genere, apparecchi telegrafici e telefonici, orologi, lenti e cannocchiali, bussole giroscopiche ed ogni altro meccanismo di precisione, vengono attualmente fabbricati in Giappone, in parte su modelli stranieri e in parte di tipi originali, in modo da poter soddisfare a tutte le richieste locali, e in qualche caso da poter esportare una parte dei prodotti; per molti generi la concorrenza è tuttavia ostacolata dal costo più elevato delle materie prime, e dalla minor perfezione e grandiosità dell'organizzazione tecnica e manifatturiera in confronto di quella dei paesi più progrediti, nonostante il prezzo relativamente più basso della mano d'opera.

L'industria del freddo ha raggiunto uno sviluppo considerevole sotto l'impulso del Governo, che la riconobbe particolarmente afferente all'economia nazionale, in relazione alle necessità di conservare i prodotti alimentari, e soprattutto quelli della pesca, di cui si fa in Giappone un larghissimo consumo; esso perciò le accordò un sussidio di circa 30 % su tutte le spese per la costruzione degli impianti frigoriferi. Mano a mano si estesero anche gli impianti per la conservazione delle carni, dei latticini, dei fiori e delle frutta, e assunsero grandissima importanza quelli per la stagionatura del seme bachi, di cui la preparazione può farsi così in diverse epoche dell'anno, sottoponendo quello ottenuto in estate ed in autunno a un periodo conveniente di ibernazione.

La fabbricazione artificiale del ghiaccio è esercitata da più di 500 Società, che ne producono 10.000 tonnellate al giorno; di queste 1750 vengono consumate a Tokyo, 1380 a Osaka, 1100 a Yamaguchi. Le macchine sono quasi tutte ad ammoniaca. In Corea e Manciuria, essendo il clima più rigido, si provvede ancora in gran parte al fabbisogno mediante raccolta di ghiaccio naturale.

Anche la costruzione delle navi da trasporto venne largamente sussidiata dal Governo, che accordò con legge del 1896 12 yen per

tonnellata fino a 1000 tonnellate di stazza, e 20 yen per capacità maggiori, oltre 5 yen per cavallo motore, quando le macchine erano fatte in Giappone. Durante la guerra Russo-Giapponese il grosso naviglio venne requisito, e altre 164 navi furono importate; alla fine di essa però tutti i servizi vennero ripresi e la flotta accresciuta, portandone la stazza complessiva a un milione di tonnellate. Dopo la guerra europea i traffici si accrebbero a dismisura, da un miliardo di yen a circa quattro miliardi annui di valore complessivo. Oggi il numero di navi registrate è di 3300 per un tonnellaggio complessivo di quasi quattro milioni di tonnellate, ad esclusione della Corea e Manciuria. Tre Società di navigazione hanno un capitale di 100 milioni di yen; le due più importanti, la *Nippon Yusen Kaisha* e la *Osaka Shosen Kaisha* posseggono un centinaio di bastimenti ognuna, con un tonnellaggio rispettivo di 463 e 613 mila tonnellate. Le linee più importanti verso l'America, l'Australia e l'Europa, vengono adeguatamente sussidiate dalle Nazioni di approdo, mentre il Governo giapponese ha soppresso gran parte dei suoi sussidi. Con le limitazioni imposte dalla Conferenza di Washington anche la costruzione delle navi da guerra venne strettamente circoscritta, e quella delle navi mercantili, che nel 1918 e nel 1919 toccò le 640 mila tonnellate con circa 400 e 200 nuove navi, discese nel 1925-26 a una trentina di navi e poco più di 50 mila tonnellate, e risalì nel 1928 a 48 navi con 109 mila tonnellate. Il Giappone è federato con l'America, l'Inghilterra e l'Italia per il riconoscimento e la sorveglianza delle proprie navi mediante un Registro internazionale

Nell'industria del cemento sono impegnate una ventina di Società con una trentina di stabilimenti, che hanno un capitale investito di duecento milioni di yen e una produzione annua di circa quattro milioni di tonnellate.

L'industria ceramica impegna un capitale di circa 18 milioni di yen, ed ha una produzione annua di circa 60 ed un'esportazione di circa 30 milioni di yen; quella del vetro ha una produzione annua di 50 ed un'esportazione di 20 milioni di yen; quella delle vernici ha una produzione annua di 28 milioni di yen e quella dei colori a base di minio e biacca, di 12 milioni; quella delle lacche di 35 milioni, di cui la metà circa in recipienti da tavola e poco più del 4 % per l'esportazione.

L'industria della gomma impegnava nel 1927 un capitale di 47 milioni di yen e dava un prodotto di 69 milioni; nel 1928 questo salì oltre 100 milioni, di cui la metà per calzature. Le piantagioni di gomma rappresentano un valore capitale di 77 milioni di yen e danno una produzione annua di 11.000 tonnellate.

La produzione degli olii vegetali raggiunse nel 1919 un valore di 61 milioni di yen, ma ora si aggira intorno ai 40; l'esportazione ne assorbe circa 1/4. Quella degli olii di pesce raggiunge trentamila tonnellate in Giappone propriamente detto e quasi altrettanto in Corea; l'esportazione totale è stimata a sette milioni e mezzo di yen, e va quasi per un terzo agli Stati Uniti e per un altro terzo in Germania ed in Inghilterra. L'industria dei saponi dà un prodotto annuo di 36 milioni di yen, e quella della glicerina un prodotto di circa tre milioni oltre due milioni di importazione.

La produzione di liquidi alcoolici eccede in valore 240 milioni di yen, e 170 sono rappresentati dal Saké, estratto dal riso, che costituisce la bevanda preferita in Giappone; 22 milioni dallo spirito e 18 dalla birra. La fabbricazione del Saké data secondo la tradizione dall'epoca mitologica, ossia da oltre 25 secoli, e trasse origine probabilmente dalla Cina. Di esso si distinguono una trentina di qualità con varia composizione; i processi di fabbricazione vennero peraltro scientificamente perfezionati solo nella seconda metà del secolo scorso. La tassa di fabbricazione ammonta a circa 200 milioni di yen annui, e costituisce uno dei cespiti più forti del tesoro nazionale. Le fabbriche sono in numero di 10.000; come da noi si è purtroppo diffusa l'arte di fabbricare il vino senz'uva, vennero anche in Giappone inventati da alcuni professori di chimica varii metodi per fabbricare il Saké senza riso; due sintetici ed uno elettrolitico.

Ma di questa, come di molte altre industrie speciali che hanno trovato nell'Impero del Sol Levante terreno fecondo, non è possibile fornire in questa sede ragguagli più dettagliati. Chi ne abbia interesse, li può trovare in una magnifica collana di monografie, redatta dagli specialisti più competenti, e offerta ai Congressisti del 1929 dal Comitato di organizzazione col titolo: *Industrials Japan*, onde fu tratto non poco materiale statistico per la presente comunicazione.

Per fermare maggiormente l'attenzione su lo sviluppo, che tutte queste industrie hanno raggiunto nel corso di un cinquantennio in Giappone, giova stabilire un confronto con lo stato di esse nella contigua Repubblica Cinese. Ne fornisce gli elementi per l'industria elettrica una recentissima Relazione dell'Ing. Dettmar, inviato l'anno scorso con una Commissione di esperti, su richiesta del Governo Cinese, dalla Confederazione della Industria Tedesca per studiare le condizioni generali dell'industria locale, e per proporre i mezzi atti a ravvivarla ([3]). La Commissione ha soggiornato in Cina varii mesi, e visitato, oltre ai principali centri e impianti industriali, le Università e le Scuole tecniche e professionali, parecchie delle quali, di fondazione e carattere tedesco, costituiscono uno degli elementi più efficaci per la penetrazione culturale ed economica della Germania in quell'immenso territorio.

In verità l'importazione generale tedesca in Cina non eccede il 4 % di quella complessiva; del macchinario e materiale elettrico essa rappresenta però l'11,5 % sul totale importato e figura al quarto posto, dopo quella giapponese che è del 33 %, quella inglese del 17 % e quella americana del 16 %.

L'entità complessiva di tutta la importazione è d'altronde tenue in sè, atteso che la popolazione cinese è assai rada in relazione al territorio, non eccedendo 40 abitanti per km^2, ed è estremamente povera. Gli impianti elettrici sono perciò pochi e modesti, separati fra di loro da enormi distanze, e appena adeguati a fornire la illuminazione nei principali centri abitati, laddove la popolazione sparsa nella campagna e raccolta nei centri minori fa ancora uso dei mezzi più primitivi, come le candele steariche ed il petrolio. Difettano i capitali per la estensione dei vecchi e la costruzione dei nuovi impianti; i progetti per questi hanno un periodo enorme di elaborazione, ed una esecuzione lentissima.

Secondo la statistica ufficiale, alla fine del 1929 esistevano appena 724 impianti, capaci di produrre 835.000 kilowatt, di cui però 150, con una potenza di oltre 300.000 kilowatt, appartenevano a fabbriche speciali; con ciò il numero degli impianti pubblici e privati di produzione e distribuzione dell'energia era limitato a 575, con una potenza complessiva poco superiore a mezzo milione di kilowatt, e con un capitale di 220 milioni di dollari. L'energia sviluppata annualmente, compreso il consumo delle fabbriche, non eccedeva due miliardi di kilowattore, ciò che corrisponde a 4,5 kWh per abitante, laddove in Germania si ha attualmente una produzione di 31 miliardi di kWh, ed un consumo annuo per abitante di 490 kWh. L'impianto più grandioso è quello di Shanghai, che ha la potenza di 160.000 kW. Le linee più importanti non eccedono la tensione di 35.000 volt, se si eccettua una giapponese nella Manciuria meridionale di 44.000 volt. La massima parte degli impianti è a carbone. Della potenza idrica complessiva, stimata 20 milioni di kilowatt, è utilizzato appena l'1 %, di che è da ricercare la causa anche nelle grandi distanze delle sorgenti dai centri industriali, e nei furti frequenti del materiale di linea.

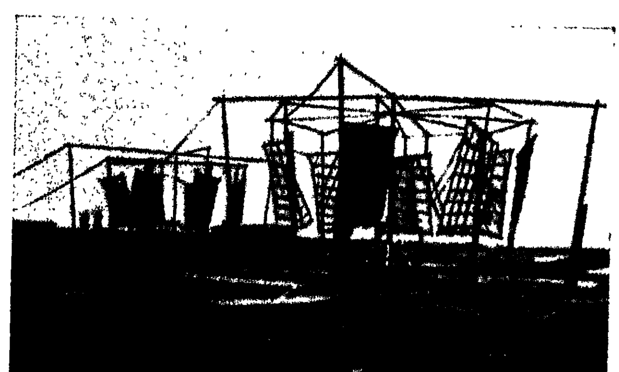


Fig. 34. — Motore a vento cinese.

Le centrali sono costruite in modo ancora primordiale. I meccanismi moderni di trasporto e di servizio sono raramente adottati, per il tenuissimo costo della mano d'opera locale. Le reti di distribuzione sono quasi esclusivamente aeree. Molti impianti restano in funzione solamente di notte, e non per la durata intera di questa. Per la scarsezza del materiale impiegato, le cadute di tensione nelle condutture raggiungono valori fantastici. Nelle reti per 220 volt, la tensione in molti casi non eccede 90 volt, e talora è anche più bassa, si che vi si trovano installate lampade da 110 e talora da 65 volt. Piccoli motori e apparecchi domestici di riscaldamento non possono evidentemente sottostare a simili oscillazioni. Impianti a gas sono estremamente rari.

Le condizioni economiche degli impianti elettrici sono singolarmente peggiorate dagli enormi abusi nella utilizzazione, per cui in molti di essi non viene riscosso il prezzo, se non per un terzo dell'energia erogata. I prezzi variano da 10 a 22 centesimi di dollaro per kWh. L'avvenuta requisizione di alcuni impianti da parte del Governo ha reso le condizioni degli altri anche più precarie, e diffidente il capitale per i nuovi investimenti.

La distribuzione di forza motrice elettrica, fuori dei pochi centri

([3]) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 12 febbraio 1931.

abitati più importanti, è quasi ignorata. Le industrie locali utilizzano ancora per il sollevamento dell'acqua marina, destinata all'estrazione del sale, norie di forme primitive, azionate a mano, e, per altri lavori di carattere rurale, motori a vento di struttura primordiale, le cui ali sono costruite mediante leggeri quadri di bambou, rivestiti di tela da vele, e rilegati a grosse intelaiature poligonali imperniate sopra un asse verticale (fig. 34).

La legislazione su gli impianti elettrici è del tutto incompleta, e la loro esecuzione arbitraria e imperfetta. Le linee di trasporto elettrificate sono in piccolissimo numero, e non hanno grandi probabilità di moltiplicarsi nel prossimo avvenire, dato il carattere tortuoso e disordinato delle strade anche nelle grandi città.

Gli impianti radiotelegrafici dal tempo della guerra si sono discretamente sviluppati, laddove le comunicazioni telegrafiche e telefoniche sono tuttora molto arretrate. Gli abbonati al telefono in tutta la Repubblica non eccedono 120.000, di cui il 70% si trovano a Shanghai, Pechino e Tientsin. Questo numero corrisponde a tre abbonati sopra 10.000 abitanti, mentre la Germania ne ha 400 e l'America 1500. Gli uffici telegrafici sono in complesso 1183. La costruzione indigena di macchine e apparecchi elettrici è ridotta ai minimi termini.

Malgrado ciò la Commissione degli esperti ha giudicato il mercato cinese molto promettente per l'importazione, e la Germania, che ama considerarsi come l'officina centrale del mondo per l'allestimento dei mezzi di produzione e dei generi più raffinati di consumo [4], non trascura alcun mezzo per assicurarsene l'egemonia.

L'Italia è purtroppo ancora poco preparata ad affrontare i cimenti della grande esportazione in quelle lontanissime regioni, ma ha tutto l'interesse di seguire attentamente il processo di penetrazione delle Nazioni più evolute, per assicurare a sua volta uno sbocco a quelle industrie, che in altri mercati mondiali hanno saputo vincere la concorrenza di quelle straniere, e allargare la zona della propria influenza economica e colturale. Sotto questo riguardo il territorio giapponese, incomparabilmente più ristretto di quello russo, indiano e cinese, e dominato in massima parte, oltrechè dalla influenza tedesca, da quella inglese e americana, offre certamente un campo fecondo, ove il seme della civiltà latina, già sbocciato all'ombra delle antiche tradizioni, se coltivato sapientemente, potrà dare frutti rigogliosi.

IV. - Conclusione.

Il Sig. Tojiro Kurahashi, Direttore Generale dell'Associazione promotrice della politica industriale giapponese, ha compilato a prefazione della Collana di monografie già ricordate una Nota interessante e sintetica su le Industrie del suo Paese, il cui paragrafo di chiusura sembra adatto a concludere la presente pallida rassegna. Per lo meno le considerazioni in esso contenute contribuiscono a farci penetrare uno degli aspetti di quell'anima orientale così misteriosa, che l'Autore riconosce tanto difficile a comprendersi dal visitatore occasionale che non ne faccia uno studio approfondito. Questi, sotto la spinta delle guide più o meno autorizzate, è condannato dall'ignoranza del linguaggio a seguire quella che egli chiama pittorescamente la grande strada internazionale attraverso al suo paese, che, fiancheggiata di alberghi e restaurants di pretto stile occidentale, solcata dalle automobili e pervasa dalle lingue di tutte le parti del mondo, gli dà l'illusione di trovarsi in una qualunque metropoli ben nota d'America o d'Europa. E l'Autore si chiede: è codesto il Giappone? e risponde con molto spirito di si e di no, perchè tutto ciò non rappresenta il Giappone reale, che ha una storia di venti secoli, ed è nelle sue manifestazioni così profondamente complesso e difficilmente decifrabile.

Un aureo libretto venne offerto ai visitatori dalla celebre Compagnia Mitsui, che tiene nelle sue mani le fila più importanti delle imprese industriali giapponesi, redatto da un suddito nipponico che risiede agli Stati Uniti, per dar loro una visione un po' meno superficiale dell'indole della popolazione ed una spiegazione un po' più precisa degli usi e costumi locali. Chiarita l'origine probabile delle due razze che si fusero nel dar vita all'Impero, e che ancora nettamente si distinguono nei due tipi del patrizio e del popolano, di caratteristiche somatiche profondamente diverse, esso riporta un drastico giudizio del Terry che, per studiare veramente il carattere giapponese, suggerisce anzi tutto di spogliarsi di tutte le prevenzioni, e di dimenticare nove decimi delle insipide banalità scritte al riguardo dai cercatori superficiali ed entusiasti di impressioni. Secondo l'autore, il popolo giapponese deve essere considerato quale veramente è, intensamente umano, serio, ingegnoso, fiero, intelligente, amabile, punto snob, pieno di risorse, amichevole, armonioso, disposto a dimenticare ma non indifferente, allegro ma non sempre felice. Esso non è tutto fatto di artisti, nè di guerrieri; è un miscuglio di bello e di brutto, di buono e di cattivo, come la maggior parte degli altri popoli, ma più difficile a capirsi, perchè somma in sè tutte le qualità che germogliarono da forme di coltura profondamente diverse.

In questo giudizio sembra sostanzialmente disposto a consentire il Sig. Kurahashi, il quale riconosce che il fugace visitatore non può riportare del suo paese se non una pallida visione, come un barlume attraverso un velo, e tuttavia auspica un grande vantaggio dal reciproco contatto e dalla critica spassionata, che sdegna così l'eccesso dell'apprezzamento, come la preconcetta svalutazione. Il progresso della sua nazione non si è compiuto infatti senza sacrifici, e taluno di questi non è peranco colmato; esso d'altronde non è frutto di semplici imitazioni, anche là dove ha seguito la traccia dei popoli più progrediti, poichè questi a loro volta dovettero ispirarsi agli esempi dei grandi che li hanno preceduti! E, con un'idea geniale, l'Autore concepisce il Giappone come nuovo centro di confluenza delle due grandi correnti dell'antica civiltà, sbocciata nelle vaste pianure della Mesopotamia; di quella che procedette verso oriente attraverso all'India e alla Cina, e trovò colà un terreno fecondo per il suo sviluppo prevalentemente artistico e intellettuale; e di quella che attraverso all'Egitto e alla Grecia, nutrita dallo spirito di Roma, si irradiò nei paesi del nord Europa e pervenne in America, assumendo il carattere prevalentemente tecnico e scientifico, e si estese attraverso al Pacifico fino alle rive delle isole imperiali.

L'Autore non discute se all'una o all'altra forma di civiltà, sviluppatesi con proprie caratteristiche attraverso al cammino dei secoli ed alle vie del mondo, competa ora una supremazia, ma considera la sua terra predestinata a servire di fornace per la fusione di entrambe e per l'amalgamazione delle due colture. Per questa opera stupenda i sessant'anni decorsi dalla Restaurazione non hanno potuto servire che di preparazione; il vero lavoro dovrà essere condotto nel tempo a venire, e il Giappone chiede al mondo di aver pazienza con lui, perchè spera di potersi affermare a sua volta sul terreno industriale, e di poter contribuire anche in questo modo al progresso dell'umanità.

Da questa franca invocazione, più che dalle molteplici esibizioni e cortesie profferte agli ospiti stranieri, traspare la vera mentalità e il programma del popolo nipponico, il quale non disdegna gli ammaestramenti e gli aiuti che gli possono fornire le Nazioni più evolute, ma aspira a redimersi da ogni forma di asservimento tecnico ed economico, e vuol prendere un posto di prima fila nella marcia della civiltà. Il programma è degno di una Nazione giovane e forte, e merita da parte di tutte le altre appoggio e ammirazione, anche se non è scevro di ambizioni, attesochè, come l'arte e la scienza formano il nucleo più prezioso del nostro patrimonio intellettuale, che non vuol sottostare ad alcuna egemonia, anche la tecnica e l'industria sono elementi imprescindibili del benessere sociale, al cui sviluppo hanno diritto di collaborare tutti i popoli colti e gli uomini di buona volontà.

[4] Vedi articolo su la *Tecnizzazione del Mondo* di P. Voss nella E. T. Z. del 26 febbraio 1931.

COPIATORI DI MOVIMENTI A DISTANZA (TELEINDICATORI)

G. SARTORI

Richiamato il principio dei teleindicatori a campo monofase della Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, della Siemens e della General Electric Company e di quello a campo trifase del Sig. Pirazzoli (Bologna) l'Autore effettua una ricerca per stabilire la superiorità dell'ultimo.

Dimostra infine sotto quali condizioni in un teleindicatore a campo monofase si può ottenere il comando unidirezionale *con coppia costantemente nulla sul trasmettitore.*

1. - Cenni generali.

Dopo la rassegna molto accurata presentata alla XXXV^a Riunione della nostra A. E. I. a Trieste dai colleghi A. Barbagelata ed A. Dalla Verde sulle «*Misure, controlli e comandi nelle centrali termoelettriche*» (Rapporto n. 17) dove alcune colonne sono riservate alla descrizione di molti tipi di teleindicatori, sembrerebbe superfluo la ripresa dell'argomento. Per quello «*ad impulsi*», tanto diffuso, abbiamo la esauriente descrizione del tipo della Siemens fattane dal collega O. Colonna su *L'Elettrotecnica* del 15 gennaio 1931; nè va dimenticato il Rapporto n. 91 presentato alla Conferenza Mondiale dell'Energia a Berlino dove l'Ing. F. H. Clough descrive largamente i teleindicatori ad impulso costruiti ed usati in America.

Ma poichè fu dato recentemente notizia nel numero del 15 novembre 1930, a pag. 746 di un sistema di teleindicatore costruito dalla

A. E. G. di Berlino, sistema che non è ricordato in quella rassegna, ritengo utile dirne qualche parola, anche per rammentare che il nostro giornale nel suo numero del 5 luglio 1930 aveva fatto cenno di un altro teleindicatore (o meglio copiatore di movimenti) ideato dall'elettrotecnico, Sig. Pirazzoli, e adottato tanto dalla Ditta Riva di Milano quanto dalla Ditta Calzoni di Bologna sia pel comando di valvole a farfalla negli impianti idraulici con turbine in camera forzata servite da lunghe tubazioni, sia per adeguare l'apertura di una turbina alla posizione di un galleggiante nel bacino di carico.

Nell'apparecchio dell'A. E. G. trasmettitore e ricevitore sono identici e costituiti ognuno da uno statore a campo rotante monofase e di un rotore avvolto con tre circuiti a 120° e collegati questi a triangolo. Gli statori dei due apparecchi sono presi in derivazione sopra una linea a corrente alternata (quella dell'impianto cui il teleindicatore serve); i due rotori sono collegati tra loro a mezzo di tre conduttori. In queste condizioni se le due armature, rispetto alla direzione del loro campo induttore, si trovano situate oppostamente, il loro collegamento determina una corrente nulla nei rotori e per nessuno dei due esiste coppia. Essi si trovano in equilibrio. Se uno di essi si sposta sotto l'effetto di una coppia meccanica, l'equilibrio è rotto; una terna di correnti (tutte di egual fase) percorre le due armature ed il secondo rotore si trova allora sollecitato a muoversi *copiando* il movimento che l'ha prodotto, arrestandosi nella giusta posizione, semprechè la coppia resistente che deve superare sia piccola; e ciò si verifica sempre quando l'ufficio del ricevitore sia puramente quello di spostare un indice sopra un quadrante. Si ha così una nuova posizione di equilibrio. E così via. Anche un movimento rotatorio, purchè lento, può essere evidentemente copiato.

Occorre ricordare però che un apparecchio perfettamente identico costruisce la Siemens già da molti anni e funziona con precisione perfetta in moltissimi impianti per indicare a distanza posizioni di galleggianti, di valvole o altri organi oppure per trasmissione di comandi.

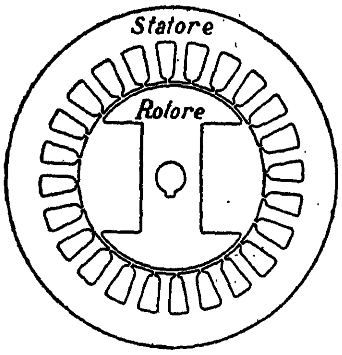


Fig. 1.

Se noi invertiamo la disposizione adottata tanto dalla A. E. G. quanto dalla Siemens e disponiamo sullo statore i tre circuiti a 120° (come in un ordinario motore trifase) eccitando invece il rotore, foggiato come un induttore bipolare (fig. 1), con una corrente monofase, abbiamo il sistema « Selsyn » adottato da molto tempo dalla General Electric Company (larga applicazione ne fu fatta al Canale di Panama, per es.), e che trovasi dettagliatamente descritto nella General Electric Review del settembre 1930 (pag. 500). Il modo di funzionare è identico a quello sopra descritto. Ma la G.E.C. fa anche conoscere che il sistema può agire come apparecchio differenziale per ottenere *somme algebriche di movimenti*, il che in molti casi della pratica può essere del massimo interesse. In tal caso ognuno degli statori invia le sue correnti in un circuito opportuno dell'apparecchio differenziale il quale è costituito esattamente come un piccolo motore trifase ed i collegamenti sono indicati nella fig. 2. In

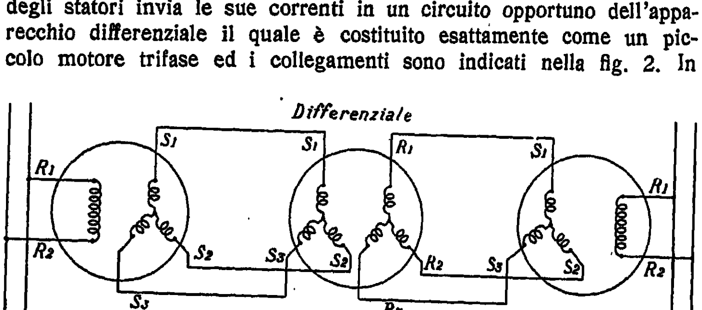


Fig. 2.

queste condizioni è facile rendersi conto che l'apparecchio centrale della fig. 2 dà, col suo indice, la somma algebrica dei movimenti degli indici degli altri due apparecchi, che saranno ora animati ognuno da distinte coppie meccaniche.

Tornando ora un momento all'apparecchio costruito dalle Ditte A. E. G. e Siemens, se pensiamo di disporre sui rotori due soli avvolgimenti a 90° tra loro, vediamo che l'apparecchio può rientrare fra quelli noti come teleindicatori a *rapporto di correnti* (vedasi Rapporto Barbagelata-Dalla Verde prima citato). Infatti abbiamo qui un trasformatore statico monofase con due secondari, dove le correnti sono di ugual fase, ma il valore del rapporto di esse muta col mutare della posizione azimutale del primario.

Nel teleindicatore Pirazzoli il principio non è diverso, ma con una leggera complicazione — se così la si può chiamare — si conseguono notevoli vantaggi, come sarà in appresso mostrato. Abbiamo anche qui due rotori provvisti di tre avvolgimenti a 120° e collegati elettricamente tra loro, ma essi sono disposti entro due statori provvisti pure di tre avvolgimenti a 120° percorsi da un sistema trifase di correnti. Sono dunque in sostanza due piccoli motori a campo Ferraris, eccitati da una stessa linea trifase (e questa si ha sempre a disposizione negli impianti idroelettrici) e dove i rotori sono tra loro collegati anello per anello.

Anche qui esiste una posizione di equilibrio per i due rotori quando essi, disponendosi oppostamente nei due campi rotanti (supposti bipolari) si annulla la corrente (che qui è *trifase*) che invece li percorre ogni qualvolta i loro assi formano un angolo.

A parità di peso degli apparecchi le coppie sono molto maggiori per il sistema a campo rotante che non per quelli a corrente monofase; ma quello che più conta è maggiore il *gradiente della coppia* in prossimità alla posizione di equilibrio, ciò che conferisce al sistema una maggiore fedeltà nel riprodurre i movimenti del trasmettitore anche se coppie resistenti abbastanza notevoli sono in giuoco.

Per provarlo non abbiamo che da scrivere i valori delle coppie nei due casi.

2. - Coppia per un sistema a campo monofase.

Sieno H (fig. 3) i due campi alternativi monofasi dei due apparecchi (trasmettitore e ricevitore) campi che riterremo uniformi, uguali di intensità e di uguale frequenza. In ognuno di essi può muo-

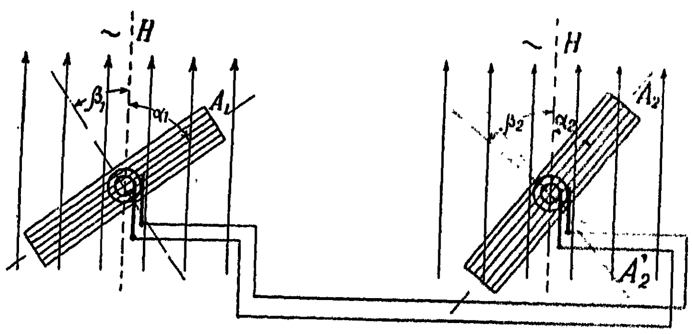


Fig. 3.

versi liberamente, essendo montato sopra un asse opportuno, un quadro formato da un certo numero di spire m; i due quadri sono collegati elettricamente tra loro.

E' facile stabilire quale è la coppia che sollecita il quadro A_2 a seguire A_1 nei suoi movimenti. Potremo supporre che A_1 rimanga fisso ed esplorare con quale coppia reagisce A_2 se si tenta di spostarlo dalla sua posizione di equilibrio. Se β è l'angolo formato dall'asse magnetico di un quadro mobile con la direzione del campo (inteso qui una volta per tutte che occorre dare ai flussi e alle correnti una direzione positiva secondo la regola di Ampere) i flussi che si concatenano con i due quadri sono rispettivamente:

$$\phi_1 = \phi_m \cos\beta_1 \operatorname{sen}\omega t$$
$$\phi_2 = \phi_m \cos\beta_2 \operatorname{sen}\omega t.$$

Le f. e. m. indotte nei circuiti dalla pulsazione dei campi alternativi sono rispettivamente (per m spire):

$$e_1 = -m\frac{d\phi_1}{dt} = -m\,\omega\,\phi_m \cos\beta_1 \cos\omega t$$

$$e_2 = -m\frac{d\phi_2}{dt} = -m\,\omega\,\phi_m \cos\beta_2 \cos\omega t$$

e perciò se Z è l'impedenza del totale circuito, la corrente alternativa che sorge nei due quadri elettricamente collegati è data da:

$$i = -m\frac{\omega\,\phi_m}{Z}\left\{\cos\beta_1 \cos(\omega t - \varphi) + \cos\beta_2 \cos(\omega t - \varphi)\right\}$$

Di qui appunto si vede che per l'equilibrio dovendo risultare $i = 0$ occorre che sia $\cos\beta_1 = -\cos\beta_2$ il che intanto obbliga il quadro A_2 a presentare al flusso la faccia opposta a quella che presenta A_1 se essi sono avvolti entrambe destrorsi ($\beta_2 = \pi + \beta_1$). E' consentita però anche la posizione A_2' simmetrica rispetto la direzione del campo ($\beta_2 = \pi - \beta_1$) il che costituisce un grave inconveniente. Per una copiatura di movimenti la posizione del ricevitore deve essere univoca.

Quando β_2 è diverso da $(\pi - \beta_1)$ oppure è diverso da $(\beta_1 + \pi)$ una

corrente circola nei due quadri e questa corrente determina a sua volta un flusso alternativo che si compone vettorialmente col primo: possiamo però ritenere per una ricerca approssimata che questa corrente sia tanto debole da non influire sensibilmente sul valore e sulla direzione del flusso principale. Allora se C_1 e C_2 sono i valori istantanei delle coppie che agiscono sui quadri, ricordiamo che in generale il lavoro elementare è espresso, per un organo che può ruotare entro un campo magnetico, da:

$$C \cdot \partial \beta = i \cdot \partial \phi \quad (^1)$$

ed essendo:

$$\frac{\partial \phi}{\partial \beta} = -\phi_m \operatorname{sen} \beta \operatorname{sen} \omega t$$

si ha:

$$C_{1\,\text{ist.}} = i \frac{\partial \phi_1}{\partial \beta_1} = m \frac{\omega \phi_m^2}{Z} \operatorname{sen} \beta_1 \operatorname{sen} \omega t \cos (\omega t - \varphi) \cdot \left\{ \cos \beta_1 + \cos \beta_2 \right\} \tag{1}$$

$$C_{2\,\text{ist.}} = i \frac{\partial \phi_2}{\partial \beta_2} = m \frac{\omega \phi_m^2}{Z} \operatorname{sen} \beta_2 \operatorname{sen} \omega t \cos (\omega t - \varphi) \cdot \left\{ \cos \beta_1 + \cos \beta_2 \right\} \tag{2}$$

Sono questi i valori istantanei delle coppie. Sviluppando e passando alla ricerca del valore medio nel periodo T, notando che il valor medio della funzione $\operatorname{sen} \omega t \cos \omega t$ è nullo e che il valor medio della funzione $\operatorname{sen}^2 \omega t$ è $1/2$ si ottiene:

$$C_1 = m \frac{\omega \phi_m^2}{2Z} \operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} \beta_1 (\cos \beta_1 + \cos \beta_2) \tag{3}$$

$$C_2 = m \frac{\omega \phi_m^2}{2Z} \operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} \beta_2 (\cos \beta_1 + \cos \beta_2) \tag{4}$$

Poniamo $\beta_2 = \beta_1 + \lambda$ e sostituiamo questo valore nella seconda:

$$C_2 = m \frac{\omega \phi_m^2}{2Z} \operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} (\beta_1 + \lambda) \left\{ \cos \beta_1 + \cos (\beta_1 + \lambda) \right\} \tag{5}$$

Se riflettiamo alla condizione, che può perfettamente verificarsi, di $\beta_1 = \pi/2$, in corrispondenza della quale il quadro del trasmettitore viene a trovarsi nella direzione stessa del flusso alternativo statorico, la coppia C_2 diventa:

$$C_2 = m \frac{\omega \phi_m^2}{2Z} \operatorname{sen} \varphi \cos \lambda \, (-\operatorname{sen} \lambda) \tag{6}$$

Per l'equilibrio deve risultare $C_2 = 0$ ma poichè $\operatorname{sen} \varphi$ non è nullo vediamo che la condizione può verificarsi tanto per $\lambda = 0$ ($\operatorname{sen} \lambda = 0$) quanto per $\lambda = \pi$ ($\operatorname{sen} \lambda = 0$) e sarebbe questa una *condizione di instabilità*, nel senso che l'indice del ricevitore può assumere indifferentemente due posizioni, o la giusta o l'errata (rotazione di 180° elettrici). Ma anche per $\lambda = \pi/2$ ($\cos \lambda = 0$) abbiamo $C_2 = 0$. Abbiamo cioè dei *punti morti* ad evitare i quali dovremo ricorrere a due quadri sul rotore posti a 90° elettrici oppure a tre quadri posti a 120°. E ciò spiega le modalità costruttive che l'A. E. G., la Siemens o la G. E. C. hanno scelto per i loro apparecchi.

Considerando per semplicità gli apparecchi provvisti di rotori a due quadri a 90° possiamo immediatamente trovare le coppie C_1' e C_2' (valori medii) dipendenti dal secondo quadro ponendo rispettivamente nelle (3) e (4) $\beta_1 + \pi/2$ al posto di β_1 e $\beta_2 + \pi/2$ al posto di β_2. Facendo poi la somma dei valori che si trovano con C_1 e C_2 si hanno le coppie complessive per il trasmettitore $C_{1 \cdot t}$ e per il ricevitore $C_{2 \cdot r}$:

$$C_{1 \cdot t} = C_1 + C_1' = m \frac{\omega \phi_m^2}{2Z} \operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} (\beta_1 - \beta_2) \tag{7}$$

$$C_{2 \cdot r} = C_2 + C_2' = m \frac{\omega \phi_m^2}{2Z} \operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} (\beta_2 - \beta_1) \tag{8}$$

Se poniamo come prima $\beta_2 = \beta_1 + \lambda$ la (8) diventa:

$$C_{2 \cdot r} = m \frac{\omega \phi_m^2}{2Z} \operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} \lambda \tag{9}$$

la quale ci dà i valori che andrebbe ad assumere la coppia nel secondo apparecchio se immobilizzando il trasmettitore in una posizione qualunque, si spostasse volutamente l'indice del ricevitore di un angolo λ. *Il valore massimo di* $C_{2 \cdot r}$ si verifica per un valore di λ che rende nulla la derivata prima della funzione. E perchè sia $\cos \lambda = 0$ occorre che sia $\lambda = \pi/2$. Ciò rende ragione dell'andamento del diagramma della coppia che la G. E. C. pubblica a pag. 501 (G. E. R., del settembre 1930) e che qui riproduciamo nella fig. 4.

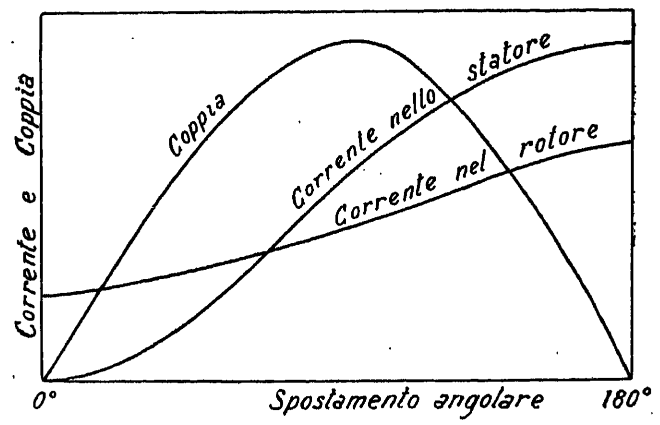


Fig. 4.

Ma questa condizione di $\lambda = \pi/2$ non deve mai verificarsi per un copiatore di movimenti dove l'indice del ricevitore deve seguire fedelmente quello del trasmettitore.

Assume invece grande importanza il gradiente della coppia per valori di λ prossimi a zero, appunto perchè a parità di λ per due apparecchi di tipo diverso sarà preferibile, perchè più fedele e soggetto a minor errore, quello per il quale il gradiente della coppia risulta maggiore. Per il caso dell'apparecchio a campo alternativo monofase questo gradiente ci è dato dalla derivata prima della (9):

$$\frac{\partial C_{2 \cdot r}}{\partial \lambda} = m \frac{\omega \phi_m^2}{2Z} \operatorname{sen} \varphi \cos \lambda \tag{10}$$

massimo per $\lambda = 0°$. Paragoneremo poi questo valore con quello di un apparecchio a campo rotante.

3. - Coppia per un sistema a campo rotante.

Prendiamo ora ad esaminare il dispositivo Pirazzoli a campi roranti e limitiamoci per ora a supporre che ogni rotore abbia un solo avvolgimento, diametrale e piano.

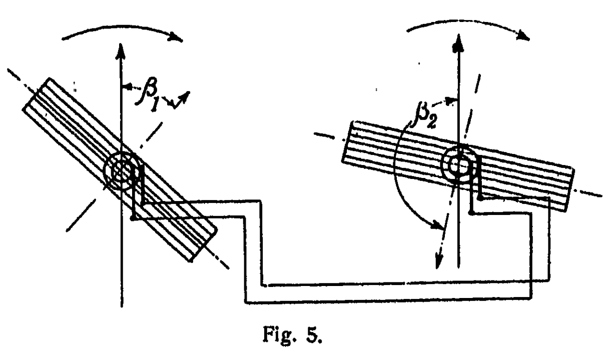


Fig. 5.

Sia ancora ϕ_m il flusso massimo che si concatena con una delle m spire dei circuiti rotorici. I flussi che si concatenano con una delle spire all'istante t sono rispettivamente (fig. 5):

$$\phi_1 = \phi_m \cos \beta_1 = \phi_m \cos \omega t$$

$$\phi_2 = \phi_m \cos \beta_2 = \phi_m \cos (\beta_1 + \lambda) = \phi_m \cos (\omega t + \lambda)$$

Le f.e.m. indotte nei quadri rotorici saranno, all'istante t,

$$e_1 = -m \frac{d \phi_1}{dt} = + m \omega \phi_m \operatorname{sen} \omega t$$

$$e_2 = -m \frac{d \phi_2}{dt} = + m \omega \phi_m \operatorname{sen} (\omega t + \lambda)$$

Riunendo in serie i due quadri avremo una f.e.m. risultante $e_1 + e_2$ ed una corrente all'istante t espressa da:

$$i = \frac{m \omega \phi_m}{Z} \left\{ \operatorname{sen} (\omega t - \varphi) + \operatorname{sen} (\omega t + \lambda - \varphi) \right\}$$

(1) Vedasi: DONATI-SARTORI: *L'Elettrotecnica*, pag. 755.

e poichè:

$$\frac{\partial \phi_1}{\partial \beta_1} = -\phi_m \operatorname{sen} \beta_1$$

$$\frac{\partial \phi_2}{\partial \beta_2} = -\phi_m \operatorname{sen} \beta_2 = -\phi_m \operatorname{sen}(\beta_1 + \lambda)$$

così le coppie istantanee dei due apparecchi risultano espresse da:

$$C_{1\,\text{ist.}} = i \frac{(-\partial \phi_1)}{\partial \beta_1} = + \frac{m\,\omega\,\phi_m^2}{Z} \operatorname{sen} \omega t \cdot \left\{ \operatorname{sen}(\omega t - \varphi) + \operatorname{sen}(\omega t - \varphi + \lambda) \right\}$$

$$C_{2\,\text{ist.}} = i \frac{(-\partial \phi_2)}{\partial \beta_2} = + \frac{m\,\omega\,\phi_m^2}{Z} \operatorname{sen}(\omega t + \lambda) \cdot \left\{ \operatorname{sen}(\omega t - \varphi) + \operatorname{sen}(\omega t - \varphi + \lambda) \right\}$$

Le coppie risultano positive trattandosi di movimento spontaneo; nè diversamente può avvenire quando si scelgano il senso positivo delle correnti e quello dei flussi in modo da corrispondere alla regola di Ampere.

Sviluppando e raccogliendo dopo aver fatto il valore medio per tutti i termini, risulta:

$$C_{1 \cdot t} = m \frac{\omega\,\phi_m^2}{2Z} \left\{ (1 + \cos\lambda) \cos\varphi + \operatorname{sen}\lambda \operatorname{sen}\varphi \right\}$$

$$C_{2 \cdot r} = m \frac{\omega\,\phi_m^2}{2Z} \left\{ (1 + \cos\lambda) \cos(\lambda + \varphi) + \operatorname{sen}\lambda \operatorname{sen}(\lambda + \varphi) \right\}$$

Si osservi qui incidentalmente che per $\lambda = 0$ entrambe le espressioni si riducono a $m \frac{\omega\,\phi_m^2}{2Z} \cos\varphi$ come per una spira di motore asincrono nelle condizioni di avviamento, mentre per $\lambda = \pi$ si ha per entrambe $C = 0$, condizione di equilibrio. Anche qui dunque l'equilibrio si raggiunge quando uno dei quadri rotorici presenta al flusso la faccia opposta a quella che vi presenta l'altro quadro.

Se, per metterci nelle stesse condizioni nell'apparecchio a solo campo magnetico alternativo, disponiamo un secondo avvolgimento per ogni rotore, parimenti con m spire, la coppia finale semplicemente raddoppia e perciò le espressioni che, per l'apparecchio a campo rotante, vanno confrontate con le (7) ed (8) sono:

$$C_{1 \cdot t} = m \frac{\omega\,\phi_m^2}{Z} \left\{ (1 + \cos\lambda) \cos\varphi + \operatorname{sen}\lambda \operatorname{sen}\varphi \right\} \tag{11}$$

$$C_{2 \cdot r} = m \frac{\omega\,\phi_m^2}{Z} \left\{ (1 + \cos\lambda) \cos(\lambda + \varphi) + \operatorname{sen}\lambda \operatorname{sen}(\lambda + \varphi) \right\} \tag{12}$$

Mantenendo forzatamente inalterata la posizione del primo apparecchio e spostando invece l'indice del secondo impiegando una coppia meccanica, il secondo apparecchio sviluppa una coppia resistente che presenterà il suo massimo per un valore di λ che annulla la $\partial C_{2 \cdot r}/\partial\lambda$:

$$\frac{\partial C_{2 \cdot r}}{\partial \lambda} = -m \frac{\omega\,\phi_m^2}{Z} \operatorname{sen}(\lambda + \varphi)$$

Osserviamo che la posizione di equilibrio si verifica per $\lambda = \pi$. Se partiamo da quella a misurare lo spostamento λ del secondo indice rispetto il primo dobbiamo scrivere $\operatorname{sen}(\pi + \lambda + \varphi) = -\operatorname{sen}(\lambda + \varphi)$ e perciò:

$$\frac{\partial C_{2 \cdot r}}{\partial \lambda} = m \frac{\omega\,\phi_m^2}{Z} \operatorname{sen}(\lambda + \varphi) \tag{13}$$

La derivata si annulla quando $\operatorname{sen}(\lambda + \varphi) = 0$ cioè per $\lambda + \varphi = \pi$ il che significa che in un apparecchio a campo rotante il valor massimo della coppia si verifica prima che lo scarto del secondo sistema rispetto al primo abbia raggiunto i 180° dovendo ritenersi che φ (angolo di ritardo) sia sempre dovuto a induttanza positiva.

4. - Confronto fra i due apparecchi a campo monofase e a campo trifase.

Con le espressioni dianzi trovate per le coppie dell'apparecchio ricevente quando il primo si mantenga fisso:

campo monof. $$C_{2 \cdot r} = m \frac{\omega\,\phi_m^2}{2Z} \operatorname{sen}\varphi \operatorname{sen}\lambda \tag{9}$$

campo trif. $$C_{2 \cdot r} = m \frac{\omega\,\phi_m^2}{Z} \left\{ (1 + \cos\lambda) \cos(\lambda + \varphi) + \operatorname{sen}\lambda \operatorname{sen}(\lambda + \varphi) \right\} \tag{12}$$

possiamo rilevare quali vantaggi si possono conseguire con la complicazioni del terzo filo che permette il funzionamento a campo rotante.

Fu già premesso che in apparecchi del genere in cui si tratti di copiare un movimento e dove occorre che il minimo scarto del trasmettitore determini nel ricevitore una coppia sufficiente a farlo spostare, l'elemento più importante è il gradiente della coppia in prossimità di $\lambda = 0$, inteso sempre a partire da una posizione di equilibrio. Abbiamo trovato:

per l'apparecchio a campo monofase:

$$\frac{\partial C_{2 \cdot r}}{\partial \lambda} = m \frac{\omega\,\phi_m^2}{2Z} \operatorname{sen}\varphi \cos\lambda \tag{10}$$

per l'apparecchio a campo trifase:

$$\frac{\partial C_{2 \cdot r}}{\partial \lambda} = m \frac{\omega\,\phi_m^2}{Z} \operatorname{sen}(\lambda + \varphi) \tag{13}$$

Allora se si fa $\lambda = 0$ le due espressioni differiscono solo pel coefficente 1/2 che affetta la prima; cioè l'apparecchio a campo rotante, costruito per un identico flusso ϕ_m concatenantesi con una delle m spire di uno dei due quadri rotorici, presenta per la coppia all'istante della rottura dell'equilibrio un gradiente doppio di quello che si verifica per l'apparecchio a campo monofase. E' dunque da attendersi per quello a campo trifase una maggior prontezza di movimenti e rispettivamente una maggiore fedeltà poichè — a stretto rigore — la sola presenza degli attriti impedirà al ricevitore di assumere la posizione teorica che gli competerebbe. Se il ricevitore muove soltanto un indice si potrà ritenere trascurabile l'errore che sarà per derivarne; non più così se al posto dell'indice vi sarà un organo da comandare. Ciò spiega perchè le Ditta Riva di Milano e Calzoni di Bologna diano la loro preferenza all'apparecchio a campo rotante (brevetto Pirazzoli).

Se l'apparecchio trasmettitore a campo monofase subisse uno spostamento brusco in modo da compiere un arco di 90° prima che il ricevitore iniziasse il suo movimento potrebbe questo ritardare di un giro prima di raggiungere il passo del primo, perchè per $\lambda = \pi/2$ si annulla la (10) cioè la coppia raggiunge il suo massimo, sempre inteso che si tratti di un apparecchio bipolare.

Per l'apparecchio trifase vedemmo che il massimo della coppia si verifica per $\lambda > \pi/2$, quindi esiste un margine maggiore di sicurezza; ma quello che più giova è che la coppia è sempre molto più rilevante (a parità di circostanze) di quella che si verifica per l'altro sistema. Infatti il fattore $\operatorname{sen}\varphi$ influisce sempre sulla coppia del primo apparecchio in senso sfavorevole, mentre per l'altro non avviene altrettanto o per lo meno in misura minore.

Poniamo ad esempio che sia $\varphi = 40°$ e si supponga di dare al ricevitore uno spostamento $\lambda = 30°$ fermo mantenendosi il trasmettitore. Eseguendo il calcolo si troverebbe:

campo monof. $$C_{2 \cdot r} = 0{,}16\, m \frac{\omega\,\phi_m^2}{Z}$$

campo trifase $$C_{2 \cdot r} = 1{,}11\, m \frac{\omega\,\phi_m^2}{Z}$$

Nel secondo caso la coppia sarebbe sette volte la prima. In pratica sarà certamente alquanto diverso perchè per $\lambda = 30°$ occorrerebbe calcolare la reazione che la corrente rotorica esercita sul campo principale; ma comunque la superiorità del secondo, da questo punto di vista, è incontestata.

5. - Teletrasmettitore a coppia costantemente nulla.

Fra le innumerevoli applicazioni di cui questi apparecchi sono suscettivi vi può anche essere quella di trasmettere a distanza le indicazioni dell'indice di un istrumento di misura a debolissima coppia motrice. Il problema presenta una grande importanza e può essere risolto, però col solo apparecchio a campo monofase. Osserviamo che se il rotore del ricevitore è da qualche resistenza passiva ostacolato a prendere la sua esatta posizione di riposo, non risulta nulla la corrente e a questa può corrispondere pel primo rotore una coppia che può anche falsare le indicazioni dello stesso istrumento che si tratta di trasmettere lontano.

Per risolvere il problema occorre raggiungere la condizione del

comando unidirezionale; e precisamente il trasmettitore deve poter comandare il ricevitore, ma non deve essere possibile il viceversa, come invece può essere sempre possibile con gli apparecchi fin qui esaminati. E per far questo bisogna porsi nella *condizione che la coppia motrice del trasmettitore sia costantemente nulla.*

Riportiamoci al caso della fig. 3 che riguarda la alimentazione monofase e supponiamo che si tratti di rotori con due soli avvolgimenti disposti a 90° tra di loro come accennato al punto 2. Abbiamo visto che l'espressione della coppia contiene come fattore sen φ, esprimendo φ il ritardo di fase della corrente rispetto la rispettiva f.e.m. Basterebbe metterci nella condizione di sen $\varphi = 0$ per il solo trasmettitore, far sì cioè che per il rotore di questo la corrente del rotore fosse costantemente 1/4 di periodo in ritardo rispetto al campo magnetico alternativo, senza che — per questo fatto — risulti nulla la coppia C_3. Occorre anticipare la corrente di una frazione di periodo e questo si può ottenere dando un opportuno sfasamento in anticipo al campo alternativo del ricevitore. Infatti in questo caso i due campi magnetici alternativi induttori risultano espressi da:

$$\phi_1 = \phi_m \cos \beta_1 \ \mathrm{sen}\ \omega t \qquad \phi_2 = \phi_m \cos \beta_2 \ \mathrm{sen}\ (\omega t + \theta).$$

F. e. m. istantanee rispettivamente indotte nella prima coppia di avvolgimenti rotorici:

$$e_1 = -\omega \phi_m \cos \beta_1 \cos \omega t \qquad e_2 = -\omega \phi_m \cos \beta_2 \cos (\omega t + \theta).$$

Corrente nei rotori dovuta alla somma delle f.e.m.:

$$i = -\frac{\omega \phi_m}{Z} \left\{ \cos \beta_1 \cos (\omega t - \varphi) + \cos \beta_2 \cos (\omega t + \theta - \varphi) \right\}$$

Poichè:

$$\frac{\partial \phi_1}{\partial \beta} = -\phi_m \ \mathrm{sen}\ \omega t \ \mathrm{sen}\ \beta_1$$

effettuando, come prima, i prodotti, sviluppando e scrivendo i valori medi di ogni termine, si arriva all'espressione:

$$C_1 = -\frac{\omega \phi_m^2}{2 Z} \mathrm{sen}\ \beta_1 \cos \beta_2 \ \mathrm{sen}\ (\theta - \varphi).$$

Per la seconda coppia di circuiti dobbiamo procedere identicamente e avremo subito il risultato cambiando β_1 in $\beta_1 + \pi/2$ e β_2 in $\beta_2 + \pi/2$. Risulta:

$$C'_1 = -\frac{\omega \phi_m^2}{2 Z} \cos \beta_1 \ (-\mathrm{sen}\ \beta_2) \ \mathrm{sen}\ (\theta - \varphi).$$

Perciò la coppia totale per il trasmettitore è:

$$C_{1 \cdot t} = C_1 + C_1' = \frac{\omega \phi_m^2}{2 Z} \mathrm{sen}\ (\theta - \varphi) \ \mathrm{sen}\ (\beta_2 - \beta_1) \qquad (14)$$

Procedendo analogamente per il secondo apparecchio (ricevitore) si arriva a trovare che per esso si ha:

$$C_{2 \cdot r} = C_2 + C_2' = \frac{\omega \phi_m^2}{2 Z} \mathrm{sen}\ (\theta + \varphi) \ \mathrm{sen}\ (\beta_2 - \beta_1) \qquad (15)$$

La discussione di queste due espressioni (14) e (15) rende conto di quanto sopra è stato esposto. Basta dare al campo alternativo del ricevitore un anticipio $\theta = \varphi$, ritardo di fase, perchè sia soddisfatta la condizione sen $(\theta - \varphi) = 0$ e perciò risulti sempre nulla la coppia dell'apparecchio trasmettitore che — in tal modo — sarà obbligato a seguire fedelmente la posizione dell'indice dello strumento che lo comanda.

La coppia sul rotore dell'apparecchio ricevitore, in cui entra come fattore sen $(\theta + \varphi)$, sussiste ogni qualvolta non vi sia identità di orientamento dei due rotori. Ma non appena, in dipendenza della raggiunta identità, viene soddisfatta la condizione $\beta_2 = \beta_1 + \pi$ essendo allora sen $(\beta_2 - \beta_1) = 0$ la coppia C_2 si annulla e con ciò la posizione di equilibrio è raggiunta. Si può aggiungere che per $\beta_2 = \beta_1 + \pi$ è nulla per una doppia ragione anche la coppia del trasmettitore.

Date le numerose applicazioni che il sistema può avere, mi è sembrato non inopportuno richiamare sull'argomento l'attenzione dei colleghi che particolarmente si occupano di segnalazioni e trasmissioni di indicazioni a distanza.

Febbraio 1931 — *Dalla R. Scuola di Ingegneria di Bologna.*

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

R. Röhrich — **Nuovi progressi nel campo dei comandi e delle segnalazioni a distanza.** (A. E. G. Mitteilungen, agosto 1930, pag. 537).

L'A. comincia col classificare gli scopi dei comandi e delle segnalazioni a distanza, che, oltre al comando degli interruttori e alla segnalazione delle correnti di ritorno possono essere: controllo a distanza dei trasformatori di regolazione, dei commutatori multipli e delle bobine di terra, segnalazione del funzionamento dei relais di terra e dei relais di protezione, chiusure di linee di comunicazione per la regolazione a distanza, connessione d'istrumenti di misura a distanza su una linea comune, connessione di un impianto automatico comune a differenti reti, macchine, ecc., controllo a distanza di reti artificiali per la misura indiretta delle caratteristiche di una linea. Esamina quindi due sistemi adatti a rispondere a tutti i requisiti. Il primo è a selezione sincrona e la trasmissione deve essere fatta su tre fili e per mezzo di correnti continue di differente polarità. E' adatto per distanze medie come quelle delle reti urbane, la sua portata essendo limitata. L'altro sistema è a serie d'impulsi, è di applicazione universale e richiede un filo solo per l'andata e il ritorno (trasmissione ad alta frequenza a una sola onda, trasmissione a corrente alternata o continua sovrapposta su linee telefoniche in servizio, trasmissione a corrente continua su due conduttori). La trasmissione di ordini o la segnalazione è ottenuta con serie complementari di impulsioni che si completano per formare un valore costante per tutti gli ordini. Se, a causa di un incidente, il valore costante cadesse o fosse sorpassato, gli ordine resterebbero senza effetto; essi sono allora ripetuti automaticamente fino a esecuzione. Negli impianti nei quali bisogna trasmettere un gran numero di ordini le serie d'impulsi sono costituite da decadi; due decadi danno 100 ordini, tre decadi 1000 ordini, ecc. Il sistema è applicabile anche nel caso nel quale più stazioni distanti le une dalle altre sono controllate a distanza per mezzo di una sola linea di comunicazione comune. I due sistemi sono già stati applicati in pratica. *A. Bs.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

W. C. Reed - M. Unger - G. E. Gifford — **La saldatura "a forte" col metodo di resistenza.** (Gen. Elec. Rev., ottobre 1930, pag. 568).

Il procedimento di saldatura «forte» col metodo di resistenza si basa sul riscaldamento che vengono a subire due blocchi di carbone attraversati da una corrente di notevole intensità. Può servire all'unione di vari metalli, come rame, argento, nickel, acciaio e loro leghe. La apparecchiatura necessaria è semplice ed economica. Essa consta di un trasformatore a raffreddamento in aria della capacità di 5 oppure 10 kVA e del peso rispettivamente di 20 o 40 kg a seconda delle dimensioni dei pezzi da saldare. Più precisamente il primo serve per sbarre a 1,5 cm² di sezione e il secondo per sezioni da 1.5 a 10 cm². Questi trasformatori possono sopportare sovraccarichi istantanei del 400 per cento. I due pezzi da saldare vengono serrati tra due blocchi di carbone, cui fanno capo i due secondari del trasformatore ad una tensione di otto volt. Fra i due pezzi viene interposta una piastrina di lega, che fonde sotto la rapida azione riscaldatrice dei carboni, e che unisce i due pezzi in un solo blocco. Talvolta, a seconda della forma dei pezzi, vengono usati carboni di forma speciale, per assicurare una buona superficie di contatto ed evitare archi e punti di riscaldamento eccessivo. L'applicazione dei carboni e la pressione si ottengono con apposite pinze o tenaglie, munite di adatti dispositivi di serraggio dei pezzi da unire. Eventualmente si fa uso di presse. Quando si debbano saldare le estremità dei cavi, queste si introducono in un tubetto che viene poi schiacciato, prima di sottoporre il giunto alla saldatura. L'isolante viene rimosso fino a qualche centimetro di distanza, e, se è necessario, viene protetto contro il riscaldamento da un batuffolo di cascame di amianto. Non occorre che le superfici di contatto subiscano un'accurata pulitura, dato che il solvente usato rimuove da solo gli ossidi e quasi tutte le impurità. Come disossidanti si usano normalmente il borace od il fluoruro acido di potassio in pasta.

Vengono impiegate tre diverse qualità di lega saldante; la prima contiene 50 % di argento e fonde a 725°; la seconda contiene il 30 % di argento e fonde a 735°%, la terza fonde a 830° e contiene il 10 % di argento. Esse vengono diversamente usate, a seconda che si tratti di fili molto sottili o di cavi e conduttori normali, o, ancora, di larghe sbarre pesanti, terminali, ecc. Dopo che i pezzi sono preparati e serrati tra i carboni, si applica una piccola quantità di solvente, e quindi, per mezzo di un interruttore a pedale, si chiude il circuito di alimentazione primaria (alla tensione normale dell'officina). Il riscaldamento è più o meno rapido secondo le dimensioni dei pezzi. Quando il borace si fonde si applica la saldatura all'argento, in forma di nastro. E' di particolare importanza l'impiego di questo sistema per il fissaggio dei cavi ai terminali, che vengono opportunamente appiattiti. *C. G. E.*

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

APPLICAZIONI VARIE.

B. JONES — **Determinazione col calcolo delle probabilità del consumo di energia da parte di ascensori.** Parte I. (Gen. Elec. Rev., ottobre 1930, pag. 545).

Si può applicare con successo il calcolo delle probabilità allo studio delle batterie di ascensori per determinare il carico medio assorbito in kW, il carico medio imposto ai cavi di alimentazione, la eventualità e la frequenza delle punte di carico per la taratura dei dispositivi di protezione.

Occorre naturalmente eseguire delle ipotesi semplificative; per quanto riguarda il diagramma di assorbimento della corrente, esso viene ridotto, per comodità, a due rettangoli: uno rappresenta la corrente di avviamento, l'altro quella di marcia. Questa semplificazione non introduce alcun errore nei risultati.

I dati a base del calcolo sono: il carico medio delle persone da trasportare e il senso relativo; il tempo per raggiungere la piena velocità, la durata della corsa e delle fermate ed il numero probabile delle fermate. Dividendo la durata totale della corsa per il numero probabile delle fermate più uno, si ottiene la durata media di ogni ciclo di avviamento, marcia, fermata. Dalla durata complessiva delle fermate si deduce nello stesso modo la durata media di ognuna di esse, mentre la durata di ogni avviamento è nota: si hanno così tutti gli elementi per impostare il calcolo delle probabilità. Si determinano allora in primo luogo la corrente media assorbita dal gruppo di ascensori considerato; questo valore dà un'idea del consumo di energia dell'impianto. Si determina quindi allo stesso modo la radice quadrata della media dei quadrati che corrisponde in certo modo alla corrente efficace agli effetti del riscaldamento, per determinare le dimensioni dei conduttori di alimentazione del gruppo. Negli esempi riportati dall'A. questo valore è del 60 % circa superiore al valore medio. Si determina quindi la frequenza e l'entità delle varie punte di carico, che possono verificarsi nell'impianto; questo serve per prevedere la taratura degli interruttori automatici a tempo ritardato, i quali proteggono l'impianto stesso.

L'A. riporta diversi esempi di calcolo di batterie di ascensori, e per uno di essi eseguisce il diagramma determinato secondo il calcolo delle probabilità. Questo diagramma è stato ottenuto come la somma dei diagrammi corrispondenti alle correnti di marcia e di avviamento, e l'A. fa notare come, contrariamente a quello che si potrebbe a prima vista ritenere, il diagramma della corrente di marcia contribuisce maggiormente alle punte che non il diagramma della corrente di avviamento. *C. G. E.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

S. B. WARDER — **La regolazione della tensione nei convertitori rotanti.** (The Elec., 8 agosto 1930, pag. 175).

I sistemi in uso per la regolazione della tensione nelle macchine convertitrici rotanti possono raggrupparsi in due classi a seconda che involgono l'uso di *booster* dalla parte della corrente alternata o di quella a corrente continua. Per convertitori destinati ad alimentare carichi a c. c. di differente tensione (p. e. trazione ed illuminazione) il metodo più conveniente è quello di usare un trasformatore a gradini. Se invece le variazioni di tensione devono avvenire con continuità in un determinato intervallo si può ricorrere a regolatori ad induzione o trasformatori con *booster*. L'uso di *boosters* a c .c. o a c. a. in serie col convertitore offre una buona regolazione indipendente anche dal fattore di potenza, ma affetta la commutazione, a meno che non sia costruito come unità completamente indipendenti. Il *booster* a c. a. è quello di uso più frequente perchè più semplice e meno costoso. Quando la gamma delle variazioni di tensione continua non è molto estesa si ricorre a convertitori con poli sezionabili e alla regolazione con reattanza in serie del convertitore. Tale sistema affetta il fattore di potenza della macchina. *G. Cc.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

F. KOPPELMANN — **Sulla scarica attraverso olii isolanti.** (E. T. Z., n. 42 del 16 ottobre 1930, pag. 1457).

E' noto che la rigidità dielettrica dell'olio viene notevolmente diminuita dalla presenza di acqua; e l'olio, quando sia ripetutamente colpito da scariche elettriche, migliora sensibilmente le sue qualità dielettriche. Ciò si attribuisce al fatto che le scariche provocano un ulteriore essiccamento dell'olio. In seguito a prove eseguite si è constatato che la scarica in olio non raffinato dipende dal valore efficace della tensione mentre in olii raffinati è indipendente dal valore efficace e dipende soltanto dal valor massimo della tensione. Vi sono poi fatte altre prove introducendo, in luogo di un elettrodo a calotta sferica di rame, un elettrodo di ottone ad elica e terminante in punta per determinare se anche con questo tipo di anodo il comportamento dell'olio rimane invariato: e fu effettivamente trovato che non vi erano variazioni.

Fu poi determinato l'influsso di un campo magnetico sulla rigidità dielettrica di materiali isolanti gassosi, liquidi e solidi.

Come isolante gassoso fu presa l'aria e fu provata in due modi, una volta col campo magnetico nella stessa direzione del campo elettrico e una volta col campo magnetico in direzione ortogonale. Si è visto che quando ambedue i campi sono nella stessa direzione si ha un abbassamento della tensione di scarica. Le prove eseguite con olio per trasformatori hanno dato press'a poco gli stessi risultati. Le prove sulla mica furono eseguite entro bagno d'olio; la scarica avvenne sempre fra elettrodi sferici; per campi ortogonali si ebbe in generale un aumento della tensione di scarica dal 5 al 15%. Tutte le suddette prove furono eseguite in Russia nel laboratorio per prove ad alta tensione dell'Istituto Elettrotecnico di Leningrado. *T. S.*

S. P. SASHOFF — **La valvola a luminescenza con griglia di potenza.** (The El. J., agosto 1930, pag. 486).

Queste valvole differiscono da quelle di tipo normale per il fatto che la corrente di placca può raggiungere anche i 6 ampere; esse si costruiscono secondo due schemi: con il filamento rivestito mediante ossidi oppure con un pozzetto di mercurio nel bulbo; il gas di riempimento può essere il neon, l'argon, l'elio. Gli elettroni lanciati dal filamento ionizzano il gas per urto e vanno a scaricarsi sull'anodo che si trova ad un potenziale positivo; gli ioni positivi che si formano contemporaneamente annullano la carica spaziale prodotta dagli elettroni e facilitano l'emissione di nuovi elettroni tanto che nella valvola può prodursi una scarica elettrica persistente. L'emissione elettronica può essere contrastata dando alla griglia un potenziale negativo e accelerata con un potenziale positivo. Il giusto valore della tensione di griglia si può ottenere con un dispositivo potenziometrico di resistenze oppure di capacità; con quest'ultimo sistema si può ottenere l'adescamento della scarica variando anche di poco la capacità di uno dei condensatori, talvolta può bastare l'avvicinamento di una mano alla valvola. Le applicazioni di tale valvola sono numerosissime perchè si può adescare la scarica in modi diversi alterando qualcuna delle caratteristiche del circuito elettrico. Le valvole di potenza sono costruite secondo diversi tipi a seconda della corrente che portano sulla placca; esse sono soggette a riscaldarsi sia per effetto del filamento incandescente sia per la loro stessa resistenza interna. Per tali ragioni conviene inserire in serie col circuito di placca una resistenza per limitare la corrente massima ricavabile dalla valvola; la tensione di placca va applicata dopo che il filamento si sia scaldato altrimenti si ha un bombardamento di questo da parte degli ioni positivi prodatti al contatto del gas con la placca, come pure si deve evitare che la corrente nel filamento venga a mancare (ad es. per un difetto di contatto fra le spine dello zoccolo e la presa). Se la corrente di placca supera anche per breve tempo il massimo che la valvola può portare questa si rovina, mentre la durata può considerarsi indefinita se la corrente si mantiene sempre uguale o di poco inferiore a tale massimo. Le valvole a vapore di mercurio tollerano anche dei sovraccarichi rispetto al valore massimo ma sono meno sensibili delle precedenti; si potrebbe tuttavia combinare i due tipi di valvola per formare un relais molto sensibile e di grande potenza. *I. L.*

FISICA, CHIMICA E MATEMATICA.

A. BOUTARIC — **Un nuovo effetto d'ottica: l'effetto Raman.** (R. G. E., 1° novembre 1930, pag. 683).

Nel 1928 il fisico indù Raman ha scoperto, quasi simultaneamente ai fisici russi Landsberg e Mandelstam, che la luce emessa per diffusione in senso normale al raggio incidente da qualsiasi mezzo trasparente sia liquido che solido che aeriforme comprende anche altre frequenze oltre quella del raggio incidente, supposto questo monocromatico.

Questo fenomeno che non deve confondersi con quello della fluorescenza e con l'effetto Compton, è perfettamente indipendente dalle costanti del mezzo considerato, strettamente legato alla frequenza della luce incidente, e può spiegarsi solamente con la teoria dei quanta di luce, risultandone una delle migliori prove che oggi si possano fornire in appoggio.

Nell'articolo citato l'A. ne dà una concisa spiegazione. *C. R.*

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

R. POHL — **Effetto pellicolare in avvolgimenti statorici come conseguenza del flusso disperso.** (E. T. Z., n. 34 del 21 agosto 1930, p. 1195).

L'A. mostra come l'effetto pellicolare nel rame delle cave di grandi macchine a corrente alternata è originato non solo dalla sezione delle cave, ma anche dalla sezione delle barre. Dal calcolo delle perdite addizionali, che così si verificano, provate per esperienze eseguite su turbogeneratori, si può dedurre che l'influenza fin qui trascurata del flusso disperso in certe circostanze è di notevole importanza pratica, specialmente per le perdite che si verificano nelle barre degli avvolgimenti a due conduttori: con appropriati incroci dei conduttori laterali si possono compensare entrambi i flussi trasversali. L'A. tratta alla fine delle perdite addizionali in avvolgimenti a doppio strato. *T. S.*

IMPIANTI.

H. BURKHARDT — **La sottostazione di trasformazione di Biberach del "Sindacato regionale delle centrali elettriche O E W"** (A. E. G. Mitteilungen, agosto 1930, pag. 521).

L'A. riferisce sull'ingrandimento della sottostazione di Biberach costruita nel 1913-14 per la trasformazione dell'energia a 55 kV della

rete del O. E. W. e rimasta in servizio fino all'ingrandimento senza alcun inconveniente. Come è molto usato in Germania, anche per questo ingrandimento il progetto è stato fatto in intima, razionale collaborazione tra l'utente e la Ditta costruttrice scelta, tenendo conto del primo requisito imposto dall'utente: la semplicità di manovra. Il risultato fu l'ingradimento sul prolungamento dell'asse del vecchio fabbricato.

Nella parte nuova sono installate le sbarre omnibus doppie a 15 kV, i pannelli delle otto linee aeree in partenza, e due trasformatori di controllo della messa a terra, mentre i quattro trasformatori, gli interruttori e la loro apparecchiatura di controllo sono stati installati nel fabbricato vecchio. La sala centrale di comando è situata tra le due parti del fabbricato al livello del pavimento del locale delle sbarre omnibus a 15 kV al quale si trovano anche la galleria di servizio degli interruttori in olio a 55 kV. Gli interruttori a 15 kV sono stati muniti di comando a distanza in modo da ridurre al minimo i percorsi dei sorveglianti. La sovrapposizione delle sbarre omnibus a 55 kV permise poi di ridurre sensibilmente la lunghezza del fabbricato in confronto della disposizione solita, riduzione molto opportuna a causa della pendenza del terreno sul quale è fabbricata la sottostazione. A causa della distanza tra le pareti e dalla terra si è potuto evitare l'impiego generale di diaframmi separatori; solo gli interruttori in olio sono installati in cellule aperte verso l'esterno. Nella sala di comando sono stati installati tre quadri separati: uno per la parte a 15 kV, l'altro per quella a 55 kV e il terzo per i relais a distanza delle linee a 55 kV, tutti standardizzati nella disposizione e negli apparecchi in modo da facilitare l'orientamento del personale. La centrale ingrandita è stata messa in servizio nel 1928 e funziona regolarmente.

A. Bs.

H. Kyser — **Gli sbarramenti sulla Saale.** (E. T. Z., n. 43 del 23 ottobre 1930, pag. 1477).

In tutto il percorso della Saale dalla frontiera bavarese fino a Saalfeld sono in parte eseguiti e in parte in corso di esecuzione sbarramenti per lo sfruttamento delle forze idriche del fiume.

Attualmente sono in costruzione gli sbarramenti di Bleiloch e di Hohenwarthe. La potenza installata nelle centrali sarà di 40.000 kW con una produzione annuale di 50 milioni di kWh. E' prevista la costruzione, fra i due sbarramenti, di serbatoi per impianti idrici di riserva alimentati da pompe.

Le turbine e le pompe dovranno rispondere a requisiti speciali per poter conferire un buon rendimento all'impianto, e ciò a cagione delle eccezionali condizioni di variazione nel salto di caduta per le turbine, e nella prevalenza per le pompe.

Le macchine elettriche saranno poi provviste di dispositivi per la regolazione del numero dei giri.

T. S.

MATERIALI.

A. M. Armour — **Materiali magnetici per campi costanti.** (The Elec., 12 settembre 1930, pag. 304).

L'A. compie una rapida rassegna dei materiali magnetici (e per riflesso anti-magnetici) che trovano applicazione industriale nei casi ove si sia in presenza di campi costanti o di scarsa variabilità e in particolare, quindi, nella costruzione dei magneti permanenti.

In tali casi naturalmente non è la permeabilità l'elemento che definisce il valore del materiale, ma l'ampiezza della forza magnetizzante che è capace di fornire. Nel campo dei materiali fusi, per parti fisse di dinamo, l'A. cita il «Nomag» e il «Nicon» entrambi ghise anti magnetiche che corrispondono a circa 10 % di Ni e 5 % di Mn con tenori di carbonio di $0,15 \div 0,3$. Tra i materiali forgiati o laminati, il campo è tenuto dal ferro dolce. Vastissima è la gamma delle leghe al nikel, dal Numental e Hypernik (circa 50 % di Ni) alla ben nota Permallite. Interessante è il comportamento di una lega al $28 \div 30$ % di Ni che diventa praticamente non magnetica oltre i 100° ed ha bassa permeabilità a temperatura normale. L'effetto è reversibile e trova applicazione come «shunt magnetico ad azione frenante» negli apparecchi di misura. Per coperchi di trasformatori e interruttori attraverso i quali passano i poli si usa la «Staybrite» (18 % Cr - 8 % Ni). Per magneti permanenti i materiali migliori sono quelli che hanno elevati prodotti $B \times H$ (secondo il ciclo di isteresi). Gli acciai al Cr e al W dànno buoni risultati ed è ben nota l'influenza del Co.

G. Cc.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

E. Mittelmann — **L'impiego di un collegamento a "ponte" per la misura approssimata del rapporto di trasformazione dei trasformatori.** (E. u. M., n. 29, 20 luglio 1930).

L'A. dimostra la possibilità di adottare il normale ponte Wheatstone per la determinazione del rapporto fra il numero delle spire primarie e secondarie dei piccoli trasformatori impiegati per gli amplificatori e per i dispositivi di collegamento in parallelo delle reti. A questo scopo, il ponte viene alimentato con corrente alternata applicandovi una tensione ai capi di due vertici opposti. Alle resistenze di due dei lati adiacenti del ponte, vengono sostituiti gli avvolgimenti del trasformatore; sugli altri due lati sono inserite delle resistenze ohmiche. Variando convenientemente le grandezze rispettive di queste resistenze, è possibile equilibrare il ponte in modo che un ricevitore telefonico inserito fra i capi non alimentati non indica passaggio di corrente. Scrivendo l'equazione di equilibrio del ponte si trova facilmente che il rapporto fra le tensioni applicate ai due capi degli avvolgimenti del trasformatore è eguale al rapporto fra le due resistenze ohmiche. Notando, inoltre, che nei tipi di trasformatori esaminati, il nucleo è generalmente chiuso senza interferro e gli avvolgimenti si sovrappongono a strati, i fattori di dispersione si possono ritenere trascurabili. Ne deriva, quindi, che il rapporto delle tensioni applicate agli avvolgimenti eguaglia il rapporto fra il numero delle spire primarie e quello delle spire secondarie. La conoscenza delle grandezze ohmiche delle due resistenze dà perciò la grandezza richiesta di questo ultimo rapporto.

L'A. espone i risultati di misure effettuate in laboratorio con alcuni tipi di trasformatori e dimostra che il metodo descritto dà risultati molto approssimati.

V. D. Ma.

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

F. Unger — **Le curve di lavoro delle odierne macchine ad induzione.** (E. u. M., n. 32, 10 agosto 1930).

L'A. espone i risultati di numerose prove effettuate nell'Istituto di Elettrotecnica del Politecnico di Braunschweig per determinare entro quali limiti il comportamento espresso dai diagrammi circolari delle macchine ad induzione (Heyland, Ossanna, Hemmeter) corrisponde a quello reale. Gli esperimenti hanno dimostrato che nei moderni motori la curva di lavoro reale sovrasta sempre il diagramma circolare. Tali motori hanno quindi un momento di spunto ed una corrente di cortocircuito sensibilmente maggiori dei valori che si possono dedurre dal diagramma teorico. Dal confronto fra le caratteristiche di cortocircuito — reale e teorica — di un motore da 4,8 kW, 380 V, 1440 giri/min con rotore a gabbia di scoiattolo, si deduce che, anche per tensioni di corto circuito di 220 V, la saturazione assume già un'importanza notevole; la corrente di cortocircuito, in luogo di 25 A, assume il valore di 33 A. In generale, la saturazione provoca un aumento del rapporto fra coppia e corrente di avviamento e migliora quindi il motore perchè la corrente di cortocircuito di esso cresce in minor misura della coppia di avviamento.

Riassumendo, l'A., dopo aver indicato in quale modo si può costruire, in sede di calcolo, la curva esatta di lavoro delle macchine ad induzione, conclude affermando che la tendenza odierna di utilizzare al massimo il ferro ed il rame dei motori asincroni non porta ad un peggioramento, ma bensì ad un miglioramento di essi: questo, naturalmente, quando la diminuzione del fattore di potenza non si ripercuote sulla rete in misura inammissibile.

V. D. Ma.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

W. Hasenberg — **Provvedimenti per l'eliminazione dei disturbi nella radioricezione.** (E. T. Z., n. 44 del 30 ottobre 1930, pag. 1523).

La causa di quasi tutti i disturbi nella radioricezione è dovuta a scintille ed interruzioni, quando si prescinda dai disturbi atmosferici e da quelli dovuti alle scariche in tubi di gas ionizzati.

Per facilitare le ricerche dei disturbi ed eliminarne le cause, una Casa tedesca ha preparato un disco fonografico nel quale sono riprodotti tutti i principali rumori dovuti ai disturbi e ripetuti dall'altoparlante, così che paragonando per analogia i due rumori si può identificare la causa.

Per l'eliminazione dei disturbi si possono usare condensatori e bobine. Nelle macchine elettriche bisogna principalmente eliminare la formazione di scintille al collettore: si tenga presente che i piccoli motorini frazione di kW cagionano disturbi maggiori che non motori grossi. Altro provvedimento è quello di mettere a terra le carcasse delle macchine elettriche; inoltre è opportuno mettere a terra direttamente l'albero della macchina in un punto facilmente accessibile. Circa l'uso di condensatori, se si tratta di inserirli in circuiti a corrente alternata, bisogna scegliere il tipo adatto per mezzo di esperimenti per evitare che la corrente che sfugge attraverso il condensatore sia troppo grande.

In certi casi bisogna invece ricorrere a bobine di impedenza: naturalmente una combinazione di queste con condensatori è il mezzo più sicuro di protezione.

Per i campanelli, interruttori od apparecchi di pubblicità luminosa è utile provvedere a shuntare con una capacità il punto dove avviene l'interruzione; pure è bene inserire in parallelo coi contatti di interruzione un condensatore con una resistenza in serie.

Per i disturbi dovuti alle tramvie, si può ricorrere a prese di corrente provviste di larga superficie di contatto, che eliminano tali disturbi. Invece per prese di corrente a rotella, si riducono i disturbi aumentando la pressione sul filo di contatto.

T. S.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

I. Schwarzkopf — **Nota sul calcolo delle lunghe linee ad alta tensione.** (E. u. M., n. 31, 3 agosto 1930).

Il metodo di calcolo dell'A. presuppone la sostituzione della linea con un circuito equivalente avente impedenze fittizie concentrate lungo la linea ed alle estremità. Note queste impedenze, gli elementi elettrici

ad una estremità della linea vengono dedotti facilmente in funzione degli elementi che si hanno all'altro estremo.

Le impedenze fittizie vengono calcolate partendo dalla equazione di equilibrio fra la f.e.m. del circuito equivalente e dalle relazioni generali che legano fra loro le grandezze elettriche e le costanti di una lunga linea. Le espressioni rigorose, contenenti funzioni iperboliche, vengono semplificate mediante sviluppi in serie, limitati a pochi termini. L'introduzione di coefficienti, funzioni delle costanti della linea, rende il calcolo estremamente semplice.

L'A. applica il metodo trovato in alcuni esempi pratici e dimostra che la corrispondenza fra i risultati ottenuti col procedimento semplificato e con quello rigoroso è pressochè perfetta per linee di lunghezza non superiore ai 1000 km. Oltre i 1000 km km, l'errore va aumentando rapidamente e, per linee di 2000 km, si può valutare a circa il $3 \div 4\%$. Poichè, a tutt'oggi, la lunghezza di 1000 km si può ritenere un limite massimo per le linee di trasporto, il metodo di calcolo riportato si può ritenere che possa sostituire vantaggiosamente, in ogni caso, il metodo esatto che comporta operazioni lunghe e laboriose.

V. D. Ma.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

K. RIEDEL — **La sottostazione di distribuzione e di conversione di Halensée, e le sottostazioni di conversione di Nikolassee e Neubabelsberg delle Ferrovie della cintura e della "banlieu" di Berlino.** (A. E. G. Mitteilungen, 1930, n. 6, pag. 407).

Le ferrovie della città di Berlino (cintura e banlieu), delle quali è stata decisa l'elettrificazione nel 1926, sono alimentate a corrente continua a 800 volt. La corrente è fornita da raddrizzatori a vapore di mercurio installati in numerose piccole sottostazioni che trasformano la corrente trifase a 30 kV della rete.

Le diverse sottostazioni della cintura sono comandate a distanza da quattro sottostazioni di distribuzione tra le quali quella di Halensee. Sulle linee della banlieu l'alimentazione è assicurata da grandi sottostazioni comprendenti ciascuna quattro raddrizzatori comandati per ora a mano. L'A. descrive e illustra la grande sottostazione di Halensee comprendente delle vaste sale di distribuzione a 30 kV da una parte, e a corrente continua dall'altra, collegate dalla sala di comando a pianta ellittica. I quattro raddrizzatori installati, come quelli delle sottostazioni di Nikolasee e di Neubabelsberg (identiche come disposizione generale) forniscono in servizio continuo 1500 A a 800 V e debbono sopportare per contratto un carico variabile di 3000 A per 40 secondi seguito immediatamente da un abbassamento di carico fino a 300 A per 50 sec., poi di nuovo 3000 A per 40 sec., 300 A per 50 secondi e così via, ciò che corrisponde a un carico effettivo di 2015 A. Durante le prove eseguite dopo un anno di servizio ogni raddrizzatore è stato alternativamente caricato per due ore da un carico fino a 3000 A per 50 sec., e di 300 A per 40 sec., con una punta momentanea fino a 3700 A eseguita dopo due ore.

Le sottostazioni funzionano ormai da più di due anni senza inconvenienti, dimostrando ancora una volta i pregi dei raddrizzatori nel servizio per trazione.

A. Bs.

E. H. SCHAUBEL — **Rinnovamento del sistema di distribuzione a corrente continua della Northwestern Pacific Railroad.** (Gen. Elec. Rev., ottobre 1930, pag. 540).

La Northwestern Pacific Railroad gestisce un servizio combinato di navi traghetto fra S. Francisco e Sausalito e di treni elettrici da Sausalito ad altri piccoli centri della Marin County (California).

Nel 1928 gli impianti di conversione e di distribuzione della Compagnia comprendevano due sole sottostazioni: quella di Alto, con due gruppi di generazione termoelettrici da 1400 kW complessivi, un gruppo di conversione motore-dinamo da 1000 kW e due dinamo da 400 kW cadauna, destinate sia alla generazione diretta, per mezzo di due motrici a vapore, sia alla conversione di energia per mezzo di due appositi motori trifasi; e la sottostazione di San Anselmo con tre gruppi motore-dinamo da 500 kW ciascuno.

Nel 1928 fu intrapreso un generale e completo rinnovamento. Furono installate due nuove sottostazioni, completamente automatiche, la prima a Pine, con una convertitrice sincrona da 1500 kW e relativo equipaggiamento automatico, e la seconda a Baltimore Park, con un gruppo motore-dinamo da 1000 kW e relativo equipaggiamento. Anche la sottostazione di S. Anselmo fu resa completamente automatica e vi furono installate due nuove convertitrici sincrone da 1000 kW, mentre i tre gruppi motore-dinamo, prima esistenti, furono trasportati nella sottostazione di Alto, dalla quale venne totalmente rimosso l'impianto a vapore.

Per la sottostazione di Pine fu scelta una convertitrice con eccitatrice in derivazione, in vista dei forti carichi che si determinano in alcune ore di maggior traffico nel tronco alimentato, da Pine a Sausalito; nella sottostazione di S. Anselmo, invece, fu preferita per le due convertitrici l'eccitazione in compound, per poter mantenere la tensione della terza rotaia in questo punto a un valore costante. Sia queste due sottostazioni che l'altra di Baltimore Park vennero munite dei più moderni apparecchi automatici, dispositivi di avviamento e di marcia, interruttori ultrarapidi. ecc.; nella sottostazione di Alto fu conservato il comando a mano. Due posti di comando a distanza furono inoltre collocati a San Anselmo e a Baltimore Park.

C. G. E.

CRONACA

APPLICAZIONI VARIE.

Il *comando elettrico delle calandre* deve essere in grado di consentire alle stesse due velocità assai differenti l'una dall'altra: velocità di introduzione e velocità di calandratura. Questa condizione può essere disimpegnata applicando due motori asincroni opportunamente accoppiati. Secondo una disposizione descritta nella *Révue Brown Boveri* del novembre 1930, il motore principale che comanda la calandra mediante cinghia, è accoppiato, con giunto a frizione centrifugo ed attraverso ad un ingranaggio, ad un motore ausiliario. Per l'introduzione, si mette in moto quest'ultimo che comanda il motore principale e la calandra a bassa velocità. Il passaggio alla velocità di calandratura si ottiene alimentando il motore principale attraverso ad un controller. Quest'ultimo, quando il motore ha raggiunto una certa velocità, disinserisce dalla rete il motore ausiliario, il quale si trova già disinserito meccanicamente dal motore principale a causa del disinnesto del giunto a frizione.

V. D. Ma.

Il *comando individuale elettrico* delle macchine operatrici impone spesso la condizione che fra le velocità dei motori asincroni polifasi, impiegati allo scopo, sussistano rapporti determinati di velocità che devono mantenersi inalterati in tutte le condizioni di funzionamento delle macchine comandate. Questa esigenza, come dimostra L. Dreyfus in *E. u. M.* del 2 e 9 novembre 1930, rende necessaria l'inserzione dei motori secondo schemi opportuni coi quali si realizza la perfetta stabilità del funzionamento sincrono dei motori. L'A. espone in dettaglio la teoria della stabilità stessa ed applica ad alcuni esempi i risultati ottenuti.

V. D. Ma.

SOCIETA' SCIENTIFICHE. CONCORSI, ECC.

Premio Fondazione Montefiore. — E' aperto il nuovo concorso triennale al premio di 21.500 franchi belgi della Fondazione Giorgio Montefiore. Il premio viene attribuito al miglior lavoro originale sull'avanzamento scientifico e sul progresso delle applicazioni tecniche dell'elettricità in qualunque campo. Sono ammessi al concorso i lavori presentati nell'ultimo triennio. I lavori, redatti in lingua inglese o francese, stampati o dattilografati, devono pervenire non oltre il 30 aprile 1932, in 12 esemplari al Segretario-Archivista della Fondazione Giorgio Montefiore, (Liége - Rue Saint Gilles, 31).

Il *Congresso annuale della National Electric Light Association* (N.E.L.A.), il grande Ente elettrotecnico americano, sarà tenuto quest'anno nei giorni dall'8 al 12 giugno ad Atlantic City (N. Y.). Nelle sedute saranno discussi argomenti di grande interesse tecnico e commerciale. Al Congresso sono invitati anche tecnici di altri Paesi e delegati di Associazioni estere. Speciali facilitazioni di viaggio sono a tale scopo concesse.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Nel numero di settembre 1930 di « E.E.G. Mitteilungen » A. Peetz riferisce sulle *locomotive elettriche ad accumulatori usate nelle officine della Brumenstrasse* della A.E.G. e sui risultati del loro esercizio che ha ormai 24 anni. Le locomotive servono al trasporto dei vagoni nell'interno dell'officina, alla formazione dei convogli e al loro trasporto fino alla stazione della rete statale, che dista 1400 m. Le locomotive sono di due tipi: le più vecchie a 2 assi, da $10 \div 13$ tonn., e 17 kW, le altre a 4 assi da $36 \div 36$ tonn. e 60 kW. Esse non hanno mai richiesto riparazioni importanti, tranne il ricambio degli accumulatori; ciò dall'A. è in parte attribuito alle buone condizioni delle rotaie. Le locomotive fanno 2 servizi di 8 ore al giorno; durante le altre 8 ore si procede alla ricarica degli accumulatori.

A. Bs.

Nel numero di settembre 1930 di « A.E.G. Mitteilungen » W. Dräsel riferisce sui risultati dell'*esercizio elettrico della rete ferroviaria delle cave* della « Sächsische Granit A.G. » a Demnitz incominciato fin dal 1901 con un locomotore a linea di contatto aerea con 2 motori da 12 kW ciascuno e scartamento di 60 cm mentre la corrente occorrente era prodotta da una dinamo da 125 kW a 550 volt. Al primo seguirono altri otto locomotori da 68 kW mentre per la produzione della corrente fu dapprima impiantata una seconda dinamo da 200 kW e poi nel 1922, essendo stata allacciata la cava alla rete ad alta tensione della centrale di Bautzen, fu provveduto con un raddrizzatore a vapore di mercurio da 225 kW. La lunghezza totale della rete è di 13 km. Tutti i locomotori sono a due assi e due motori; le prese di corrente furono ad archetto nei primi, a rullino negli ultimi. I locomotori di potenza maggiore, che circolano in parte su percorsi con forti pendenze sono equipaggiati con freno a corto circuito.

A. Bs.

Fatevi Soci vitalizi!

Associazione Elettrotecnica Italiana
Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

Seduta del 20 *marzo* 1931. — Il Presidente, Ing. *Norsa*, si dichiara lieto e onorato di rivolgere per la prima volta il suo saluto agli egregi colleghi della Sezione di Milano, ai quali invia il suo commosso ringraziamento per la sua designazione a Presidente: rileva per altro che il suo compito non sarà facile, preceduto come è stato da insigni colleghi, alla cui opera non potrà che ispirarsi per mantenere la Sezione nel suo continuo ascensionale cammino di sviluppo.

Dà poi la parola all'Ing. **Pietro Cavazzuti**, Capo dei Sarvizi Sonori degli Stabilimenti Cines di Roma, sull'argomento: « **Apparecchi per la ripresa del film sonoro** ».

Il conferenziere inizia il suo dire ricordando i diversi metodi di registrazione sonora attualmente in uso: essi sono tre, quello su dischi, quello su film e quello su nastro di acciaio. I primi due metodi sono correntemente applicati nella tecnica cinematografica, ma il metodo a dischi, benchè più semplice, per quanto riguarda la riproduzione, ha degli svantaggi dal punto di vista della banda di frequenza che è possibile registrare, presenta un maggior rumore di fondo ed espone al pericolo di imperfetto sincronismo del suono con la fotografia. La registrazione su film viene fatta con due categorie di sistemi: quelli cosiddetti ad intensità, in cui i suoni vengono impressi per mezzo di una serie di annerimenti variabili sulla pellicola, e quelli detti ad area variabile in cui si ha un vero e proprio diagramma del suono, tracciato sul film. Il sistema ad intensità, usato dalla « Western » e dalla « Tobis », è molto delicato per quanto riguarda lo sviluppo e in genere tutto il trattamento fotografico. Il sistema ad area variabile (R.C.A. Photophone) è quello usato dalla « Cines » di Roma e dall'Istituto Nazionale « Luce »; esso è di funzionamento sicuro.

I problemi, a cui si rivolge attualmente lo studio dei tecnici, sono i seguenti: miglioramento della registrazione, specialmente dei suoni più acuti, per ottenere una riproduzione fedele della parola; aumento del campo di intensità riproducibile, in modo che sia possibile registrare per es. tutte le gradazioni di un brano orchestrale, dal « pianissimo » al « forte »; conservazione di una « qualità » costante delle voci lungo un determinato film, eliminando quelle differenze che produce l'acustica, sempre variabile, degli studi di presa.

Il sistema a nastro d'acciaio (Stilec) è stato ultimamente perfezionato, tanto che la registrazione del recente discorso di S.S. Pio XI è riuscita soddisfacentissima. Allo stato attuale sono però ancora assai gravi le difficoltà che si presentano per l'applicazione di questo sistema alla tecnica del cinematografo.

Il conferenziere è stato vivamente applaudito e il Presidente si è vivamente compiaciuto con lui per la profonda sua competenza in questo nuovissimo ramo della tecnica cinematografica, ricco di possibili futuri sviluppi e di promesse, ringraziando la Casa « *Cines* » e in particolare il Gr. Uff. *Stefano Pittaluga* per avere concesso che l'Ing. Cavazzuti parlasse ai Soci della Sezione.

La seduta viene poi tolta, dopo che l'Ing. Cavazzuti ha fornito alcuni chiarimenti richiesti dal socio, Ing. Giorgi, sul sistema a nastro d'acciaio.

* *

SEZIONE DI LIVORNO.

La sera del 20 *marzo u. s.* la sede sociale di Via Cairoli (Palazzo della Galleria), ebbe l'onore di accogliere il benemerito presidente gerale Grand'Uff. Prof. Ing. **Ugo Bordoni**, del quale era grandemente attesa una conferenza sul tema: « **Stato attuale e previdibili possibilità future della tecnica della produzione della luce** ». L'illustre conferenziere venne accolto al suo ingresso dal Presidente della Sezione di Livorno, Ing. Salvatore Attal, dal Vice-Presidente Dr. Lorenzo Girola, dal Segretario Cassiere Cav. Ing. Giuseppe Bizzarrini, dai Consiglieri Ing. Ausonio Danieli, Ing. Giancarlo Grillo, Comandante Cav. Ing. Ugo Ruelle e dai Consiglieri delegati Comm. Ing. Corrado Montanari, Comm. Ing. Giuseppe Salvini.

L'importanza del tema, e, più ancora, il valore dell'eccezionale conferenziere, avevano richiamato nella sede suacennata un folto numero di soci, tra cui spiccavano molti ufficiali della nostra Marina da guerra e non pochi docenti della nostra Accademia navale. L'illustre Podestà di Livorno, Conte Cav. di Gran Croce Marco Tonci Ottieri della Ciaia, aveva, con simpatico gesto, aderito alla riunione, facendosi rappresentare dall'Ing. Ausonio Danieli. Numerosi erano anche i soci del Sindacato Ingegneri, col loro Segretario generale Ing. Giuseppe Salvini.

Un entusiastico applauso salutò il Prof. Bordoni al suo apparire nella sala delle conferenze.

L'Ing. Attal, Presidente della Sezione, prese subito la parola e rivolse all'ospite illustre un elevato saluto, esprimendo la gioia che gli associati provavano nell'avere tra loro chi sta tanto degnamente a capo dell'A.E.I. ed aggiungendo che, purtroppo, una tale gioia veniva offuscata dall'amaro rimpianto per la sciagura aviatoria di Marina di Pisa, in cui i valorosissimi Maddalena, Cecconi e Damonte avevano lasciato la vita, tante volte cimentata in voli leggendari, per il trionfo dell'ala italiana e perchè il nome della Patria sia sempre più rispettato e temuto nel mondo.

Il Prof. Bordoni iniziò quindi la sua conferenza e seppe incatenare l'eccezionale uditorio per oltre un'ora, svolgendo, con rara maestria e con mirabile chiarezza, il tema che si era proposto.

Dopo brevi cenni sopra i progressi realizzati sino ad oggi dalla tecnica della produzione della luce, dalle lampade a fiamma alla incandescenza a gas, alle lampade elettriche ad arco, ad incandescenza a filamento di carbone ed a filamento metallico, il conferenziere mise in evidenza che la migliori lampade attuali sono sempre assai lontane, sia come colore di luce emessa, sia, sopratutto, come efficienza, dal massimo teoricamente sperabile.

Il Prof. Bordoni passò poi ad esporre come la questione del miglioramento della struttura spettrale della luce emessa, già da oggi non appare difficilissima; chè nei casi nei quali essa acquista una grande importanza, le preoccupazioni economiche possono essere messe fortunatamente in seconda linea, ed è quindi lecito ricorrere a varie soluzioni — alcune delle quali recentissime — abbastanza soddisfacenti.

Assai più complesso, aggiunse l'oratore, è invece il problema dell'aumento radiale della efficenza delle lampade, cioè dell'ottenimento di quantità di luce meno inadeguate alla quantità d'energia consumata. La discussione delle condizioni attuali di funzionamento delle lampade a filamento di tungsteno in gas inerte, e quella delle leggi dell'irradiamento per temperatura, conduce alla conclusione che il tipo attuale di lampada potrà, bensì, subire perfezionamenti importanti, ma non tali da far variare addirittura, come sarebbe necessario, l'ordine di grandezza delle efficienze attuali; nè, allo stato presente della scienza, sarebbe ragionevole che questo possa ottenersi sostituendo il tungsteno con altri corpi.

Con mirabile chiarezza il Prof. Bordoni dimostrò, in modo pienamente convincente, che si presenta aperta, invece, la via della utilizzazione dei fenomeni di emissione per luminescenza. E qui espose in chiara sintesi le vedute attuali sulla struttura dell'atomo, s'intrattenne su la discussione sommaria della teoria quantistica della emissione, su l'origine e su la struttura degli spettri d'amissione, sul meccanismo probabile dei fenomeni di elettroluminescenza.

Successivamente, il dotto conferenziere, che quanto più s'inoltrava nell'interessante argomento, tanto più si dimostrava assoluto padrone del campo, passò a dire della possibilità di lampade fondate sulla elettroluminescenza, possibilità nota da tempo (tubi di scarica a gas rarefatto), aggiungendo che i risultati sono stati fin qui poco incoraggianti dal punto di vista delle efficienze ottenute, per causa delle circostanze poco favorevoli nelle quali le lampade funzionavano.

Il Prof. Bordoni intrattenne poi il numeroso e attentissimo uditorio su la discussione delle condizioni di produzione dei fenomeni di elettroluminescenza e sulla possibilità di riduzione dei fenomeni parassitari e delle conseguenti dissipazioni di energia; su l'uso di catodi caldi a base di ossidi e su l'aumento delle intensità di scarica sino all'ottenimento di luminosità paragonabili a quelle delle usuali lampade ad incandescenza; sugli artifici per impedire l'eccessivo riscaldamento delle pareti dei tubi di scarica. Espose i risultati conseguiti di recente in America ed in Germania con lampade a neon ed a vapori di sodio. Concluse che il raggiungimento, sia pure in condizioni speciali di laboratorio, di rendimenti luminosi dell'ordine del 70 per cento, dimostra che è forse per questa via che potrà ottenersi, sempre per mezzo dell'energia elettrica, un radicale progresso nella tecnica della produzione della luce.

Una prolungata ovazione salutò la chiusa della dotta e smagliante conferenza, dopo di che i presenti si fecero attorno all'oratore, col quale iniziarono una elevata conversazione di indole tecnica, toccando molti argomenti relativi ai più recenti sviluppi della scienza elettrotecnica e delle sue applicazioni.

Alle ore 24 la riunione si sciolse, dopo che tutti gli adunati ebbero formulato un voto caldissimo: quello di poter presto rivedere a Livorno l'illustre Prof. Bordoni e di riudirne ancora l'alta parola di scienziato insigne e di conferenziere mirabile.

La conferenza del Prof. Ing. Ugo Bordoni segna, per la Sezione livornese dell'A.E.I., un promettente risveglio. Essa è il sintomo sicuro di una feconda ripresa di attività e rappresenta l'inizio — che non poteva essere più solenne — di un ciclo di conferenze chè varranno efficacemente a tener desto negli associati l'interesse per i problemi che toccano da vicino la scienza e l'industria, e ai quali l'Italia, dalla quale si diffuse sempre, nel mondo, la luce del pensiero e delle opere, deve sempre guardare con gelosa attenzione.

Il Consiglio direttivo della Sezione di Livorno ha in programma anche una serie di gite istruttive. La prima sarà quella all'Isola d'Elba, e avverrà nel prossimo mese di maggio.

Tutto ciò deve incoraggiare gli studiosi delle discipline elettrotecniche e delle loro pratiche applicazioni, a inscriversi soci della A.E.I.: per il quale intento si sta costituendo, nel seno della Sezione livornese, un Comitato di propaganda che offra affidamento di feconda operosità.

* *

SEZIONE DI ROMA.

L'Assemblea generale ordinaria dei Soci indetta per le ore 21,15 del 6 febbraio 1931 in prima convocazione col seguente *Ordine del giorno*:

1°) Comunicazioni della Presidenza;
2°) Situazione finanziaria e bilanci;
3°) Nuovo regolamento della Sezione;
4°) Elezione delle cariche Sociali;
5°) Varie ed eventuali.

è stata tenuta in seconda convocazione alle ore 22,30 dopo la interessante e applaudita conferenza dell'Ing. **Felice Fiorentini** sul tema: «**Il comando automatico applicato alle macchine elettriche**».

Il Presidente alle ore 22,30 apre l'assemblea e svolge il primo argomento dell'ordine del giorno:

Comunicazioni della Presidenza.

Riassume brevemente l'attività della Sezione nel 1930 costituita da gite e conferenze, ed espone il programma per l'anno in corso. Quest'anno, il Presidente dice, si terranno numerose riunioni e si effettueranno alcune gite, in modo da poter passare in rassegna i più importanti ed interessanti problemi ed argomenti dell'elettrotecnica.

Fa presente inoltre quanto sia importante che ognuno faccia una propaganda atta ad aumentare il numero dei soci; e comunica il movimento di essi avvenuto dal 25 marzo 1930 al 31 dicembre 1930, dal quale risulta una diminuzione di soci dovuta principalmente a passaggio ad altre Sezioni ed a qualche caso di radiazione per morosità od irreperibilità.

Ricorda inoltre con parole di rimpianto i Soci defunti.

Situazione Finanziaria e Bilanci.

Il Presidente illustra la situazione finanziaria della Sezione facendo rilevare come essa sia buona. Presenta il bilancio consuntivo 1930 e quello preventivo per il 1931. Essi furono compilati dal Cassiere Ing. Mazzolani, revisore il Vice-Presidente Ing. Di Cave. I detti bilanci hanno già avuta l'approvazione del Consiglio Direttivo.

Nuovo Regolamento della Sezione.

Il Presidente riferisce che la Commissione per il lavoro delle Sezioni, nella riunione che tenne il 19 settembre 1930 a Trieste, decise, tra l'altro, di unificare, nei limiti del possibile, le norme interne ed amministrative con le quali le Sezioni si reggono, e che rimase affidato alla Presidenza Generale il compito di predisporre una traccia, sia per il nuovo regolamento interno, sia per la compilazione dei bilanci annuali.

La Presidenza Generale compilò un Regolamento che riscosse la unanime approvazione del Consiglio Direttivo; e di cui copie furono tenute a disposizione dei Soci nei locali della Sezione. Recentemente la Presidenza Generale suggerì di aggiungere, il sguente articolo:

«Il Presidente Generale e gli ex Presidenti Generali (i quali già di diritto sono Membri del Consiglio Generale dell'Associazione ai sensi dell'Art. 12 dello Statuto) Soci della Sezione, vengono, a tutti gli effetti, considerati come Consiglieri Delegati della Sezione, in aggiunta a quella previsti dall'art. 13 dello Statuto».

Il Presidente chiede se nessuno ha osservazioni da fare in merito: nessuno chiede la parola e il nuovo regolamento interno per la Sezione di Roma, messa ai voti, viene approvato all'unanimità.

Elezione delle cariche sociali.

Le cariche che debbono essere rinnovate sono:

Consiglieri di Sezione. — Ulisse Del Buono, Giuseppe De Stefani, Alberto Faranda, Salvatore Passeri.

Consiglieri Delegati. — Anastasio Anastasi, Giulio De Marchi, Luigi Lombardi, Salvatore Padovano, Giuseppe Pession, Ugo Vallecchi.

Si deve inoltre nominare il nuovo Segretario della Sezione in sostituzione dell'Ing. Asta dimissionario.

Il Presidente prima di distribuire ai presenti le schede invitandoli a riempirle, informa che un autorevole gruppo di Soci gli ha presentato la seguente lista:

Consiglieri di Sezione. — Anastasi Ing. Anastasio, Asta Ing. Antonino, Fascetti Ing. Carlo, Pession Prof. Giuseppe.

Consiglieri delegati. — Bordoni Ing. Ferdinando, De Stefani Ing. Giuseppe, La Valle Ing. Ernesto, Dott. Eugenio Martorelli, Riccioni Ing. Nestore, Terzaghi Ing. Giulio.

Segretario. — Puccinelli Ing. Vincenzo.

Alcuni presenti chiedono che il Presidente ne proponga la elezione per acclamazione.

Il Presidente dispone in tal senso e la lista viene approvata per acclamazione.

Il Consiglio resta quindi così costituito:

Urbinati Ing. Mario - *Presidente;*
Di Cave Ing. Vito - *Vice-Preside.*
Puccinelli Ing. Vincenzo - *Segretario;*
Mazzolani Ing. Giulio - *Tesoriere.*
Anastasi Ing. Anastasi, Asta Ing. Antonino, Biagini Ing. Augusto, Clarini Ing. Luigi, Di Pirro Prof. Giovanni, Fano Ing. Guido, Fascetti Ing. Carlo, Gori Ing. Vittorio, Grillo Ing. Guido, Pession Prof. Giuseppe, Salvadori Ing. Riccardo, Schupfer Ing. Francesco - *Consiglieri di Sezione;*

Bordoni Ing. Ferdinando, Bonati Ing. Isidoro, Colombo Ing. Attilio, De Stefani Ing. Giuseppe, La Valle Ing. Ernesto, Martorelli Dr. Eugenio, Neri Ing. Filippo, Puccioni Ing. Corrado, Riccioni Ing. Nestore, Terzaghi Ing. Giulio, Tronconi Ing. Giuseppe - *Consiglieri Delegati.*

Il Presidente invia un saluto ai presenti bene augurando per la sempre maggiore espansione ed attività dell'Associazione; e toglie la seduta alle ore 23,20.

* *

SEZIONE DI TORINO

La sera del 20 marzo il socio, Ing. **Elia Migliau** della Ditta Marelli, davanti a numerosi soci dell'A. E. I. e del Sindacato Ingegneri, ha tenuto l'annunciata comunicazione sul tema: «**Impianti italiani di propulsione elettrica navale**»

La comunicazione verrà inviata per la pubblicazione sulla nostra Rivista, ed in gran parte è contenuta in un volumetto riccamente illustrato che la Ditta Marelli ha distribuito in omaggio ai presenti. Perciò se ne darà qui appena un rapido cenno.

L'Oratore, presentato dal Presidente, Ing. Guido Peri, illustra anzitutto lo sviluppo raggiunto in Italia ed all'estero dalla propulsione elettrica nelle costruzioni navali.

In Italia la prima nave a propulsione elettrica è stata la R. Nave Scuola «Cristoforo Colombo» costruita nei cantieri di Castellamare 600 kW a 120/150 giri.

Essa ha un dislocamento di 3515 tonn. L'apparato motore consta di due gruppi generatori, formati ciascuno da un motore Diesel-Tosi direttamente accoppiato a dinamo Marelli da 750 kW con tensione variabile tra 0 e 230 volt, che disimpegna pure i servizi ausiliari della sala macchine. I motori elettrici sono due: ognuno di essi sviluppa 800 HP a 120/150 giri.

L'Oratore illustra ampiamente questo sistema motore e la sua disposizione sulla nave, la stazione di comando di plancia e di sala macchine, la doppia linea d'asse e infine descrive la centrale ausiliaria per i servizi di bordo e il comando automatico degli argani di tonneggio.

Altre navi italiane dotate di propulsione elettrica sono una nave frangiroccia per i lavori portuari, la barca pompa «Santa Barbara» del porto di Genova, le navi traghetto «Scilla» e «Cariddi» delle Ferrovie dello Stato.

Una seconda Nave Scuola della Marina da Guerra la «Amerigo Vespucci», dotata pure di propulsione elettrica, entrerà in servizio nel corrente anno.

L'oratore si augura che i nostri armatori e costruttori navali diano al problema della propoulsione elettrica l'importanza che essa merita e che le sue applicazioni in Italia si estendano, ricordando che all'estero vi sono recenti esempi di apparati di alta potenza per navi passeggeri da 40.000 tonn. ed oltre.

La brillante comunicazione, illustrata con numerose proiezioni, è stata seguita con vivissima attenzione dal numeroso uditorio che alla fine ha lungamente applaudito l'oratore.

Il Presidente si congratula con l'Ing. Migliau, elogiandone la profonda competenza nell'argomento, e lo ringrazia per aver consentito a ripetere per i soci di Torino la sua comunicazione già tenuta con pieno successo a Milano.

La seduta è sciolta alle ore 23.

.. .. ATTIVITÀ DELLE SEZIONI .. ..

SEZIONE DI NAPOLI (Via Chiaia, 216).

3 Maggio. — Gita al Vesuvio in unione ai Colleghi della Sezione di Roma. Partenza da Napoli alle ore 11,40.

SEZIONE DI ROMA (Via delle Coppelle, 35).

1 Maggio. - ore 21,15. — BAJOCCHI Prof. Ing. Umberto: «Il ricupero d'energia nella trazione elettrica a correnti alternate».

2 Maggio - ore 21,15. — BAJOCCHI Prof. Ing. Umberto: «Il ricupero d'energia nella trazione elettrica a corrente continua».

3 Maggio. — Gita al Vesuvio in unione ai Colleghi della Sezione di Napoli. Partenza da Roma alle ore 7,50.

8 Maggio. — Ing. ZANNI: «Il servizio telefonico automatico nella 4ª Zona secondo il sistema celere T.E.T.I.».

SEZIONE DI TRIESTE (Via Mazzini, 30).

3 Maggio. — Visita della nuova cabina di trasformazione di Opicina della Società Elettrica della Venezia Giulia. Alla visita della cabina seguirà una gita sull'altopiano Carsico.

Prof. ANGELO BARBAGELATA, Direttore responsabile.

(I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 15 Maggio 1931 - ANNO IX N. 14

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La protezione delle macchine sincrone contro i guasti interni.

L'odierna puntata del lavoro dell'Ing. SANTUARI considera i molteplici aspetti sotto cui può essere veduto il problema della diseccitazione rapida delle macchine sincrone una volta che, per guasti interni intervenuti, gli organi di protezione (differenziali p. es.) abbiano provveduto a distaccare la macchina dal servizio.

Il crescere delle potenze concentrate in una sola unità nei moderni impianti, e con esse dei tempi necessari per conseguire l'arresto delle macchine una volta che ne sia scattato l'interruttore automatico, fanno intuire la importanza che ha assunto oggi il problema; l'aspetto energetico del quale è d'altro canto per più lati interessante.

Fenomeni dinamici e fenomeni termici.

Quanto più la nostra conoscenza penetra in profondità nello studio della natura, più chiara si palesa la meravigliosa coordinazione che lega tutti i fenomeni e che imprime alla natura intera una logica unità di concezione la quale, trovando la sua ragione nell'unico atto creativo, ancora sfugge nel suo complesso al faticoso lavoro delle grandi sintesi scientifiche, ma getta pur tuttavia sprazzi e bagliori di luce anche nei minori e particolari fenomeni. E' avvenuto così che le barriere altre volte rigide fra le diverse scienze sono andate cadendo e relazioni sempre più intime si sono riconosciute fra fenomeni che si erano creduti fra loro estranei e diversissimi. E' questo uno degli aspetti più notevoli e interessanti del progresso scientifico e quello che forse più di ogni altro al progresso stesso ha giovato.

Ciò spiega anche come spesso avvenga che studi e ricerche di carattere puramente speculativo e teorico, si illuminino improvvisamente di riflessi pratici ed applicativi.

Un esempio, non recentissimo ma singolarmente istruttivo, di questa correlazione ci è offerto dalle strette relazioni che, dai primi studi del Reynolds in poi, si sono andate riconoscendo fra i fenomeni di ordine meccanico che intervengono nel movimento dei fluidi entro condotti e i fenomeni di trasmissione di calore fra il fluido stesso e le pareti del condotto. Si deve appunto alla migliore conoscenza acquisita sulle leggi che governano il movimento dei fluidi, se si sono potuti compiere dei progressi non trascurabili anche nello studio della convezione del calore.

Molto tuttavia resta ancora da fare in questo campo perchè il movimento dei fluidi a regime turbolento è così vario e complesso che siamo ben lontani dall'averne una conoscenza adeguata. Sulla difficile questione il DEL NUNZIO, che già su queste colonne si è occupato autorevolmente del problema, porta oggi un nuovo e interessante contributo di delicate esperienze.

Comitato Elettrotecnico Italiano.

Pubblichiamo in questo numero la minuta del Verbale della seduta plenaria del Comitato Elettrotecnico, tenutasi a Milano il 20 aprile u. s. Secondo il Nuovo Regolamento che in tale seduta fu provvisoriamente adottato — e che è riportato nel Verbale — la « minuta » diventerà « testo definitivo » se entro un mese dalla pubblicazione non giungeranno alla Segreteria osservazioni in merito.

LA REDAZIONE.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUI SINCRONI E SUGLI ASINCRONI □ □ □ □

E. SANTUARI

AEI Comunicazione riassunta alla Sezione di Milano il 23 maggio 1930

(Continuazione, v. N. 13, pag. 290)

3. - Sistemi di diseccitazione.

a) **La diseccitazione, le ragioni che la consigliano e i fattori che determinano la scelta del sistema.**

Una macchina, una volta messa in servizio, deve essere mantenuta in esercizio fino a tanto che le condizioni (richiesta o disponibilità di energia, ecc.) lo rendono necessario. Se però, durante il suo funzionamento si manifesta in essa un guasto qualsiasi, occorre immediatamente staccarla, provvederne all'arresto nel più breve tempo possibile, ricorrendo eventualmente all'impiego di freni. Questo non basta. Occorre inoltre diseccitare la macchina nel modo più rapido, per impedire che il guasto si propaghi e assuma proporzioni maggiori.

Per eccitare una macchina, nel nostro caso una macchina sincrona, è necessario impiegare una certa quantità d'energia, che viene immagazzinata nella macchina stessa sotto forma di energia magnetica: per mantenerla eccitata a condizioni costanti di regime qualsiasi richiesta d'energia sarebbe inutile, qualora le perdite di eccitazione non esistessero, se quindi la resistenza dell'induttore fosse nulla. Diseccitando la macchina, questa energia magnetica, che esiste allo stato potenziale, diviene libera e deve venire smaltita in qualche maniera.

Il fenomeno è del tutto analogo a quello della messa in moto e dell'arresto di una massa rotante. Anche qui bisogna impiegare una determinata quantità di energia per portarla ad una velocità ben definita; per mantenerla a questa velocità ogni ulteriore impiego d'energia sarebbe superfluo, qualora non esistessero le diverse perdite (di attrito, ventilazione, ecc.). Volendo arrestare la massa rotante, bisogna che la quantità d'energia accumulata nella stessa venga smaltita in un modo o nell'altro.

Possono bastare a questo scopo le sole perdite. Sappiamo però che in tal caso, a seconda della velocità e del momento d'inerzia della massa rotante, il tempo d'arresto può avere una durata considerevole e raggiungere anche parecchie decine di minuti. Posto che nella massa rotante, che può essere p. es. costituita dalle parti rotanti di un alternatore, o nell'alternatore stesso si produca un guasto meccanico, è indispensabile che l'arresto totale della macchina abbia luogo in un tempo assai più breve, colla massima rapidità possibile, per porre la macchina al riparo da ogni estendersi del guasto.

Lo stesso può dirsi per la diseccitazione delle macchine elettriche. Il ritmo naturale della diseccitazione può risultare eccessivamente lento per macchine potenti e veloci e va accelerato nella misura del possibile impiegando mezzi opportuni.

Il ritmo del decorso del fenomeno di diseccitazione dipende evidentemente anzitutto da due elementi principali propri dell'alternatore: la quantità di energia magnetica accumulata nella macchina e la sua inerzia magnetica.

La quantità di energia magnetica è in relazione diretta colla potenzialità della macchina stessa, colla induzione delle diverse parti costituenti i circuiti magnetici e colla loro riluttanza. Un calcolo elementare può dimostrare, come del resto può fare in parte l'esame stesso della caratteristica magnetica della macchina, che una parte notevole dell'energia magnetica non ha sede nei circuiti costituiti da materiale magnetico che hanno maggior volume (ferro), ma bensì nel traferro. E'

per questa ragione che il valore dell'energia magnetica immagazzinata in un trasformatore può importare solo una piccola frazione (pochi decimi o meno a seconda dei casi) di quella accumulata in un alternatore della stessa potenza.

Da queste considerazioni e da quanto è stato esposto nel capitolo 1° si vede perciò che p. es. i sincroni destinati a fornire potenze specifiche elevate in regime sottoeccitato e perciò provvisti di traferro abbondante richiedono una notevole quantità d'energia magnetica per venire éccitati e portati a condizioni normali di funzionamento.

L'inerzia magnetica di una macchina dipende invece dalle costanti di tempo dei suoi circuiti. Queste avranno un valore massimo per alternatori a piccolo numero di poli (coefficiente di autoinduzione elevatissimo e resistenza ohmica ridottissima del circuito induttore).

Un terzo elemento concorre a determinare la durata del periodo della diseccitazione di un alternatore: la conformazione del suo circuito magnetico. Altra cosa è se l'alternatore è munito di poli massicci o lamellati, se il suo rotore è provvisto di avvolgimento smorzatore e se questo ha bassa o elevata resistenza ohmica.

In un alternatore a poli massicci p. es. si producono durante il decorso della diseccitazione delle correnti parassite nei poli, che contribuiscono anch'esse a smaltire una parte dell'energia magnetica e ad accelerare il ritmo della diseccitazione.

Così pure il fatto stesso che nel circuito d'eccitazione dell'alternatore si trovi inserita una resistenza (reostato) di un certo valore concorre ad aumentare la rapidità di diseccitazione.

Queste considerazioni mostrano in che maniera la scelta del sistema di diseccitazione dipenda dalla potenzialità e dalle caratteristiche della macchina.

La quantità di energia magnetica accumulata in un alternatore, che potrà raggiungere l'ordine di grandezza di migliaia di chilogrammetri, è esigua, se paragonata a quella che può essere immagazzinata nelle parti rotanti di grandi macchine o di volani.

La pratica insegna infatti che la durata del periodo di diseccitazione naturale di grandi alternatori si conta in secondi, invece che in minuti primi come quella necessaria per l'arresto delle masse rotanti; essa però può raggiungere per macchine potenti e a piccolo numero di poli parecchie decine di secondi. Tempi di quaranta, cinquanta secondi non sono rari nei nostri impianti moderni equipaggiati di potenti velocissime unità.

La ragione prima per cui molte volte, ad onta dell'esiguo valore dell'energia magnetica accumulata in un alternatore, i guasti si manifestano in maniera assai violenta e danno luogo ad effetti disastrosi, ad onta che l'alternatore sia stato staccato dalla rete e gli sia stata tolta la tensione di eccitazione immediatamente subito dopo il rivelarsi del guasto, è evidente. L'entità del guasto è nella maggior parte dei casi opera solo in misura del tutto trascurabile della energia magnetica: essa è dovuta quasi esclusivamente alla energia meccanica accumulata nelle parti rotanti che, trasformata in energia elettrica per mezzo dell'alternatore, tende a scaricarsi sul punto del guasto. L'energia magnetica procura solamente a mantenere la tensione che tiene adescato il fenomeno.

I guasti poi o fenomeni anormali d'esercizio che possono aver luogo in un alternatore e che ne richiedono la immediata messa fuori di circuito con conseguente rapida diseccitazione sono molteplici. Alcuni di essi, i più rari, come p. es. il corto circuito franco su tutte e tre le fasi e in parte quello su due fasi dell'alternatore, contribuiscono di per se stessi ad intensificare l'azione della diseccitazione in virtù della forte reazione d'indotto alla quale danno luogo. I più pericolosi invece, quali i corti circuiti fra spire, archi fra le testate degli avvolgimenti, archi a massa, ecc., possono produrre una reazione d'indotto di valore trascurabile e perciò rendono indispensabile per le grandi unità non solo la diseccitazione naturale del rotore ottenuta levando semplicemente la tensione di eccitazione, ma costringono a ricorrere immediatamente anche ad altri mezzi energici che ne intensificano la azione e che consistono in generale in una controeccitazione.

Queste misure sono necessarie per ridurre a pochissimi secondi la durata del periodo di diseccitazione e non dare modo e tempo al guasto di estendersi, limitandone al minimo le proporzioni. Si può preservare così la macchina dall'incendio delle testate di avvolgimento, facile a prodursi in causa dell'energica ventilazione, o da grandi e profonde bruciature del pacco lamiere che ne renderebbero necessaria la sostituzione parziale e costringerebbero a tener fuori di servizio la macchina per un periodo assai lungo.

E' chiaro perciò che la diseccitazione rapida costituisce la prima e una delle principali misure di protezione che in caso di guasti devono venire messe istantaneamente in opera a mezzo dei relais selettivi. Ogni secondo di guadagnato nella durata del periodo di diseccitazione può avere valore considerevolissimo.

Come nell'arresto rapido di grandi masse rotanti a velocità elevate a mezzo di frenature troppo energiche si possono produrre delle sollecitazioni pericolose per il materiale, tali da mettere un limite alla intensità della frenatura e quindi alla rapidità dell'arresto, così anche negli alternatori la azione della controeccitazione applicata al rotore per diseccitare nel più breve tempo possibile la macchina deve essere contenuta, a seconda delle caratteristiche dell'alternatore, entro limiti ragionevoli per preservare l'avvolgimento induttore da sovratensioni eccessive e pericolose per la incolumità del suo isolamento.

La meccanica del fenomeno della diseccitazione è assai semplice. Il rotore (induttore) di un alternatore coll'intero circuito magnetico può considerarsi come una bobina d'induzione percorsa da corrente continua. Per mantere la eccitazione ad un certo valore occorre applicare al rotore una determinata tensione data p. es. da una eccitatrice che lo alimenta direttamente, la quale fa circolare la corrente d'eccitazione necessaria.

Si supponga che questa tensione venga tolta di colpo portando istantaneamente a zero quella della eccitatrice. Il rotore si trova così chiuso in corto circuito: per legge naturale di reazione il campo dell'induttore tende a rimanere invariato; la corrente di eccitazione che esisteva nell'attimo immediatamente antecedente tende a permanere inalterata continuando a percorrere il rotore nello stesso senso.

Per effetto della resistenza dell'avvolgimento rotorico e delle perdite parassite, che hanno luogo nei circuiti magnetici, in modo speciale nei poli massicci dell'induttore, l'energia magnetica accumulata nella macchina viene però gradatamente smaltita e la sua corrente di eccitazione e la sua tensione si portano a zero. La macchina si diseccita.

Durante il decorso del fenomeno la tensione agli estremi dell'avvolgimento induttore, chiuso in corto circuito, rimane evidentemente nulla.

Se invece all'inizio della diseccitazione si inserisce una resistenza nel circuito dell'avvolgimento induttore, essa non riduce ben inteso il valore iniziale della corrente, che rimane invariato come prima, ma dà luogo ai suoi estremi, appunto in causa di questa corrente che la percorre, ad una caduta di tensione che agisce sull'avvolgimento induttore come una controeccitazione, intensificando l'azione di diseccitazione. Aumentando il valore di questa resistenza si aumenta il valore della tensione di controeccitazione e si riduce così ulteriormente la durata del periodo di diseccitazione. Quanto maggiore è il valore della resistenza, tanto maggiore è la caduta di tensione ai suoi estremi, quindi la tensione di controeccitazione applicata ai capi dell'avvolgimento induttore, e tanto più celere il ritmo della diseccitazione.

Sembrerebbe quindi più conveniente di andare senz'altro al limite estremo: di aprire semplicemente il circuito induttore, inserendo in altre parole nel circuito una resistenza di valore infinito, perchè la diseccitazione totale sia istantanea.

E' chiaro però che una diseccitazione istantanea darebbe luogo ad una sovratensione di valore infinito, perchè in questo caso l'energia magnetica non avrebbe la possibilità di scaricarsi. In realtà però questa estrema rapidità della diseccitazione non si può realizzare, anche volendo, mediante la apertura del circuito induttore, per due ragioni. L'arco di estracorrente, violentissimo, che si formerebbe all'apertura del circuito di eccitazione, costituirebbe di per se stesso una resistenza di valore gradatamente crescente che smorzerebbe sensibilmente il valore della sovratensione. In secondo luogo nelle parti medesime della macchina (circuito magnetico) si produrrebbero sempre per effetto della variazione del flusso magnetico delle perdite parassite che alla loro volta si opporrebbero ad una variazione di flusso troppo rapida e abbasserebbero quindi anch'esse la sovratensione.

Questo però non significa che la diseccitazione prodotta colla semplice apertura del circuito di eccitazione possa farsi in tutti i casi. La applicazione di questo metodo può essere eseguita solo con alternatori, che per la loro costruzione speciale (circuito magnetico, presenza di un avvolgimento smorzatore di caratteristiche convenienti) diano la sicurezza di potere smaltire con un'intensità sufficiente quella quantità di energia magnetica necessaria per impedire variazioni di flusso troppo brusche e sovratensioni pericolose nell'avvolgimento rotorico.

Gran parte dei turboalternatori di costruzione moderna, che per parecchi motivi sono provvisti di un avvolgimento smorzatore convenientemente costruito e abbondantemente proporzionato, permettono l'applicazione di questo metodo di diseccitazione. Il suo impiego va ad ogni modo fatto dal costruttore stesso della macchina, o sotto sua esplicita responsabilità dietro sue indicazioni precise.

La diseccitazione di un alternatore non deve venire confusa colla limitazione automatica della corrente, che è praticata in molti impianti moderni per ridurre le sovracorrenti. La prima è una misura che viene adottata nella messa fuori di servizio all'atto dello stacco della macchina, collo scopo principale di limitare l'entità di guasti incipienti. Essa può, come si vedrà, servire anche a proteggere la macchina da sopraelevazioni di tensione all'apertura dell'interruttore di macchina. La seconda invece viene fatta nel corso dell'esercizio collo scopo di assicurarne possibilmente la continuità. Può in certe condizioni speciali limitare anche l'entità di guasti di ben determinata na-

tura (corti circuiti ai morsetti, corti circuiti interni o anche talvolta corti circuiti a massa che interessino in misura sufficiente il collegamento al centro stella di almeno una fase) se il dispositivo limitatore di corrente è alimentato mediante tre riduttori, uno per fase, inseriti sui collegamenti del centro stella. Quest'azione del limitatore di corrente è però di ordine del tutto accessorio, perchè non può dare affidamento sufficiente per la protezione della macchina contro guasti interni, per la quale occorre intervenga la diseccitazione totale. Non può quindi sostituirla.

In una discussione tenutasi una dozzina d'anni fa alla Sezione di Milano della A.E.I. si accennò alla convenienza di far precedere all'apertura dell'interruttore di macchina l'inizio della diseccitazione o viceversa. Ci sembra di poter dare a questa domanda una risposta definitiva.

Nessun inconveniente di funzionamento nè per la macchina nè per l'impianto vediamo derivare dal fatto che l'inizio della diseccitazione preceda l'apertura dell'interruttore, quando l'inerzia magnetica della macchina abbia un valore notevole, come succede nelle grosse unità delle moderne centrali. In questi casi in qualsiasi condizione di funzionamento la precedenza dell'inizio della diseccitazione sullo scatto dell'interruttore non può essere che vantaggiosa, perchè tende a diminuire il lavoro di apertura dell'interruttore stesso e non giunge in tempo a turbare l'esercizio dell'impianto. E' una norma che abbiamo seguito nell'esecuzione di parecchi impianti e che ci ha dato piena soddisfazione. Si è bloccata l'apertura dell'interruttore di macchina coll'azionamento del dispositivo di diseccitazione in modo che l'apertura del primo sia in ogni caso comandata dall'entrata in funzione del secondo e avvenga quindi immediatamente dopo. E' stata anzi bloccata anche la posizione del reostato di campo della macchina col dispositivo (interruttore) di diseccitazione in maniera che quest'ultimo possa chiudersi solo quando il reostato è nella posizione di zero.

Questa condizione deve venire necessariamente soddisfatta per evitare che la tensione dell'alternatore, dopo raggiunto il valore zero, venga ripristinata e possa dare nuovo alimento al guasto.

E' chiaro anche che il sistema di diseccitazione più rapido sarebbe quello in cui la tensione di controeccitazione mantiene durante tutto il decorso della diseccitazione il valore iniziale massimo compatibile col grado di isolamento dell'avvolgimento induttore. Un sistema di questo genere non sarebbe di impossibile esecuzione: richiederebbe però l'impiego di relais di tensione di dubbia efficacia, che costituirebbero una complicazione della apparecchiatura.

E infatti nulla ci consta dell'applicazione pratica di un dispositivo vero e proprio di diseccitazione funzionante a questo modo.

Esiste però e si trova già in funzione in alcuni impianti un sistema simile realizzato mediante l'impiego di un regolatore di tensione del tipo idraulico (Thoma), che per mezzo di una ingegnosa modificazione di piccola entità e di semplice esecuzione si presta a servire anche da diseccitatore. Perchè esso possa dare una controeccitazione la sua applicazione presuppone naturalmente che il reostato di campo dell'alternatore, comandato dal regolatore, sia munito di tasti per la controeccitazione.

Il suo principio essenziale di funzionamento consiste nel fatto che il relais di protezione (differenziale, di terra, ecc.) destinato ad azionare anche la diseccitazione, fa chiudere la bobina voltometrica del regolatore di tensione su un circuito a corrente continua a tensione costante di valore opportuno. In questa maniera il regolatore viene costretto a funzionare come se la tensione dell'alternatore, che esso controlla, raggiungesse valori elevatissimi superiori a quelli normali di esercizio e porta immediatamente il reostato di campo nella posizione di massima controeccitazione, dove, in virtù della costruzione stessa dell'apparecchio, sui cui dettagli non è il caso di dilungarsi, permane fino a che la tensione dell'alternatore è scesa a valore zero.

La rapidità della diseccitazione così ottenuta è naturalmente fun-

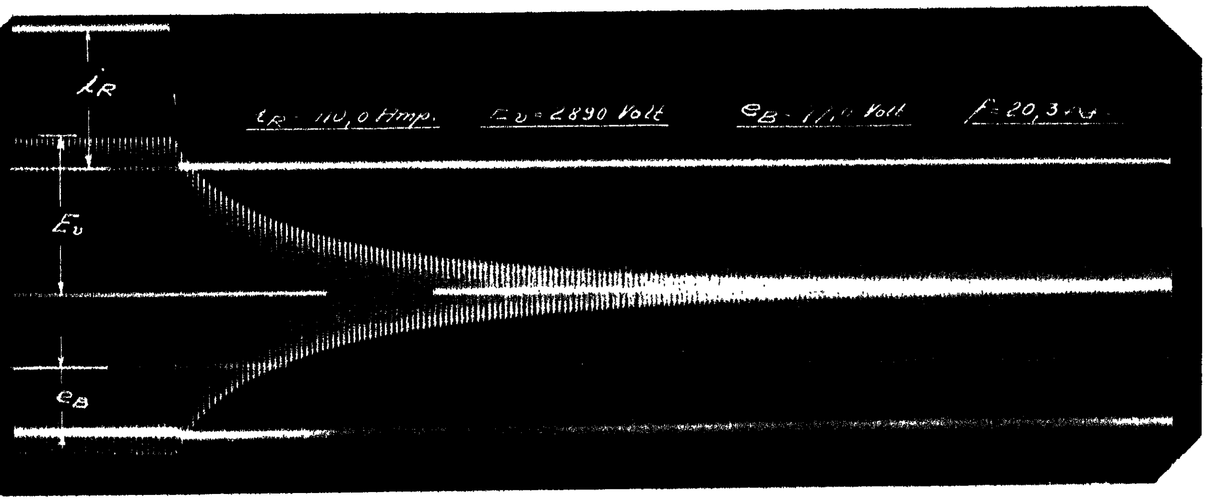


Fig. 38. — Oscillogramma di diseccitazione di un turboalternatore mediante apertura del suo circuito di campo.

zione del valore massimo di controeccitazione per il quale è stato eseguito il reostato di campo, valore che in genere non giunge a quello della massima eccitazione positiva. Per questo motivo è probabile che nella maggior parte dei casi il ritmo della diseccitazione ottenuta mediante regolatore Thoma non sia tanto celere quanto quello che si può raggiungere mediante l'impiego di un vero e proprio dispositivo speciale e separato, studiato per servire a questo unico scopo.

L'azione del dispositivo di diseccitazione, se bene scelta, è generalmente più energica e rapida di quella del regolatore automatico di tensione (fatta astrazione per la eccitazione ad impulso). Questo è un motivo che può consigliare in molti impianti di bloccare in ogni caso l'azione del dispositivo di diseccitazione coll'apertura dell'interruttore, dando la precedenza all'inizio della diseccitazione, per preservare l'avvolgimento dell'alternatore da sopraelevazioni di tensione eccessive, quando la macchina non è destinata ad alimentare ai suoi morsetti servizi ausiliari che devono rimanere in tensione anche ad interruttore di macchina aperto.

Altrimenti va adottata l'altra soluzione, la quale provoca un funzionamento della diseccitazione e dello scatto dell'interruttore distinto a seconda dei casi. Se esso si apre in causa di fenomeni anormali di esercizio di carattere passeggero (sovraccarico, sovratensione, ecc.) la diseccitazione non entra in azione e la macchina rimane in tensione, regolata eventualmente a mezzo di regolatore di tensione. Se invece la macchina viene staccata in causa di guasti incipienti interni (a mezzo della protezione differenziale, di terra, ecc.) e deve venir posta fuori servizio, viene messa in opera anche la diseccitazione.

Abbiamo già detto che per accelerare il ritmo della diseccitazione si ricorre in genere ad una controeccitazione dell'alternatore.

Riesce evidente che la tensione di controeccitazione deve cessare appena l'alternatore si è diseccitato completamente e la sua tensione è stata portata al valore zero o a quel valore assolutamente innocuo per la macchina, che può permanere per effetto del magnetismo residuo.

Il principio di diseccitazione può essere attuato mediante:

a) Diseccitazione rotorica.

b) Diseccitazione statorica.

Del primo mezzo di attuazione è stato parlato fin qui.

Al secondo è stato accennato per incidenza. Esso consiste nello scaricare l'energia magnetica dell'alternatore non dal lato del rotore (usando la controeccitazione), ma da quello dello statore: provocando in altre parole una energica reazione d'indotto della macchina.

L'idea è semplice, ma non altrettanto semplice e scevra d'inconvenienti è la sua attuazione. Basterà dopo aver staccato l'alternatore dalla rete, chiudere p. es. i capi dello statore in corto circuito. Il risultato è evidentemente chiaro e altrettanto ovvii sono gli svantaggi e pericoli che può offrire una simile misura brutale. Non vale la pena di dilungarsi a questo proposito. Una variante egualmente complicata e più costosa di questo procedimento, di effetto altrettanto sicuro, scevra però di molti inconvenienti e dei pericoli della soluzione precedente, è quella di provocare la reazione d'indotto dell'alternatore allacciandolo ad una bobina di reattanza di dimensioni convenienti, prima o dopo averlo staccato dalla rete.

La necessità stessa di essere costretti ad impiegare per la diseccitazione statorica degli apparecchi previsti per la potenza normale dell'alternatore ne fa senz'altro scartare la applicazione pratica.

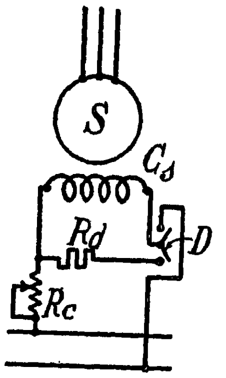


Fig. 39.
Sistema di diseccitazione di un alternatore mediante resistenza di scarica chiusa agli estremi del suo circuito di campo.

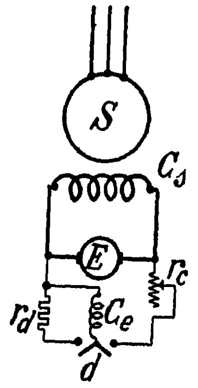


Fig. 40.
Sistema di diseccitazione di un alternatore a eccitazione singola mediante resistenza di scarica chiusa agli estremi del circuito di campo dell'eccitatrice.

Ci limiteremo perciò a parlare solo dei sistemi a diseccitazione rotorica.

Essi possono suddividersi in due categorie essenziali:
1) Sistemi di diseccitazione mediante resistenze.
2) Sistemi di diseccitazione ad azione motorica.

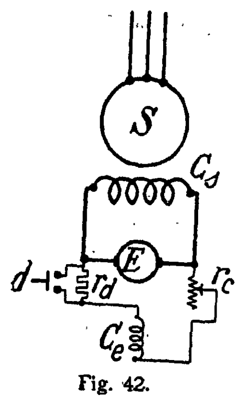


Fig. 42.
Sistema di diseccitazione di un alternatore a eccitatrice singola in derivazione mediante inserzione di una resistenza nel circuito di campo della eccitatrice.

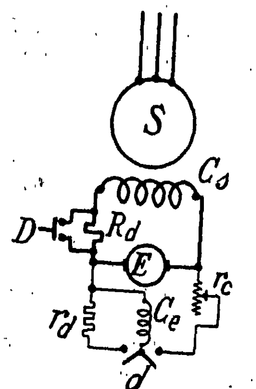


Fig. 43.
Sistema di diseccitazione di un alternatore a eccitazione singola mediante contemporanea inserzione di una resistenza nel circuito di campo dell'alternatore e apertura di quello dell'eccitatrice.

Il principio di funzionamento della prima categoria è già stato esposto. Quello della seconda categoria non differisce da quello della prima che per il fatto che alla resistenza di diseccitazione viene sostituita in massima parte l'azione della eccitatrice stessa dell'alternatore, fatta funzionare da motore. E' già noto che per una sorgente di energia elettrica, che nel nostro caso può ritenersi costituita dall'avvolgimento di campo (induttore) dell'alternatore, l'azione di un motore è equivalente a quella di una resistenza.

b) I sistemi di eccitazione mediante resistenze.

Il sistema più semplice è quello, a cui abbiamo antecedentemente accennato, di aprire senz'altro il circuito di campo dell'alternatore. In questo caso, ancora più che in tutti i seguenti, l'interruttore di diseccitazione deve essere conformato convenientemente in modo da non interrompere bruscamente, p. es. mediante soffiamento magnetico troppo energico, l'arco formato dall'estracorrente di apertura. L'azione di quest'arco deve anzi integrare razionalmente quella del dispositivo di diseccitazione e costituire per il circuito di campo una resistenza di valore gradatamente crescente. In generale si ottengono ottimi risultati coll'impiego di contatti parascintille di carbone o di una resistenza di disinserzione di valore conveniente.

La fig. 38 riproduce un oscillogramma del fenomeno della diseccitazione eseguita con questo sistema, rilevato su un turboalternatore di circa 1700 kVA a 20 periodi funzionante a vuoto. Iniziata l'operazione di diseccitazione, la corrente di campo i_R scende quasi istantaneamente a zero e così pure la tensione di eccitazione e_R (non visibile chiaramente dalla figura). La tensione ai morsetti E_v invece si porta gradatamente al valore zero che raggiunge praticamente solo dopo circa otto secondi. (9)

A fig. 39 è riprodotto lo schema di principio di un sistema di diseccitazione mediante resistenza, che può venire applicato a qualsiasi

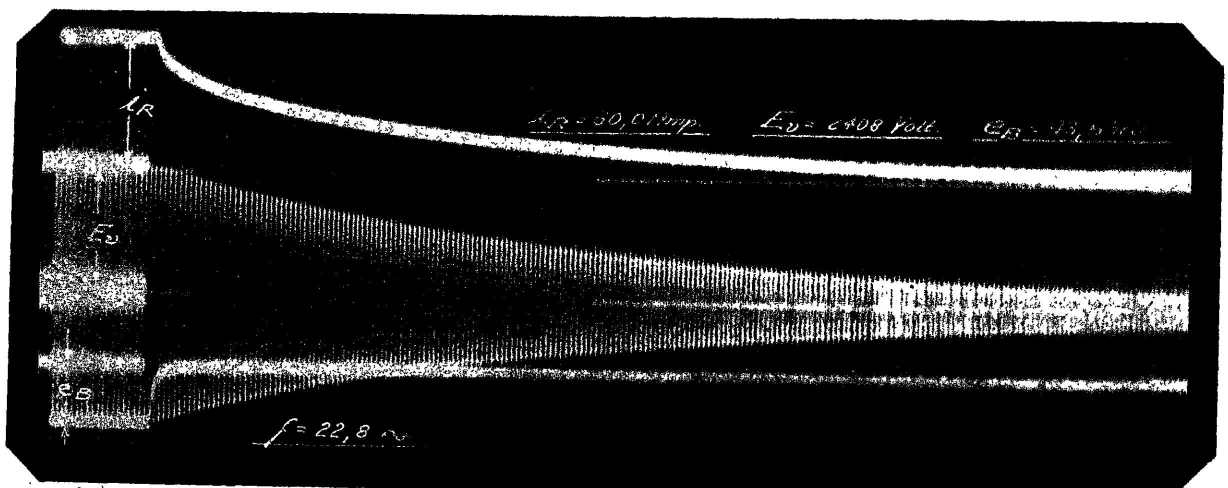


Fig. 41. — Oscillogramma della diseccitazione ottenuta col sistema a fig. 40.

alternatore indipendentemente dal genere di sistema di eccitazione del quale esso è provvisto. Il campo C_a dell'alternatore viene mediante l'interruttore di diseccitazione D chiuso sulla resistenza di diseccitazione R_d e quindi staccato dalla sorgente a corrente continua che lo alimenta. L'energia magnetica dell'alternatore si scarica sulla resistenza R_d, denominata anche resistenza di scarica. Dal valore di questa resistenza dipende la rapidità della diseccitazione.

Questo sistema di grande semplicità ed efficacia venne dapprima introdotto in America, quindi adottato in Europa, dove ha trovato largo impiego specialmente per le grosse unità. Dell'interruttore-commutatore D occorre che sia provvisto di parascintille solo il lato che apre il campo C_a, dell'alternatore; l'altro è costituito da un semplice coltello.

Un sistema invece che richiede l'impiego di un interruttore di diseccitazione di piccole dimensioni, che presuppone però l'esistenza di una eccitatrice addossata in derivazione o separatamente, è quello riprodotto a fig. 40. E' indicato solo per macchine di piccola e media potenza. Viene applicato però anche a grandi unità in virtù appunto del poco costo dell'interruttore-commutatore d, che viene previsto per interrompere solo la corrente di campo dell'eccitatrice E e scaricarla sulla resistenza r_d. La sua rapidità di diseccitazione per le grandi unità è assai ridotta perchè esso non consente la controeccitazione nel campo dell'alternatore.

L'oscillogramma a fig. 41 rilevato sul turboalternatore già ac-

(9) Le notazioni delle grandezze raffigurate nei diversi oscillogrammi non corrispondono a quelle usate per le rimanenti figure. Abbiamo però preferito di lasciare inalterate quelle segnate sugli oscillogrammi per non pregiudicarne la chiarezza.

cennato in condizioni più favorevoli (a minor tensione) di quello della fig. 38 mostra infatti che la tensione ai morsetti dell'alternatore in dieci secondi è stata ridotta solo da 2408 a circa 400 volt.

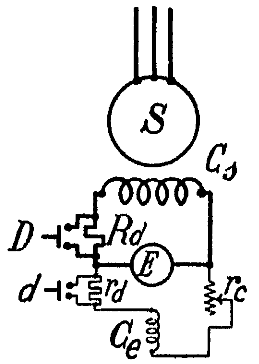


Fig. 44.
Sistema di diseccitazione di un alternatore a eccitatrice singola in derivazione mediante contemporanea inserzione di resistenze nel campo dell'alternatore e in quello dell'eccitatrice.

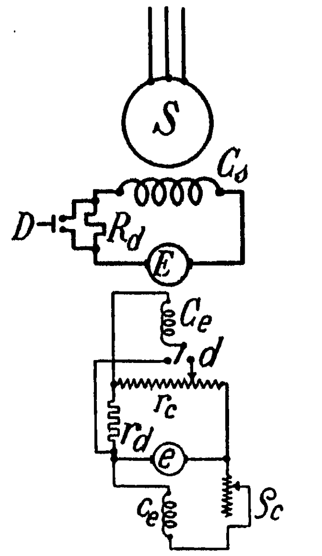


Fig. 45.
Sistema di diseccitazione di un alternatore, munito di eccitatrice principale e ausiliaria, mediante inserzione di una resistenza nel circuito di campo dell'alternatore e contemporanea controeccitazione per annullare la tensione dovuta al magnetismo residuo.

Una variante del sistema a fig. 40 è riprodotta a fig. 42 e comporta pure l'impiego di un interruttore d di piccola potenza e di una resistenza zavorra (resistenza di diseccitazione) r_d di proporzioni ridotte. E' però applicabile solo a eccitatrici eccitate in derivazione. Il suo principio di funzionamento è evidente e si basa sul fatto di provocare la diseccitazione naturale dell'eccitatrice E rendendone instabile la tensione coll'inserire nel suo circuito di campo la resistenza r_d di valore conveniente. Questo sistema ha effetto analogo a quello della fig. 40.

Per alternatori di forte potenza conviene invece l'impiego dei sistemi a fig. 43 e 44, che consentono di raggiungere grandi rapidità di diseccitazione mediante l'inserzione di una resistenza di diseccitazione R_d nel circuito di campo dell'alternatore con contemporanea diseccitazione dell'eccitatrice. Ambedue richiedono l'adozione di un interruttore per il campo dell'alternatore D combinato con uno d per il campo della eccitatrice.

Il sistema a fig. 43 deriva da quello a fig. 40 e si presta perciò anche all'applicazione ad alternatori muniti di eccitatrice a eccitazione separata. Quello a fig. 44 deriva invece dal sistema a fig. 42; il suo impiego è possibile solo con eccitatrici in derivazione. Ambedue sono d'uso assai diffuso.

Negli ultimi anni si sono studiati dei sistemi di diseccitazione che permettessero di ridurre la tensione degli alternatori al valore zero, annullando quella persistente a campo completamente diseccitato dovuta al magnetismo residuo, che, come l'esperienza dimostra, può anche raggiungere l'ordine di grandezza di un migliaio di volt e riuscire pericolosa per il personale che inavvertitamente viene a contatto coi conduttori dell'alternatore, bensì diseccitato, ma ancora in movimento.

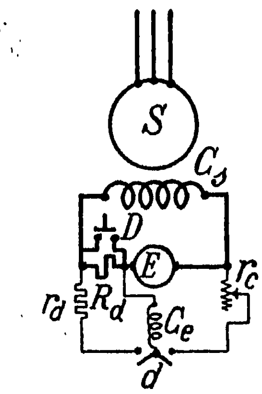


Fig. 46.
Sistema di diseccitazione ad azione motorica di un alternatore munito di eccitazione singola con eccitatrice normale. (Funzionamento della eccitatrice come motore in serie).

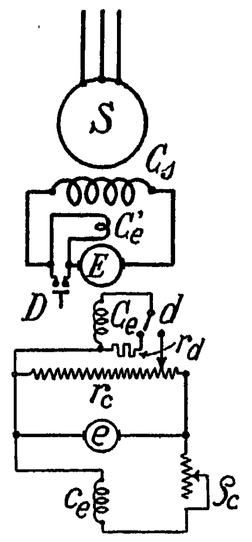


Fig. 47.
Sistema di diseccitazione ad azione motorica, come quello a fig. 46, con eccitatrice speciale munita di avvolgimento contro-compound.

Un sistema di diseccitazione studiato a questo scopo è quello riprodotto a fig. 45. Esso premette l'impiego di una eccitatrice principale E e di una ausiliaria e e consiste essenzialmente in una modifica dello schema a figg. 43 e 44. Al posto della semplice diseccitazione della eccitatrice E ne viene adottata la controeccitazione ad un valore esiguo, ma conveniente per annullare la tensione residua dell'alternatore. Per mezzo del commutatore d, azionato contemporaneamente all'apertura dell'interruttore principale di diseccitazione D, col quale è meccanicamente bloccato, viene alimentato il campo dell'eccitatrice principale con una tensione negativa di valore opportuno derivata agli estremi della resistenza inserita nel circuito dell'indotto della eccitatrice ausiliaria.

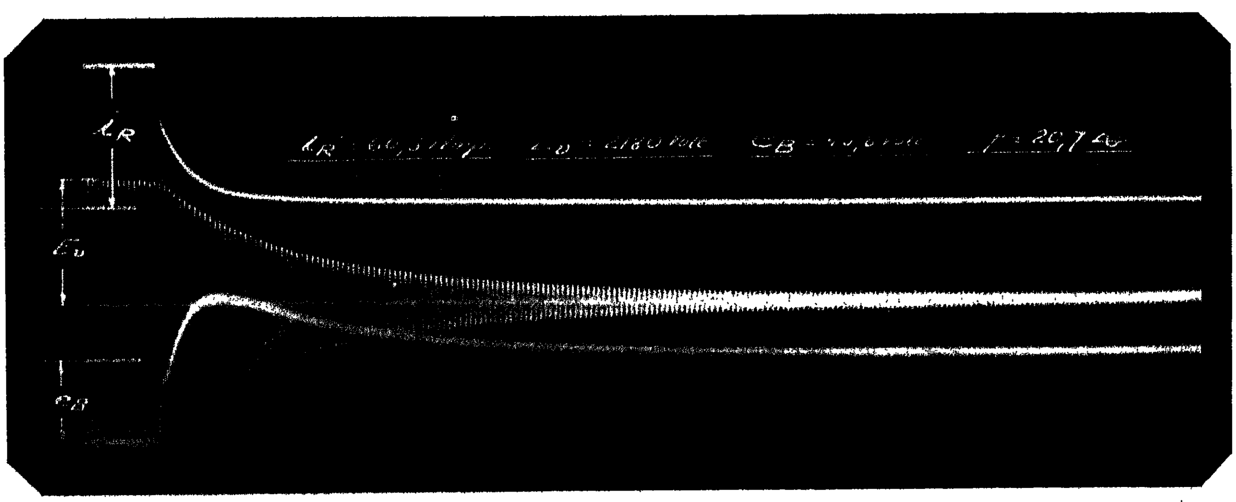


Fig. 48. — Oscillogramma di diseccitazione di un turboalternatore mediante il sistema ad azione motorica a fig. 46.

Questa tensione negativa permane fino a tanto che l'interruttore principale D non viene richiuso.

Come per i sistemi di eccitazione, anche per quelli di diseccitazione le combinazioni che si possono adottare sono molteplici. L'esame nostro si è limitato a quelli principali e di maggiore importanza.

c) I sistemi di diseccitazione ad azione rotorica.

Il loro principio di funzionamento è già stato esposto e consiste nella controeccitazione nel circuito di campo dell'alternatore ottenuta mediante la eccitatrice stessa fatta funzionare da motore.

Prima condizione necessaria per la loro applicazione è dunque l'impiego di una eccitatrice singola.

Seconda condizione è che l'azione della controeccitazione cessi automaticamente appena la tensione dell'alternatore o almeno la sua

corrente di eccitazione sono scese al valore zero. A questo requisito soddisfano senz'altro automaticamente i sistemi di diseccitazione me-

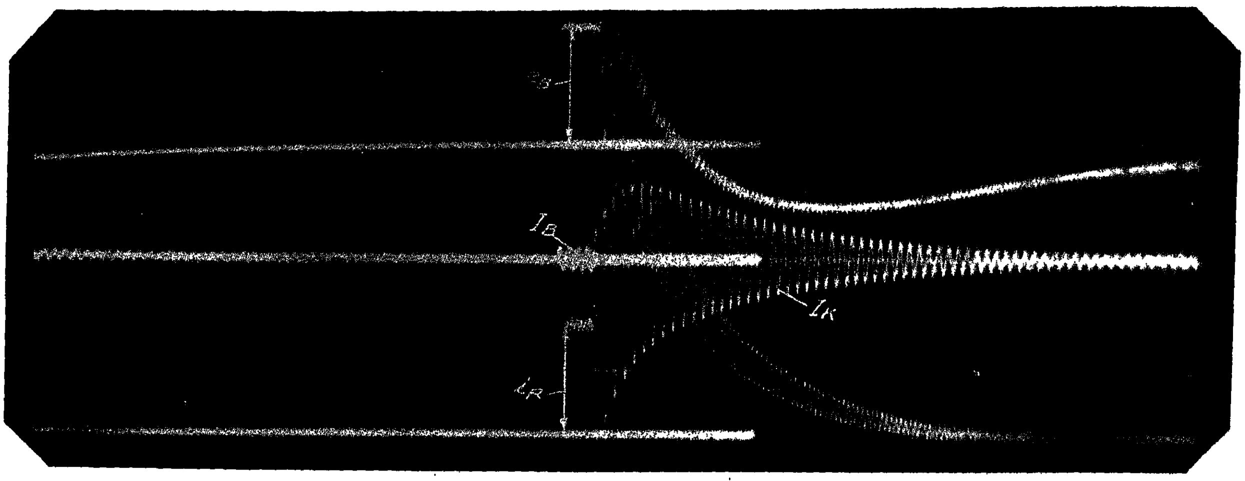


Fig. 49. — Oscillogramma di diseccitazione di un turboalternatore mediante il sistema ad azione motorica a figura 46 con contemporanea chiusura in corto circuito dell'avvolgimento statorico.

diante resistenza nel circuito di campo dell'alternatore, perchè la loro tensione di controeccitazione è proporzionale al valore della corrente di campo dell'alternatore che percorre la resistenza.

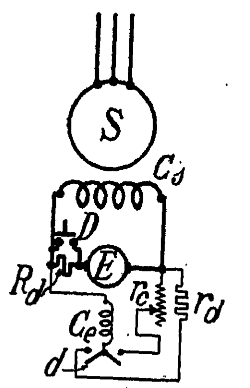


Fig. 50.
Sistema di diseccitazione ad azione motorica di un alternatore munito di eccitazione singola mediante l'impiego di una resistenza di oscillazione. (Funzionamento dell'eccitatrice da motore ad eccitazione composita).

Terza ed ultima condizione è che l'eccitatrice (è sempre la eccitatrice unica o principale che viene fatta funzionare da motore, perchè la sua azione sul campo dell'alternatore sia più diretta possibile), marciando come motore, possa smaltire la energia che essa ricupera, sia restituendola all'albero dell'alternatore, al quale essa è addossata accelerandone leggermente la velocità, sia restituendola al motore di comando della eccitatrice stessa, che quindi inverte a sua volta il funzionamento, sia accelerando le masse rotanti del gruppo di eccitazione, se il motore di comando non è reversibile automaticamente.

La prima e l'ultima condizione possono ritenersi soddisfatte da tutti i sistemi ad eccitazione singola. Perchè invece si verifichi la seconda occorre intervenire commutando opportunamente i collegamenti della eccitatrice.

Chi si occupa di trazione elettrica sa per esperienza che un motore a corrente continua in serie, che funziona ad una data tensione e velocità, viene diseccitato rapidamente se lo si chiude semplicemente in corto circuito dopo averlo staccato dalla rete. La corrente che tende a permanere nel suo circuito lo controeccita e, annullando

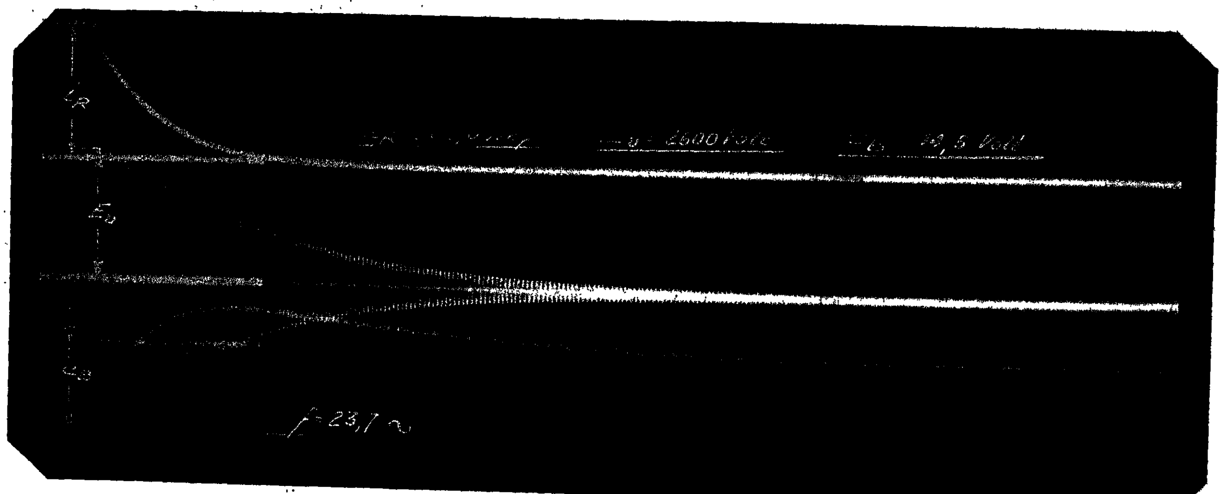


Fig. 51. — Oscillogramma di diseccitazione di un turboalternatore mediante il sistema ad azione motorica a fig. 50 a decorso aperiodico.

la tensione del motore, si smorza automaticamente da sè. Esaminando infatti lo schema di un motore in serie chiuso in corto circuito, che continui a girare, per es., per forza d'inerzia, nello stesso senso, si può facilmente constatare che esso si oppone in modo energico a qualsiasi corrente che in esso circoli o si tenti di fare circolare.

Di questa proprietà viene fatto largo uso in pratica negli equipaggiamenti plurimotori di trazione per il passaggio serie-parallelo.

E' sorta quindi spontanea l'idea di servirsi della stessa proprietà per la diseccitazione rapida di alternatori, commutando la loro eccitatrice (principale o unica) in modo che funzioni da motore in serie nel periodo della diseccitazione.

Le eccitatrici sono però sempre provviste di eccitazione in derivazione, separata o composta. In quest'ultimo caso l'avvolgimento in serie consta di poche spire ed ha una azione puramente compensante. Poco o nulla servirebbe invertirne il senso per costringere l'eccitatrice a funzionare da motore. Occorre per questo servirsi dell'avvolgimento in derivazione o ad eccitazione separata, che è però previsto per una intensità di corrente esigua in confronto di quella che percorre l'indotto della eccitatrice e il campo dell'alternatore, e consta di molte spire costituenti una resistenza di valore molto elevato di fronte a quello dell'indotto della eccitatrice.

Perchè quest'ultima funzioni da motore bisogna invertire il senso della corrente del suo avvolgimento di campo e perchè la sua caratteristica sia in serie occorre che questo avvolgimento di campo venga alimentato con una tensione di valore conveniente, proporzionale alla corrente che circola nell'indotto dell'eccitatrice e quindi nel campo dell'alternatore.

La fig. 46 mostra in che modo si possa raggiungere questo scopo con una eccitatrice in derivazione. Mediante l'apparecchio di diseccitazione, costituito anche in questo caso dalla combinazione meccanica di un interruttore D e di un commutatore d, si inserisce la resistenza R_d nel circuito di campo dell'alternatore e contemporaneamente si alimenta il campo della eccitatrice, attraverso l'interposizione di una resistenza r_d di valore appropriato, colla tensione che si forma agli estremi di R_d, che controeccita la eccitatrice.

Un risultato analogo si può naturalmente ottenere se si costruisce in maniera opportuna l'eccitatrice principale (fig. 47) provvedendola di un avvolgimento suppletorio di campo C_e' in serie, di numero con-

veniente di spire, che resta inattivo durante il funzionamento normale dell'eccitatrice, ma viene inserito in circuito mediante apertura della eccitatrice) fra le spazzole e una delle derivazioni dell'avvolgimento di campo della eccitatrice: aumentare in altre parole la re-

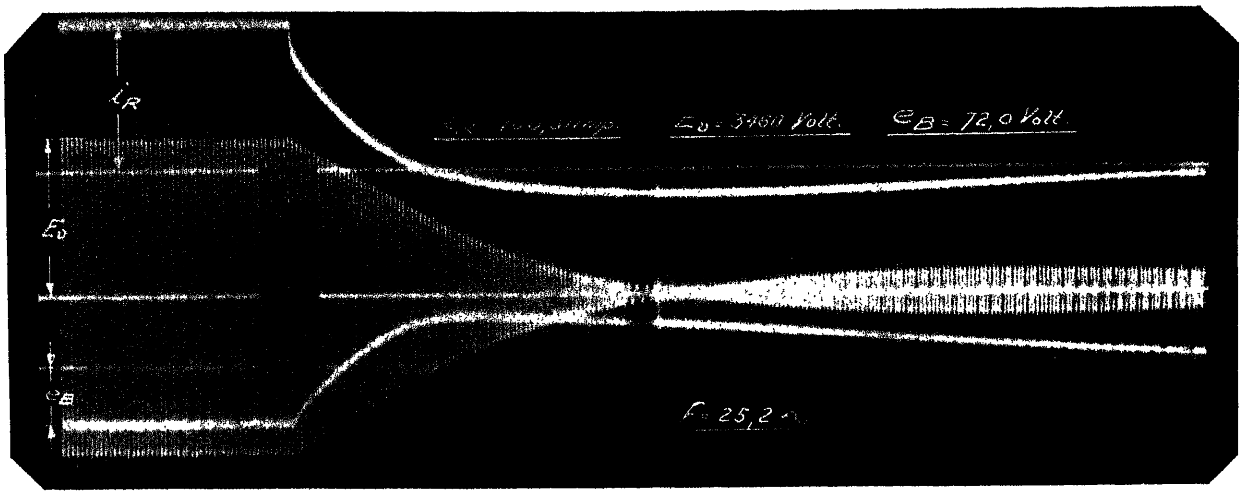


Fig. 52. — Oscillogramma di diseccitazione di un turboalternatore mediante il sistema ad azione motorica a fig. 50 a decorso periodico.

dell'interruttore D, quando si vuole diseccitare l'alternatore. L'interruttore D è bloccato nel solito modo col commutatore d. Questo metodo implica però la costruzione di una eccitatrice speciale, di cui nell'esercizio normale viene sfruttata solo parte del materiale attivo, e quindi di costo superiore a quello di una eccitatrice normale.

L'effetto che si raggiunge col sistema di diseccitazione a fig. 46 risulta evidente dall'oscillogramma a fig. 48, rilevato sul medesimo alternatore, al quale si riferivano gli oscillogrammi precedenti. In circa sette secondi la tensione dell'alternatore funzionante a vuoto viene ridotta praticamente a zero. Dal percorso della curva della tensione d'eccitazione e_R è visibile chiaramente l'azione di contro eccitazione, di cui una parte è dovuta anche a quella della resistenza R_d.

Siamo in grado di riprodurre a fig. 49 un altro interessante oscillogramma riferentesi sempre al medesimo alternatore funzionante con una potenza di 1775 kVA in regime completamente sovraeccitato ($\cos \varphi = 0{,}0$) con una tensione di 4980 Volt, chiuso quindi in corto circuito e nello stesso tempo diseccitato mediante il sistema a fig. 46. Colla lettera I_R è indicata la corrente dell'alternatore in servizio normale, con I_K quella di corto circuito e con i_R la corrente di campo dell'alternatore.

L'effetto concomitante della contemporanea diseccitazione rotorica e statorica è evidente. In meno di tre secondi l'alternatore è completamenet diseccitato. Speciale interesse, anche per le considerazioni che verranno esposte nel capitolo seguente, ha il comportamento della corrente di campo i_R dell'alternatore durante il fenomeno di diseccitazione. Essa, benchè soggetta all'azione energica smorzante della controeccitazione dovuta alla eccitatrice E funzionante da motore e alla resistenza R_d, anzichè diminuire rapidamente di valore, come nell'oscillogramma a fig. 48, è soggetta ad un considerevole aumento istantaneo, che forma un vero e proprio spunto di corrente. Questo comportamento, che si riscontra in tutte le brusche variazioni del regime di funzionamento degli alternatori, ma che è particolarmente marcato in caso di corti circuiti provocanti una forte reazione d'indotto, è dovuto alla concatenazione magnetica fra avvolgimento statorico e rotorico. L'avvolgimento rotorico cerca per legge naturale di opporsi a qualsiasi brusca alterazione delle condizioni di regime di quello statorico e tenta di mantenere costante l'intensità del campo magnetico nel traferro. Non può farlo che a spese di un aumento della eccitazione rotorica e quindi della corrente di campo dell'alternatore. Esso riesce più o meno istantaneo, se non è poi mantenuto a mezzo di qualche organo di regolazione automatica.

Un secondo caratteristico ed elegante sistema di diseccitazione ad azione motorica è riprodotto nello schema a fig. 50. Esso provoca la diseccitazione rapida dell'alternatore facendo funzionare la eccitatrice (unica o principale) da motore ad eccitazione composita. La presenza di una forte induttività, come è costituita del circuito di campo di un alternatore che tende a scaricare la propria energia magnetica in forma di energia elettrica sulla eccitatrice così commutata, dà luogo ad un fenomeno oscillatorio, più o meno violento, periodico o aperiodico, a seconda della costanti del sistema e le condizioni di funzionamento dell'alternatore immediatamente antecedenti alla diseccitazione.

La realizzazione pratica di questo principio è analoga a quella del principio esposto in antecedenza. Basta inserire la resistenza di diseccitazione R_d nel circuito di campo dell'alternatore (circuito d'indotto della eccitatrice) fra le spazzole e una delle derivazioni dell'avvolgimento di campo della eccitatrice: aumentare in altre parole la resistenza propria dell'indotto della eccitatrice. Contemporaneamente va inserita nel campo di quest'ultima una resistenza r_d di valore fisso.

La manovra si fa anche in questo caso con un apparecchio formato dalla combinazione dell'interruttore principale D e del commutatore ausiliario d. La resistenza R_d, denominata in questo caso resistenza d'oscillazione, deve avere naturalmente un valore conveniente, per evitare che il fenomeno di diseccitazione abbia carattere troppo spiccatamente periodico e dia luogo a oscillazioni di ampiezza negativa di entità pericolosa.

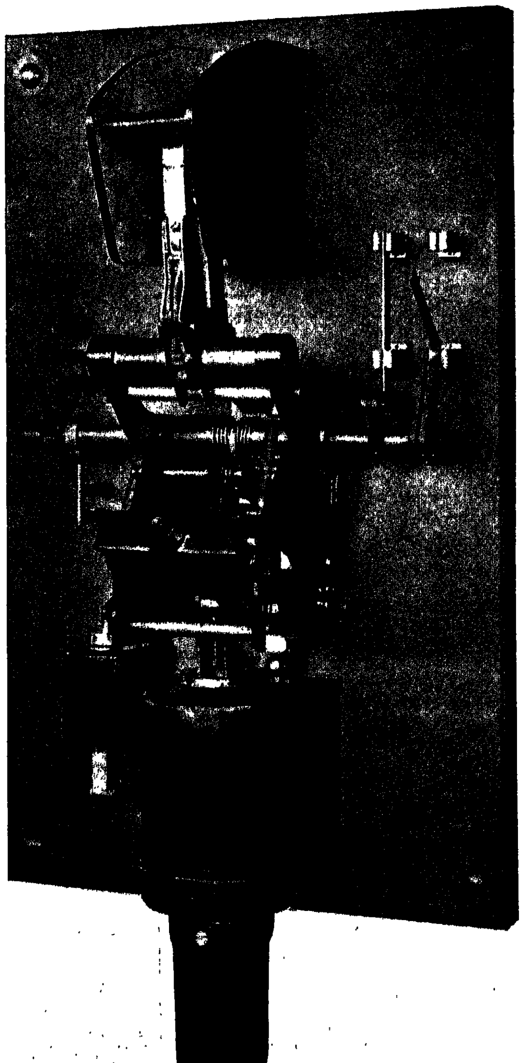


Fig. 53. — Interruttore di diseccitazione per il sistema a fig. 46.

Il funzionamento del sistema di diseccitazione in parola, apparen-

tèmente complicato, risulta evidente se si considera il caso limite. Si immagini una eccitatrice in derivazione alimentante il campo dell'alternatore della quale si aumenti infinitamente la resistenza d'indotto, sollevando per es. una spazzola. L'energia magnetica dell'alternatore tende allora a scaricarsi sull'avvolgimento di campo in derivazione della eccitatrice, perchè non può più farlo sull'indotto di quest'ultima, rimasta momentaneamente diseccitata. La corrente di campo dell'alternatore, che ha la tendenza a permanere e mantenere senso invariato, si scarica sul campo dell'eccitatrice, lo percorre in senso inverso di quello della corrente che in esso circolava durante il funzionamento normale, controeccitando così l'eccitatrice stessa.

La fig. 51 riproduce un oscillogramma del fenomeno di diseccitazione ottenuto sull'alternatore, di cui si è già parlato e funzionante a vuoto, mediante il sistema in parola. Dato l'opportuno valore alla resistenza R_d, il decorso della oscillazione è aperiodico. L'alternatore viene diseccitato in maniera assai rapida. Se però le condizioni di funzionamento dell'alternatore, per es., quelle immediatamente anteriori all'inizio della diseccitazione, cambiano, la stessa combinazione di macchine e resistenze di caratteristiche e valori immutati, può dare luogo ad un fenomeno di diseccitazione di carattere oscillatorio bensì, ma periodico.

L'oscillogramma a fig. 52 lo dimostra. Esso pure fu rilevato sul medesimo alternatore, ma funzionante a vuoto in condizioni di regime differenti da quelle del caso precedente. Oltre che dalle condizioni di regime prima della diseccitazione, il carattere periodico o aperiodico del decorso del fenomeno della diseccitazione può dipendere naturalmente anche dalle condizioni in cui si trova a funzionare l'alternatore stesso per causa di un guasto durante la diseccitazione medesima.

Uno dei vantaggi offerti dal sistema a fig. 46 su quello a fig. 50 è la eliminazione assoluta e sicura di qualsiasi fenomeno oscillatorio a decorso periodico durante la diseccitazione.

Il sistema a fig. 50 invece, appunto in virtù delle caratteristiche oscillatorie del fenomeno della diseccitazione, può annullare anche completamente la tensione dovuta al magnetismo residuo dell'alternatore.

In genere i sistemi di diseccitazione ad azione motorica hanno su quelli mediante resistenze il vantaggio della maggiore rapidità dovuta al fatto che la tensione di controeccitazione che essi sviluppano tende a permanere a valori elevati per un periodo più lungo in causa della saturazione del circuito magnetico della eccitatrice e non decresce in misura lineare colla corrente di campo dell'alternatore.

Abbiamo già accennato al criterio di costruzione degli interruttori di diseccitazione.

Un interruttore combinato di diseccitazione per il sistema a fig. 46 è riprodotto, per es., a fig. 53. Sono chiaramente visibili le bobine di apertura e quelle di chiusura a distanza, il dispositivo spegniarco e il commutatore ausiliario. *(Continua)*.

ERRATA

Nella prima puntata dell'articolo dell'Ing. Santuari, pubblicata nel fascicolo precedente, del 5 maggio, la fig. 29, a pagina 293, è stata pubblicata per errore.

Essa deve intendersi sostituita con quella che qui riportiamo.

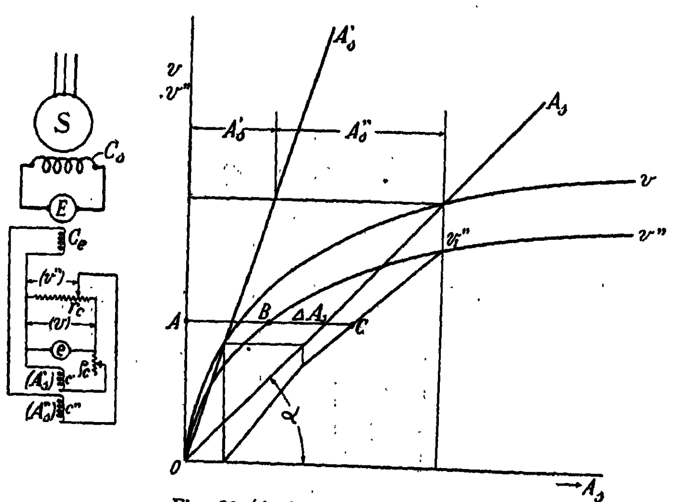


Fig. 29 (da inserirsi a pagina 293).

LA DISTRIBUZIONE DEI VORTICI NELLE CONDOTTE CHIUSE IN REGIME TURBOLENTO E LAMINARE

B. DEL NUNZIO

La frequenza dei vortici, che si formano dentro le tubazioni e dietro gli ostacoli immersi nella corrente fluida (vortici di Bénard-Kàrmàn), è stata misurata con il metodo dell'anemometro a filo caldo e con il frequenziometro Vecchiacchi-Guarnaschelli. I risultati, che sono stati anche controllati con misure all'oscillografo, confermano il fatto, già annunziato in una ricerca precedente, che è possibile rilevare la esistenza di fenomeni periodici anche in regime laminare e per velocità medie della corrente molto basse e lontane da quella critica; e che inoltre la legge di variazione della frequenza per velocità medie decrescenti non presenta alcuna divergenza nei due regimi: turbolento e laminare, nè alcuna soluzione di continuità in corrispondenza della velocità critica. Infine si è messo in evidenza l'importanza di questi fenomeni alternati sulla convezione del calore.

1. - Premesse.

Questo lavoro costituisce il proseguimento di quello pubblicato recentemente su *L'Elettrotecnica* (1), nel quale resi conto delle ricerche sperimentali da me iniziate sopra alcuni aspetti ed alcune proprietà della turbolenza nell'interno delle condotte cilindriche contenenti un fluido in movimento. La esplorazione nel seno della corrente delle fluttuazioni della velocità, che risultano nel caso più generale di oscillazioni irregolari dei filetti fluidi ed anche di vortici con periodo proprio di rotazione, fu fatta allora secondo le direzioni longitudinali e trasversali della tubazione mediante l'impiego dell'oscillografo. I risultati ottenuti, per quanto potessero avere soltanto valore qualitativo e di semplice indicazione sull'andamento generale dei fenomeni, già fornivano con sufficiente sicurezza l'indizio di una diversità nei caratteri del moto tubolento (per quanto si riferiva alla frequenza ed all'ampiezza dei vortici) in corrispondenza delle varie distanze dall'asse della condotta e per ogni valore della velocità media della corrente. Risultò da tutti gli oscillogrammi che malgrado la grande complessità dei fenomeni, le ampiezze delle oscillazioni di velocità presentano sempre variazioni periodiche assai regolari, che possono quindi essere sottoposte a misure suscettibili di molta precisione ed esattezza.

La formazione di questi vortici nella massa del fluido in movimento è dovuta a diverse cause; lo studio dell'intervento e della particolare azione di ciascuna di esse ha permesso di ottenere risultati interessanti per la conoscenza del fenomeno ed assai utili per le molte applicazioni del moto dei fluidi, come ad esempio la trasmissione del calore per convezione. La conoscenza del meccanismo intimo, con cui questa avviene, e delle leggi, che la governano, ha potuto compiere progressi veramente decisivi soltanto quando si è associato al fenomeno termico quello dinamico.

Sperimentalmente la determinazione delle caratteristiche meccaniche del regime turbolento nell'interno delle condotte è stata fatta moltissime volte ricorrendo ai più svariati artifizi ed impiegando tutti i metodi, che la fisica ha potuto mettere a disposizione: metodi ottici, nei quali la misura della frequenza veniva fatta per mezzo di procedimenti stroboscopici; metodi acustici e meccanici, nei quali il valore della frequenza era ottenuto dalla vibrazione di sottilissimi fili, metallici o no, i quali, immersi nella massa del fluido in moto, si mettevano in vibrazione con un periodo uguale a quello dei vortici. In ricerche più recenti è stato adoperato anche l'anemometro a filo caldo, il quale permette di raggiungere una elevata sensibilità ed una precisione assai grande nelle misure, quando il suo impiego sia fatto con l'aiuto dei moderni metodi della tecnica dell'alta frequenza.

2. - Apparecchi ed impianto sperimentale.

In questa ulteriore serie di esperienze ho eseguito la misura della frequenza propria dei vortici presenti in una massa di aria corrente entro tubi cilindrici di vario diametro.

L'impianto sperimentale era simile per la massima parte a quello già adoperato per la ricerca precedente: un tubo di ottone, del diametro interno di mm 15 circa e lungo un metro, era connesso da una parte con un serbatoio di aria compressa, alimentato a sua volta prima di ogni serie di misure da un compressore alternativo attraverso adatti recipienti ripieni di sostanze essiccanti. Dopo un percorso dei filetti

(1) *L'Elettrotecnica*, 15 novembre 1930, pag. 730.

fluidi superiore a circa sessanta volte il diametro della condotta, l'aria attraversava un breve tubo di ebanite lungo cm 5, il cui diametro interno era reso con il tornio perfettamente uguale a quello del tubo di ottone. Successivamente l'aria passava in un contatore per gas tarato, dalla cui indicazione si poteva conoscere il valore della velocità media della corrente di aria. Nel tratto della tubazione fatto di ebanite si disponeva il filo di platino esploratore, riscaldato con una corrente elettrica. Quest'ultimo circuito comprendeva, oltre il filo di platino (del diametro di mm 0,015), una batteria di accumulatori ed il primario di un piccolo trasformatore, il cui secondario era collegato ai morsetti di ingresso di un amplificatore a quattro valvole del tipo a trasformatori: le due ultime valvole montate in opposizione. All'uscita dell'amplificatore si faceva la misura della frequenza adoperando il frequenziometro a lettura diretta per la gamma acustica descritto da F. Vecchiacchi e F. Guarnaschelli [2], il quale, siccome permette di eseguire rilievi rapidissimi, è particolarmente adatto e l'unico adoperabile per il genere di queste misure, nelle quali la frequenza subisce generalmente rapide variazioni. Per cortese consiglio del Prof. Vecchiacchi ho apportato qualche lieve modificazione al primitivo schema di circuiti dell'apparecchio allo scopo di raggiungere una maggiore sensibilità, necessaria perchè l'apparecchio potesse servire per tutte le frequenze, che si potevano ottenere. Difatti a cagione della bassa velocità dell'aria e quindi della bassa frequenza la differenza di potenziale, che si aveva all'uscita dall'amplificatore era assai debole in alcuni casi e troppo lontano dal valore di un volt, che è necessario raggiungere perchè quel frequenziometro dia risultati sicuri quando sia montato secondo lo schema primitivo. Con le modificazioni apportate tale valore della tensione poteva scendere anche al di sotto di un decimo di volt. Il campionamento del frequenziometro fu fatto mediante un piccolo alternatore ad alta frequenza: inoltre dalle indicazioni di un amperometro e di un millivoltometro inserito agli estremi del filo esploratore si poteva conoscere la temperatura di questo, che si cercava di riportare al medesimo valore in ogni esperienza.

3. - Misure alla parete della condotta.

Un primo gruppo di determinazioni è stato fatto disponendo i fili esploratori alla parete delle tubazioni. Si usarono per queste prove due tipi diversi di tubi: uno a sezione circolare, l'altro a sezione quadrata. In quelli del primo gruppo il filo di platino fu disteso secondo una generatrice ed incollato alla parete con un sottilissimo strato di vernice resistente alle alte temperature. Quando questa fu ben asciutta e secca si pulì con cura la sua superficie fino a scoprire la superficie lucida del filino di platino, il quale così restava aderente alla parete e durante le esperienze si trovava anche esposto direttamente alla corrente di aria.

Per il secondo tipo di condotta si adoperarono tubi di ottone del commercio a sezione quadrata: in una delle faccie si apriva una piccola finestra larga un centimetro e lunga tre centimetri, la quale veniva chiusa con una lastrina di vetro, fermata con mastice in maniera da ripristinare la continuità della superficie interna della tubazione. Sulla faccia interna di questa lastrina e secondo la direzione longitudinale era stato fatto un sottile deposito elettrolitico di nichel largo assai meno di un millimetro.

I risultati di alcuni gruppi di esperienze sono riuniti nella fig. 1 per mostrarne l'andamento medio, che è quello indicato dalla linea continua, tracciata fino alla zona di velocità corrispondente a quella critica. Il valore di questa per il tubo da me sperimentato era circa 200 cm/sec. calcolato con la formula di Reynolds. Al di sopra di questo valore la determinazione della frequenza è stata sempre possibile ed ha fornito risultati di assoluta certezza; come si vede, la frequenza media delle oscillazioni di velocità cresce dapprima rapidamente e quindi assume un valore costante qualunque sia la velocità media della corrente di aria. Per velocità inferiori a quella critica l'apparecchio Guarnaschelli-Vecchiacchi rivelava l'esistenza di un moto turbolento e consentiva di fare misure per un intervallo di velocità abbastanza esteso al di sotto della zona critica.

Se al posto del frequenziometro si inseriva un galvanometro di Moll, la cui sensibilità era circa 10^{-6} amp. in condizioni di risonanza, la vibrazione della immagine luminosa sulla scala accusava la presenza di fenomeni oscillatori nella corrente di aria anche per velocità medie molto basse, dell'ordine di 15 cm/sec. e perciò assai lontane da quella critica. Il che induceva a concludere con piena sicurezza che i fenomeni caratteristici del moto vorticoso si possono riscontrare anche in pieno regime di Poiseuille (vale a dire per quasi tutto il campo di velocità, cui di solito si crede che il moto sia completamente laminare) ed inoltre a prevedere che probabilmente quei fenomeni periodici si annullano soltanto per velocità medie molto prossime allo zero.

Per indagare la distribuzione della frequenza di queste oscillazioni in corrispondenza delle basse velocità medie e per ricercare la esistenza di un numero critico, che segni l'inizio del moto vorticoso impiegai dapprima il frequenziometro a lettura diretta ottenendo le indicazioni, che sono segnate nella fig. 1. Successivamente per eliminare il dubbio che quelle indicazioni fossero affette da errore a cagione del valore troppo basso della tensione fornita dall'amplificatore feci anche alcune misure acustiche. I due ricevitori di una cuffia telefonica furono separati in maniera che uno ricevesse la corrente alternata proveniente dall'amplificatore e l'altro invece la corrente fornita da un interruttore rotativo mosso da un motorino elettrico, di cui si poteva variare la velocità dentro larghi limiti. Con pochi tentativi si riusciva abbastanza facilmente ad ottenere l'eguaglianza dell'altezza dei due suoni e quindi a conoscere la frequenza della corrente dell'amplificatore, che a sua volta corrispondeva alla frequenza delle oscillazioni di velocità della corrente di aria. Quanto al timbro, i due suoni non presentavano una diversità assai grande e tale da accrescere le difficoltà della misura; fu preferito l'interruttore rotativo ad un alternatore appunto perchè il rumore, che quello dava al telefono, si avvicinava di più al timbro del suono prodotto dalla corrente variabile, che proveniva dall'amplificatore.

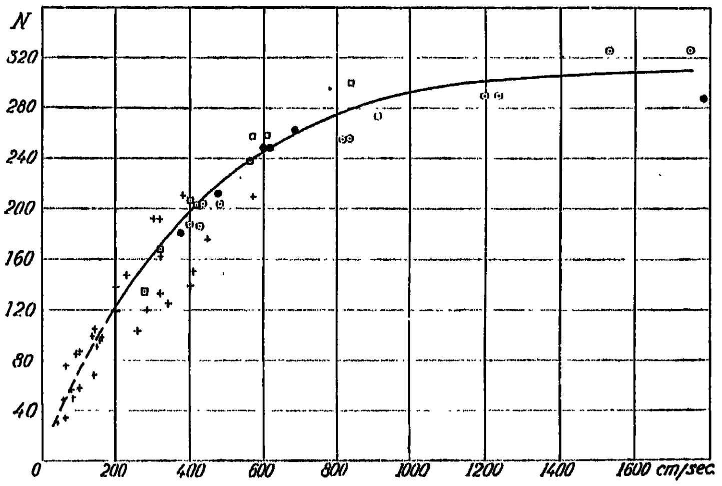


Fig. 1.

Anche i risultati di queste misure sono raccolti nella fig. 1; la loro distribuzione non si scosta eccessivamente dalla linea tratteggiata, e questa non forma un tratto distinto dalla linea continua, che corrisponde al regime turbolento, ma ha tutta l'apparenza di esserne il naturale prolungamento. Le misure con questo metodo acustico furono proseguite anche per velocità superiori a quella critica e si ottennero risultati in accordo assai buono con quelli forniti dal frequenziometro a lettura diretta, come risulta dalla medesima fig. 1.

Queste esperienze mostrano, mi sembra per la prima volta, la esistenza e la possibilità di mettere in evidenza fenomeni periodici nel moto naturale degli aeriformi dentro le condotte chiuse anche in corrispondenza del regime laminare e per velocità assai lontane da quella critica. E' lecito sperare che si possa riuscire abbastanza facilmente a colmare la lacuna esistente oltre le ultime velocità da me esplorate, quando si migliorino le condizioni sperimentali della ricerca e precisamente accrescendo la sensibilità degli apparecchi. Ma già fin d'ora l'insieme dei risultati raggiunti, specialmente la provata persistenza dei fenomeni oscillatori per velocità medie bassissime della corrente di aria e l'andamento stesso di quelle linee (continua e tratteggiata), che sulla figura indicano il valor medio delle frequenze, inducono a pensare che soltanto ad una velocità nulla del fluido debba corrispondere una frequenza nulla.

Sembra quindi giustificata l'affermazione che le variazioni periodiche della velocità dentro le condotte chiuse *si producono fin dalla origine dell'efflusso*, almeno per gli aeriformi, e che esse sono una proprietà assolutamente caratteristica e generale del moto dei fluidi elastici, qualunque sia il valore della velocità; non inerente invece ad un particolare regime.

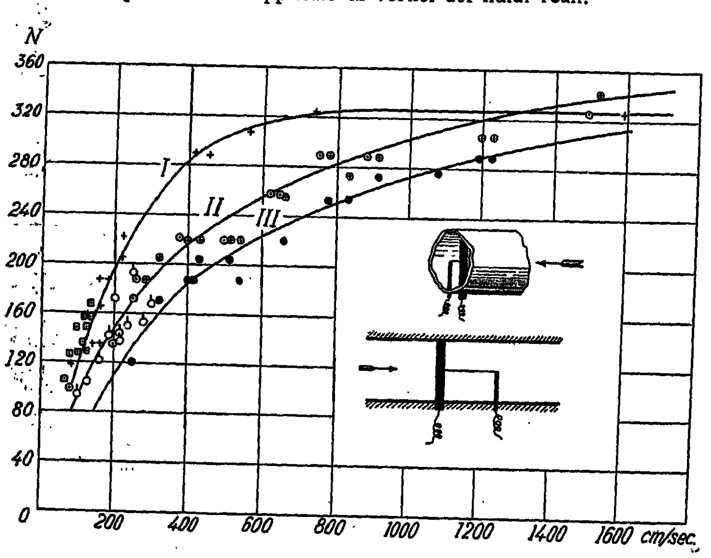
([2]) *L'Elettrotecnica*, 5 aprile 1930, n. 10. Altra caratteristica di questo frequenziometro è che le sue indicazioni sono affatto indipendenti dalla forma dell'onda.

4. - Sui vortici alternati di Bénard-Kàrmàn.

Nelle esperienze fatte finora la turbolenza del moto è stata messa in evidenza con artifizi disposti alla parete della condotta, cioè alla periferia della massa di aria corrente dentro la tubazione. Mi è sembrato interessante studiare la maniera, con cui si presenta il fenomeno a varie distanze dalla parete e, come nel caso precedente, in corrispondenza di ogni valore determinato della velocità media quando nella massa di aria esista un sistema stabile di vortici. La maniera più semplice e nello stesso tempo più sicura di produrre un tale regime permanente di vortici è quella di opporre un ostacolo al passaggio della corrente fluida. In questa serie di esperienze ho dunque misurato con il frequenziometro a lettura diretta i periodi di formazione dei vortici alternati, che nascono nel solco di cilindri retti posti nell'interno delle tubazioni.

Questi vortici si dicono di Bénard-Kàrmàn; il Bénard [3] fu il primo ad intraprenderne lo studio sperimentale, giacchè prima di lui esisteva soltanto una memoria descrittiva di Mallock (1907). Il fenomeno in seguito destò vasto interesse nel mondo scientifico: Kàrmàn nel 1912 [4] pubblicò una memoria teorica sulle condizioni di stabilità del percorso dei vortici; quindi Lord Rayleigh [5], Richardson [6], Relf [7], Tyler [8] ripresero a studiare indirettamente il medesimo argomento nelle loro ricerche sopra i suoni eoliani, che già avevano richiamata l'attenzione di Strouhal (1878).

Nella loro memoria von Kàrmàn e Rubach indicarono le condizioni teoriche di stabilità di due file parallele di vortici per un fluido indefinito, come se la viscosità non esercitasse alcuna azione quando i vortici hanno abbandonato uno a uno l'ostacolo. Sembra perciò poco probabile che le conclusioni di Kàrmàn e Rubach siano ancora vere per i fluidi reali; tale previsione fu confermata da Bénard [9], il quale con verifiche sperimentali concluse che le leggi di Kàrmàn sono assai lontane da poter essere applicate ai vortici dei fluidi reali.



\+ ⊙ ⊕ ● Frequenziometro Vecchiacchi.

⊡ ♁ Metodo acustico.

Fig. 2.

I diametro dell'ostacolo mm 2 - filo esploratore all'asse della condotta.
II diametro mm 3,8 - filo esploratore a metà raggio ed all'asse.
III diametro mm 3,8 - filo esploratore alla parete.

Allo stato attuale non è possibile nemmeno affermare con sicurezza se la legge di similitudine dinamica si applica a questa categoria di vortici; in conseguenza non è nemmeno possibile prevedere se esiste un numero di Reynolds ben definito, che segni l'inizio del regime turbolento. Bénard [10] concluse in senso negativo per le sue esperienze, che furono fatte nell'acqua in condotte a superficie libera. Più recentemente Camichel, Dupin [11] ed altri conclusero invece, dopo nuove esperienze nell'acqua, che la legge di similitudine meccanica di Reynolds si applica ai periodi di formazione dei vortici alternati e che esiste un numero di Reynolds, unico per ostacoli simili, il quale segna l'inizio della formazione dei vortici alternati.

Io ho fatto esperienze in condotte chiuse cilindriche piene di aria in movimento. L'impianto sperimentale e gli apparecchi di misura erano precisamente quelli già descritti nel § 2. Dentro il tubo di ebanite fu sistemato un grosso filo di rame secondo la direzione di un diametro (v. fig. 2): a questo filo, costituente l'ostacolo, fu saldato il solito filino di platino, che veniva riscaldato dalla corrente continua nella maniera indicata in figura. Il raffreddamento periodico del filo era dovuto ai vortici di aria, che si formavano immediatamente dietro il filo di rame; la corrente elettrica variabile, che così si otteneva, aveva una frequenza uguale a quella dei vortici. Nella fig. 2 sono raccolti i risultati di tre serie di misure; in tutte il valore della frequenza fu determinato con l'apparecchio Guarnaschelli-Vecchiacchi, che fu controllato in qualche caso mediante prove oscillografiche (vedi figura 3).

Anche in queste nuove condizioni sperimentali è stato confermato quanto fu già messo in evidenza nella ricerca precedente: la esistenza cioè di oscillazioni regolari dei filetti fluidi per velocità molto basse e la loro tendenza ad annullarsi solo in corrispondenza di velocità medie nulle o assai prossime allo zero.

Questi risultati sono in accordo con le conclusioni, cui giunsero Camichel [12], Dupin e Teissié-Solier [13] con l'impiego di altri mezzi di misura; lord Rayleigh e Bénard invece nel loro studio teorico proposero due diverse formule per rappresentare la legge di variazione della frequenza dei vortici in funzione della velocità e della viscosità del fluido. Tutte e due queste formule ammettono che i vortici alternati abbiano inizio con una frequenza nulla in corrispondenza di una velocità del fluido differente da zero.

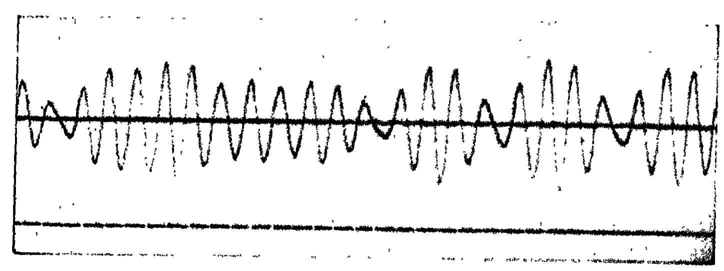


Fig. 3*a*.

Diametro dell'ostacolo mm 3.8 - Filo esploratore al centro
Velocità aria cm 280 al secondo - N. 151 periodi al secondo.

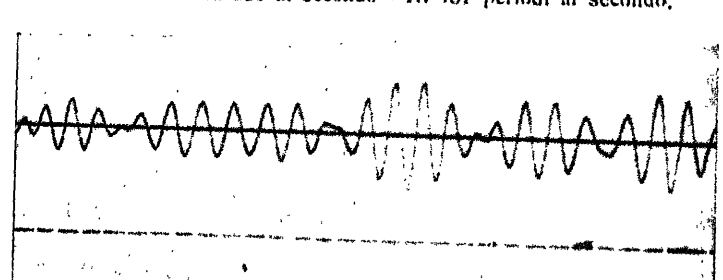


Fig. 3*b*.

Diametro dell'ostacolo mm 3.8 - Filo esploratore al centro
Velocità aria cm 224 al secondo - N. 142 periodi al secondo.

La fig. 2 mette in evidenza altre proprietà di questi vortici: l'aumento del diametro dell'ostacolo cilindrico fa diminuire la frequenza per la medesima velocità della corrente di aria, ed anche la variazione percentuale della frequenza in corrispondenza di una determinata variazione della velocità media cresce a mano a mano che il diametro dell'ostacolo impicciolisce. Il che va in accordo con i risultati ottenuti recentemente da E. Tyler [14]. Inoltre a pari diametro dell'ostacolo immerso e per la medesima velocità media della corrente di aria la frequenza dei vortici è massima all'asse della condotta minima alla parete. Tale differenza non è grande e tende a ridursi quando la velocità si avvicina al valor zero; il che può far pensare che la turbolenza del moto investa tutta la massa del fluido con uguali caratteri di periodicità, ed in generale dinamici, fino alla parete della condotta.

5. - Sulle leggi e le relazioni della convezione termica.

La ragione e l'interesse della ricerca sperimentale, di cui ho esposto i risultati nei paragrafi precedenti, derivano dalle considera-

---

[3] *C. R.*, vol. CXLVII (1908), pag. 839 e 970.
[4] *Phys. Zeitschr.*, n. 13 (1912), pag. 49 e 433.
[5] *Rayleygh's « Sound »*, 11, pag. 413 e segg.
[6] *Proc. Phys. Soc.*, n. 37 (1925), pag. 178.
[7] *Phil. Mag.*, n. 42 (1901), pag. 171 - n. 49 (1925), pag. 509.
[8] *Phil. Mag.*, marzo 1928, giugno 1930.
[9] *C. R.*, 21 giugno 1926, pag. 1523.
[10] *C. R.*, 7 giugno 1926, pag. 1377.
[11] *C. R.*, 20 giugno 1927, pag. 1511 - 27 dicembre 1927, pag. 1557.
[12] *C. R.*, 23 gennaio 1928, pag. 203.
[13] *C. R.*, 14 aprile 1930, pag. 922 - *Rev. Gen. El.*, 14 luglio 1928, pag. 53.
[14] l. c.

zioni seguenti sopra una delle questioni di termotecnica attualmente più dibattute. In tutte le applicazioni relative alla trasmissione del calore tra un fluido in movimento e la parete della condotta che lo contiene ha importanza fondamentale la distribuzione dei campi della temperatura e della velocità, che si formano in vicinanza delle superfici calde. Di solito la complicazione di questi campi è accresciuta dal moto relativo delle diverse parti e dal carattere della turbolenza del moto, che è determinata dall'insieme dei vortici e delle oscillazioni della velocità, cui sono sottoposte le singole particelle fluide. Ad es. nel caso di un fascio di tubi cilindrici, immersi nella massa di un aeriforme corrente con velocità normale all'asse dei tubi si forma dopo ciascun tubo (vedi fig. 4) una zona piena di vortici assai intensi, che vi rendono uniforme la temperatura. Se ne ha la conseguenza che approssimativamente la superfice, attraverso cui si scambia il calore fra il tubo ed il fluido esterno, prende la forma AMA′M′A con conseguente aumento della quantità di calore trasmessa.

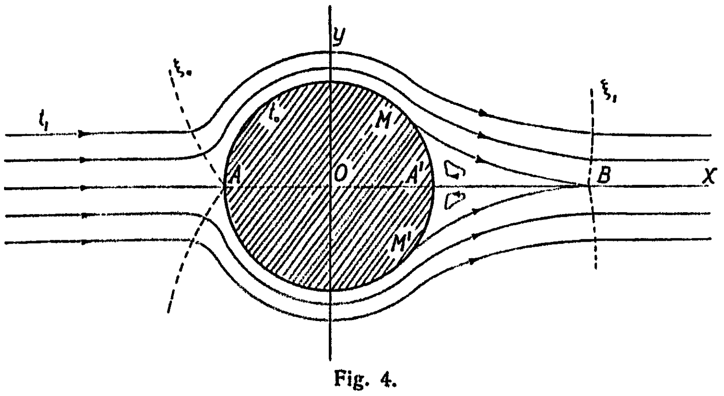


Fig. 4.

Analogamente dentro le tubazioni i vortici e le oscillazioni irregolari della velocità producono sempre l'effetto di accelerare considerevolmente la uniformità della temperatura nella loro zona di azione, giacchè a cagione del loro spostamento verso tutte le direzioni creano un vero trasporto di calore fra zone diverse nell'interno della massa fluida e fra questa e le superfici dei corpi solidi, che si trovano a contatto con esse. Ora la intensità e la velocità media di spostamento dei vortici dentro la condotta dipendono fra l'altro dai valori, che acquistano le particolari caratteristiche meccaniche e termiche del fluido in ogni punto della sua massa: i coefficienti di viscosità e di attrito interno, la pressione, la velocità, la temperatura, ecc. La variazione di questi valori in punti diversi della medesima sezione nella condotta può essere rilevante ed in conseguenza i caratteri del moto possono variare assai da punto a punto della massa fluida.

Allo stato attuale le nostre conoscenze sul fenomeno non sono nè complete nè definitive, mentre l'interesse pratico della trasmissione termica per convezione è considerevole. Riunire con l'aiuto di una formula globale e sufficientemente elementare i risultati dei fenomeni di conduzione e di convezione è stato finora quasi del tutto impossibile; d'altra parte l'esperienza non ha potuto conseguire risultati più soddisfacenti di quelli ottenuti per via teorica giacchè essa urta sempre contro difficoltà assai gravi e spesso insormontabili. Difatti mentre bisogna misurare quantità di calore, direttamente al calorimetro o indirettamente con misure di portata e di temperatura, è necessario anche conoscere i valori della temperatura alla parete e nel seno del fluido; assicurare durante la durata dell'esperienza un regime permanente di velocità, di pressione e di temperatura in tutti i punti e conoscere con giusta esattezza i coefficienti di trasmissione e la variazione dei loro valori con la temperatura. Infine intervengono nei calcoli altri elementi mal conosciuti o difficili a misurare: grado di agitazione del fluido, rugosità della parete, ecc. Errori sistematici dunque turbano necessariamente le misure; essi sono stati e sono sempre la cagione principale di profonde divergenze dei risultati ottenuti dai diversi sperimentatori. Non può quindi destare meraviglia il fatto che non si sia riuscito ad ottenere finora uniformità di criteri generali nelle diverse applicazioni tecniche; difatti mentre alcuni costruttori pensano di raggiungere la migliore trasmisssione del calore imponendo al fluido un regime di turbolenza, intenso quanto più è possibile, e secondo questo punto di vista conformano le superfici di riscaldamento e di raffreddamento, altri invece pensano che la migliore forma di trasmissione termica consista nel moto senza turbolenza.

Considerazioni teoriche ed ipotesi, che si possono considerare recenti rispetto al tempo, da cui ebbe inizio lo studio della questione, ma sull'attendibilità delle quali l'accordo non è completo, hanno dato al problema una generalità maggiore e più esauriente associando al fenomeno della trasmissione del calore quello del comportamento dinamico dei fluidi, che scambiano il calore. Come si sa i due fenomeni non sono indipendenti e presentemente non sembra azzardata la affermazione che ogni progresso nello studio della convezione del calore si potrà avere soltanto in seguito a corrispondenti progressi nello studio della estrema complessità dei moti vorticosi. Donde l'interesse di ricerche sperimentali puramente dinamiche che precedano le prove termiche.

Il primo che contribuì efficacemente alla soluzione del problema fu O. Reynolds ([15]), il quale riuscì ad esprimere mediante la forza di attrito il calore trasmesso fra la parete ed il fluido. Tuttavia la sua formula non servì molto ai tecnici giacchè essa non dava esplicitamente il coefficiente di conduttività esterna, con il quale invece si è abituati ad operare. La determinazione delle relazioni fra quel coefficiente ed alcuni gruppi delle altre grandezze caratteristiche del fluido è stata possibile soltanto con l'impiego del principio di similitudine, già applicato in idrodinamica da parecchi anni con esito favorevole ([16]). Con il suo aiuto si è riuscito a dedurre abbastanza facilmente formule semplici e perciò utili per la tecnica; ma sopratutto le ipotesi, che si sono fatte sulle condizioni dinamiche del fluido nelle immediate vicinanze delle pareti della condotta ed addirittura al contatto con esse, hanno eliminato molte difficoltà nei calcoli ed hanno segnato un orientamento degli studi, che è sembrato definitivo dopo tante incertezze.

Prandtl per primo richiamò l'attenzione sulle condizioni del fluido alla parete. Il moto dei liquidi e degli aereiformi si può présentare nell'uno o nell'altro dei due regimi, turbolento e laminare; ma sempre in vicinanza delle pareti ed a contatto con essa è necessario pensare alla esistenza di uno strato, il quale è addirittura in quiete quando il regime è laminare oppure si trova in regime laminare quando quello della corrente è turbolento. Dentro una tale guaina, il cui spessore e la cui capacità calorifica sono peraltro assai piccoli, scorre la quasi totale massa del fluido: la velocità nella parte a contatto con la parete è nulla e poi cresce linearmente fino ad assumere un valore massimo che è quello del filone centrale.

Nei riguardi della trasmissione del calore questo strato limite costituisce una specie di vernice vischiosa, che aderisce alla parete e perciò attenua la convezione termica perchè, non essendovi il rimescolio del fluido, il passaggio del calore è dovuto esclusivamente alla conduzione. Ne segue che dentro lo strato limite risulta condensato l'intero campo termico fra i valori della temperatura alla parete e quella del fluido, e parimente vi risulta condensato l'intero campo della velocità. Per il valore del coefficiente di conduttività esterna sono perciò decisivi il gradiente della temperatura nel senso normale alla parete attraverso lo strato limite e la conduttività interna del fluido.

Questa ipotesi dello strato limite di Prandtl ha permesso di estendere considerevolmente lo studio delle relazioni tra le proprietà dinamiche e quelle termiche dei fluidi in moto. Prandtl ha indicato una serie di casi, in cui i campi di velocità e di temperatura si corrispondono con esattezza; successivamente i lavori di von Kàrmàn e quelli di von Lazko hanno mostrato la concordanza qualitativa e quantitativa dei due campi in casi assai importanti. Tuttavia l'esistenza dello strato limite non è stata sempre accettata; manca ancora un fatto sperimentale chiaro e decisivo in suo favore; per di più anche teoricamente si possono avanzare dubbi in contrario.

Ad esempio questo: si sa che la velocità critica in una condotta chiusa è inversamente proporzionale al diametro; se questo diventa infinito la velocità critica è nulla. Quindi sopra una superficie piana non possono esistere nè il moto laminare nè qualunque strato a regime laminare, per quanto sottile. Per altre ragioni è anche evidente che la teoria dello strato limite, cui si assegna uno spessore ben definito in tutti i casi, non appare completamente soddisfacente: dal punto di vista fisico non è concepibile la separazione netta fra il regime laminare dello strato limite e quello turbolento del filone centrale, giacchè inevitabilmente deve esistere una regione, nella quale il processo risultante è intermedio fra i due regimi. La resistenza termica non può di conseguenza essere concentrata solo nello strato limite, come se questo fosse del tutto indipendente, e, separato dalla massa restante, seguisse indisturbato le leggi del suo moto. Sembra invece più naturale a molti pensare che la costituzione dello strato limite ed il suo comportamento non possono essere indipendenti dallo stato, in cui si trova la rimanente massa, e dalle perturbazioni che si destano in essi. Alla più antica ipotesi di Prandtl se ne va sostituendo un'altra più aderente alla realtà nelle ricerche recenti ([17]): si pensa cioè che la corrente nello strato limite sia in parte laminare ed in parte turbo-

---

([15]) *Proc. Manch. Liter. a. Phyl. Soc.*, 1874.

([16]) H. Lorenz: *Physik. Zeitschr.* n. 20 (1907), pag. 446.
— M. Ten. Bosch: *Die Wärme übertragung*, 1927.
— A. Sellerio: *Physik. Zeitschr.*, n. 29 (1928), pag. 55.
— G. I. Taylor: *Mech. Properties of Fluids* 1923, cap. 4° (Gibbson).
Per una chiara ed utile esposizione delle principali formule sul coefficiente di conduttività esterna vedi: D. Sidoti: *Politecnico*, n. 11.

([17]) *Engineering*, 8 agosto 1930, pag. 168.

lenta in corrispondenza dei bassi numeri di Reynolds e che diventi invece completamente turbolenta per gli alti numeri di Reynolds ([18]).

I risultati delle misure, che io ho esposto nei paragrafi precedenti, mi sembra che diano valore a queste affermazioni più recenti. Difatti una delle conclusioni più importanti che si può trarre dai diagrammi delle figure 1 e 2 è la presenza, sicuramente accertata, dei vortici nel seno della massa di aria anche per velocità assai piccole e la loro tendenza ad annullarsi solo per velocità nulla. Inoltre la frequenza dei vortici varia con continuità dal valor zero ad un valore massimo e costante, che si raggiunge solo per le grandi velocità. Nell'interno di una condotta la velocità propria dei filetti fluidi possiede tutti i valori da quello massimo all'asse a quello nullo alla parete. Può sembrare quindi giusta la conclusione che soltanto alla superficie della condotta possano sparire i moti vorticosi o comunque le oscillazioni irregolari della velocità.

6. - Conclusione.

Sono state fatte misure della frequenza delle oscillazioni di velocità nell'interno di condotte a sezione circolare e quadrata, contenente una massa di aria in moto. Il metodo impiegato è stato quello dell'anemometro a filo caldo inserito nel circuito di un amplificatore a triodi e la determinazione della frequenza fu fatta con il frequenziometro a lettura diretta Guarnaschelli-Vecchiacchi: in qualche caso ed a scopo di controllo si usarono anche il metodo acustico e quello oscillografico.

Un primo gruppo di misure fu fatto alla parete della tubazione in condizioni naturali del moto: si è riuscito (ritengo per la prima volta) a rilevare l'esistenza di oscillazioni periodiche dei filetti fluidi anche per velocità molto basse e prossime allo zero, quindi assai lontane dal valor critico. Inoltre i valori della frequenza per velocità medie diverse si distribuiscono secondo una linea che passa con continuità dal regime turbolento a quello laminare e mostrano di annullarsi soltanto in corrispondenza di velocità nulle.

Nel secondo gruppo di esperienze si applicò il metodo alla misura della frequenza dei vortici di Bénard-Kàrmàn; che si formano nel solco di ostacoli immersi. I risultati ottenuti confermarono le conclusioni generali, cui giunsero con metodi diversi altri sperimentatori, e si sono mostrati in accordo con alcune previsioni della teoria della similitudine applicata a questa categoria di vortici. E' stata confermata ancora una volta la esistenza di vortici per velocità prossime allo zero.

Infine si è mostrata la relazione intima tra questi fenomeni e la trasmissione del calore per convezione.

Padova - *Istituto di Fisica Applicata.*

([18]) Così si può spiegare il fatto che rendendo rugosa la superficie della tubazione aumenta il valore del coefficiente di conduttività esterna. La rugosità della parete è causa di formazione di vortici nello strato limite; e così pure l'aumento della turbolenza della corrente è causa di moti verticosi nello strato limite.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPLICAZIONI VARIE.

J. M. Willems — **In India è stato installato un laminatoio elettrico.** (The El. J., luglio 1930, pag. 388).

Un laminatoio per acciaio è stato montato a Jamshedpur a 240 chilometri ad ovest di Calcutta; l'energia elettrica a tal uopo necessaria è prodotta da due turboalternatori di 18.000 e di 10.000 kW rispettivamente. I laminatoi a cilindri in servizio sono tre e sono studiati per ridurre i lingotti di acciaio di 64×64 cm alle dimensioni di una rotaia con un solo riscaldamento al principio della lavorazione. Il laminatoio intermedio è comandato da un motore a c. c. da 3.400 kW ad inversione di marcia; la velocità massima è di 60 giri/minuto; indebolendo il campo si può però elevarla fino al doppio; la coppia massima sull'albero è di 195.000 kgm. La c. c. che alimenta questo motore è data da due dinamo in parallelo di 1900 kW ciascuna che a 490 giri/1' danno una tensione di 700 volt. L'eccitazione in derivazione delle dinamo e del motore è ottenuta con una dinamo da 60 kW e 250 volt. Il motore del laminatoio è anche eccitato in serie per ottenere una migliore regolazione della coppia.

Le punte di carico del laminatoio sono superate con un grande volano che alla velocità di 500 giri/1' può accumulare un'energia di 102.000 kilojoule; il volano è montato sull'albero delle due dinamo. Il quadro di manovra consta di un quadro verticale e di uno a leggio sui quali sono sistemati i rélais automatici, gli interruttori, i rélais di protezione, gli strumenti elettrici di misura e l'indicatore della velocità del motore oltrechè gli apparecchi per la regolazione della sua velocità. La ventilazione del macchinario ha un carattere di speciale importanza perchè la temperatura locale è molto elevata nei mesi estivi; la circolazione dell'aria è assicurata da due ventilatori, capaci di fornirne ciascuno 1.400 m³ al minuto, accoppiati con motori da 37 kW. L'aria è raffreddata prima di entrare nelle macchine, salvo nei periodi invernali nei quali è previsto un preriscaldamento a mezzo di resistenze onde evitare che l'umidità possa depositarsi negli avvolgimenti. *I. L.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

C. Edward Magnusson — **Effetti del campo magnetico sulle figure di Lichtenberg.** (J. A. I. E. E., settembre 1930, pag. 756).

L'A. ha studiato sperimentalmente il comportamento delle figure di Lichtenberg quando esse vengono fatte produrre in presenza di un campo magnetico diretto perpendicolarmente al piano nel quale le figure stesse vengono prodotte. Queste esperienze forniscono elementi molto utili per giudicare fra le diverse teorie emesse a spiegare la formazione delle figure del Lichtenberg e che ritengono sieno dovute a proiezioni di eletroni, di ioni e di protoni animati da alte velocità.

L'effetto del campo magnetico si manifesta specialmente col produrre una curvatura dei raggi emananti dal nucleo centrale delle figure. Per quanto riguarda le figure negative la curvatura appare, sulla registrazione fotografica, nella direzione del movimento dell'orologio qualora il campo magnetico sia diretto dall'osservatore verso la figura. Questo fatto è in completo accordo colla teoria che ritiene dovute le figure negative a proiezione di veloci elettroni dall'elettrodo negativo; ciò risulta da una semplice analisi delle forze alle quali gli elettroni vengono a trovarsi soggetti.

Per le figure positive, quando il campo è diretto dall'osservatore verso la figura in esame, la curvatura si manifesta pure nel senso del movimento delle lancette dell'orologio. Questo fatto non è compatibile colle teorie che ritengono le figure positive dovute a proiezione di ioni positivi o protoni da parte dell'elettrodo positivo; si accorda invece colla teoria secondo la quale esse sarebbero dovute a elettroni che vanno a cadere sull'eletrodo positivo.

Coll'uso del campo magnetico perpendicolare si sono anche potute rendere evidenti certe forme speciali di figure del Lichtenberg. Anche il limite minimo di pressione atmosferica al quale le figure conservano un aspetto definito risulta assai più basso del solito quando esse si facciano produrre in presenza di un campo magnetico. L'A. illustra e descrive in particolare alcune figure doppie ottenute mettendo a contatto colla lastra sensibile entrambi gli elettrodi tenuti a breve distanza l'uno dall'altro. *R. S. N.*

IMPIANTI.

E. de Mulinen — **Il comando a distanza con selettori.** (Revue Brown Boveri, n. 9, settembre 1930).

Il sistema di comando e di segnalazione descritto dall'A. è basato sull'impiego di selettori di cui uno è montato al posto di comando e l'altro nella stazione comandata. I selettori sono costituiti da un disco a superficie piana su cui sono disposti circolarmente dei contatti che vengono successivamente toccati da una spazzola rotativa comandata da un piccolo motore speciale. Le spazzole dei due selettori chiudono, in ciascuna posizione, atraverso ai fili di collegamento, i circuiti di comando e di segnalazione di un apparecchio determinato. Il sistema è normalmente fermo ed è messo in movimento soltanto quando si deve effettuare una manovra oppure una segnalazione. Le spazzole mobili possono però fermarsi in corrispondenza di una data posizione per tutto il tempo che si desidera, allo scopo di permettere la manovra a distanza di un interruttore, la regolazione della velocità di una macchina, una regolazione di tensione, ecc. Per impedire che la mancata manovra degli apparecchi o delle segnalazioni, rendendo superfluo il funzionamento del sistema, abbia a diminuirne la sicurezza di esercizio, è stata adottata una apparecchiatura di controllo automatico, che verifica periodicamente lo stato del sistema e mette immediatamente in evidenza un'irregolarità qualsiasi.

Il movimento delle spazzole dei due selettori è rigorosamente sincrono ed il sincronismo è ottenuto mediante la combinazione di un servomotore elettrico e di un sistema di relais. Tutti gli apparecchi di comando impiegati sono quelli normalmente adottati nei posti di comando. Per controllare ad ogni istante lo stato delle connessioni, si può adottare un quadro luminoso, sul quale sono rappresentate tutte le linee carateristiche tanto della stazione quanto della rete, illuminate automaticamente con diversi colori, in corrispondenza dello stato momentaneo di tensione.

L'A. descrive i particolari del funzionamento del sistema nelle più svariate condizioni e mette in rilievo le particolarità degli apparecchi impiegati. *V. D. Ma.*

MATERIALI.

E. Soleri e M. Foà — **Applicazioni dei raggi ultravioletti ai materiali isolanti.** (Energia Elettrica, novembre 1930, pag. 928).

E' una diffusa trattazione preceduta da alcune note sulla produzione dei raggi ultravioletti e sulla loro azione nei fenomeni fotochimici e di fluorescenza. Le applicazioni all'industria elettrotecnica ri-

guardano l'esame della fluorescenza e l'azione di invecchiamento. Osservati per fluorescenza, lasciandone cadere una goccia su un vetro nero a fondo opaco (con forte proporzioni di ossido di nichel, sino al 9 %) alla luce di una lampada a vapori di mercurio, gli olii minerali sono caratterizzati da colorazioni dal viola chiaro al bleu; gli olii densi per impregnazione tendono invece al giallo. Le paraffine di seconda qualità si distinguono da quelle di prima per un verdino chiaro che prende il posto dell'azzurro. Quattro tavole a colori facilitano il riconoscimento delle varie qualità dei materiali elettrici: olii, paraffine, caucciù, filati, carte, ecc.

I raggi ultravioletti servono poi per stabilire rapidamente lo stato di invecchiamento della gomma e delle vernici: in circa 4 ore si ha l'invecchiamento che normalmente si ottiene in 400 ore. Tre tabelle e due diagrammi forniscono le indicazioni opportune per questo esame. I raggi ultravioletti possono pure essere applicati per riconoscere la degradazione dei materiali isolanti sotto l'azione degli agenti esterni. *G. Cc.*

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

E. R. A. — **La resistività termica dei dielettrici solidi** (Relazione di The British Electrical and Allied Industries Research Association, Ref. L/T41). (J. I. E. E., Londra, ottobre 1930, pag. 1313).

La resistività termica di un materiale è definita dalla differenza di temperatura in °C che bisogna mantenere fra le facce opposte di un cubo di 1 cm di lato costruito con quel materiale per ottenere il passaggio di una quantità di calorie/sec. equivalente ad 1 watt. Una serie di apparecchi tutti costruiti sullo stesso principio è stata studiata allo scopo di determinare sperimentalmente il suddetto valore su fogli di materiali isolanti di varia forma, spessore e rugosità superficiale. Gli apparecchi constano di 2 cilindri di rame di 5 cm di diametro e di lunghezza tripla fra i quali si interpone il foglio isolante; uno dei fogli è scaldato elettricamente e l'altro è raffreddato con un serpentino percorso da acqua corrente. In condizioni di regime si misura l'aumento di temperatura dell'acqua all'uscita dal serpentino e si deduce la quantità di calore passata attraverso l'isolante nell'unità di tempo, il salto di temperatura fra le due superficie di contatto dei cilindri si misura a mezzo di termocoppie. Per migliorare il contatto si usa interporre fra i cilindri e l'isolante uno strato di mercurio; tutto l'apparecchio è avvolto da uno spesso strato di asbesto. L'aumento da 0,6 a 1,6 kg/cm² della pressione esercitata su un campione di press-board ha fatto diminuire la sua resistività del 3 %. Valori diversi della resistività si osservano eseguendo le misure su campioni di diverso spessore dello stesso materiale. Su un campione di fibra di 50 × 100 cm sono state eseguite 11 misure di resistività in punti diversi ottenendo valori compresi fra 236 e 318 °C/cm³ watt; ripetendo le misure in uno stesso punto si ottennero delle differenze nella resistività termica anche del 3 %.

Le prove di resistività sono state ripetute anche su conduttori rotondi e su sbarre ricoperti da isolante come si incontrano nelle macchine elettriche; il conduttore di forma cava veniva riscaldato dall'interno a mezzo di una resistenza e si misurava il salto di temperatura attraverso l'isolante con termocoppie; per avere un valore medio più attendibile della temperatura esterna si avvolgeva l'isolante con un filo di platino del quale si misurava l'aumento di resistenza. Il calcolo della resistività termica in base a queste misure presenta qualche difficoltà perchè la trasmissione del calore attraverso l'isolante presenta delle irregolarità specialmente lungo gli spigoli e bisogna tenere conto di volta in volta di adatti coefficienti di correzione. Ad analoghe prove sono state sottoposte le lamiere di indotto riunite sotto forma di pacchetto con l'interposizione di fogli di carta, allo scopo di determinare la resistività termica del complesso in direzione normale alla laminazione. Sebbene lo spessore del ferro sia il 90 % dello spessore totale pure si può ritenere che la resistività termica del complesso dipenda soltanto dallo spessore della carta. La resistività termica varia moltissimo colla compressione esercitata sul pacchetto, essa può scendere ad 1/3 del valore iniziale quando la pressione passa da 0 a 14 kg/cm²; la resistività può mantenersi anche alla metà del valore iniziale quando si annulli la pressione senza decomporre il pacchetto.

Un'apparecchio speciale è stato studiato per determinare la resistività termica delle pellicole d'aria di diverso spessore. La resistività dell'aria diminuisce col crescere del salto di temperatura e dello spessore poichè in entrambi i casi i fenomeni convettivi prevalgono sulla trasmissione per conduzione. Da una serie di prove eseguite con spessore d'aria costante è risultato che la resistività può ridursi da 3800 a 1580 °C/cm³ watt quando il salto di temperatura effettivo sale da 50 a 400 °C. *I. L.*

MOTORI ELETTRICI.

PH. SUTER — **Motori a corrente alternata di grande potenza con avviatore centrifugo.** (Revue Brown Boveri, n. 9, settembre 1930).

L'impiego dell'avviatore centrifugo per l'avviamento dei motori asincroni con indotto avvolto consente la messa in marcia di questi motori colla stessa facilità colla quale si avviano i motori con indotto in corto circuito. Sono cioè superflui il commutatore stella-triangolo, la puleggia folle di avviamento, l'interruttore a gradini, il trasformatore d'avviamento e gli altri mezzi ausiliari. Si avvia, inoltre, con una coppia elevata pur con una corrente ridotta; coppia sufficiente nella maggior parte dei casi, perchè superiore alla coppia normale durante tutta la durata dell'avviamento.

Non ostante tutti i vantaggi che presentano i motori con avviatore centrifugo, vi sono alcune applicazioni per le quali essi non sono adatti. L'A. ricorda il comando degli ascensori e di altri organi di sollevamento che comportano avviamenti troppo lunghi oppure troppo frequenti; l'equipaggiamento di organi di trasporto, soggetti ad arresti repentini durante l'avviamento od il servizio; l'allacciamento a reti con forti variazioni di frequenza o di tensione.

L'adozione dell'avviatore centrifugo per motori di piccola potenza (20 ÷ 25 kW) non presenta difficoltà; al contrario, le correnti rotoriche intense, che possono provocare la saldatura dei contatti, richiedono una costruzione particolarmente accurata per i motori di potenza più elevata. L'impiego di speciali accorgimenti: molle di bilanciamento, pesi addizionali, contatti ausiliari, canali di separazione, protezione contro la polvere, ecc., ha permesso alla Brown Boveri di costruire tipi di motori, con avviatore centrifugo, di 4, 6, 8, 10 poli rispettivamente di 380 kW, 175 kW, 135 kW, 100 kW. *V. D. Ma.*

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

G. UGELLI — **I più recenti ed importanti impianti di turbine idrauliche e pompe centrifughe realizzati in Italia.** (Energia Elettrica, ottobre 1930, pag. 843).

L'articolo non è una monografia descrittiva di impianti e di installazioni, ma un'esposizione razionale degli sviluppi e dei progressi delle turbine e delle pompe. Uno degli aspetti più interessanti di questo periodo è l'applicazione delle ruote veloci ad elica e Kaplan. L'esempio più cospicuo è quello dell'impianto di Mori con quattro gruppi che smaltiscono ciascuno 50 m³/sec. Nel campo delle medie cadute si sono raggiunte con le installazioni ad asse verticale in camera forzata metallica, potenze eccezionali; 36.750 kW nella centrale di Galleto e 33.000 kW in quella dell'Isarco con rendimenti che a pieno carico raggiungono 0,89 ÷ 0,92. Nelle turbine ad azione si sono costruite unità con rapporti diam-ruota/diam. getto eccezionalmente piccoli col risultato di spingere le velocità e di raggiungere rendimenti del 90 %.

Il fenomeno della cavitazione è stato oggetto di rinnovati e frequenti studi: per le ruote ad elica si è pensato a sviluppare maggiormente la pala appiattendone il profilo e distribuendo su tutta la lunghezza la convessità dapprima concentrata all'inizio.

Per la regolazione della velocità si è introdotto un nuovo tipo di regolatore in cui il pendolo a forza centrifuga è stato sostituito da un dispositivo a pressione d'olio; il servomotore rotativo trasmette lo sforzo alla turbina con vite senza fine; l'apparecchio è autocompensato con pompa a portata variabile e regolazione tanto più rapida quanto più intensa è la variazione di carico.

Fatto cenno alle centrali automatiche e alle sale prove l'A. passa all'esame delle pompe con particolare riguardo ai grandi impianti idrovori per le bonifiche in cui sembra realizzarsi il concetto: « Acqua che pompa acqua ». Per migliorare il rendimento alle prevalenze minori, le grandi ruote ad asse verticale hanno pale fisse dall'ingresso sino a metà tracciato e girevoli nell'ultimo tratto.

Le pompe ad elica sono ancora oggi oggetto di studio. Sono state adottate in impianti di bordo per l'elevata velocità e il piccolo ingombro; nelle bonifiche sono state installate in casi di bassissima prevalenza. Il forte carico assorbito all'avviamento con valvola chiusa costituisce un serio pericolo per i motori elettrici, e a risolvere questo problema dovranno orientarsi studi e esperienze. *G. Cc.*

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

S. SONODA — **Resistenza di radiazione di una piccola antenna oscillante in mezza onda.** (L'Onde Electrique, Vol. 9, N. 107, novembre 1930, pagg. 511-519).

Operando con onde di 17-18 cm, come quelle date dall'oscillatore Pierret (1), la lunghezza di un'antenna risuonante in mezza onda, è minore di mezza lunghezza d'onda a causa dell'effetto della capacità tra gli estremi. Così, con una lunghezza d'onda di 2 × 8,9 cm la lunghezza dell'antenna risulta di 8,1 cm. Il rilievo della curva di risonanza, eseguito mediante variazione della lunghezza dell'antenna, permette di ricavare il decremento logaritmico, che nel caso considerato risulta eguale a 0,73. Dal decremento si può risalire alla resistenza totale attraverso l'induttanza che può essere calcolata in base alla formula di Neumann ed alla conoscenza della distribuzione della corrente lungo il filo. Riferendosi ad una distribuzione sinoidale quale deriva dal supporre la capacità tra gli estremi localizzata tra i punti estremi del filo, tale induttanza risulta di $6{,}03 \cdot 10^{-9}$ Henry per unità di lunghezza e la resistenza totale viene nel nostro caso a risultare di 105,4 ohm. Di questi solamente 5,5 appaiono dovuti alla resistenza ohmica e così la resistenza di radiazione è di 100 ohm. Calcolando tale resistenza direttamente, considerando ciascun elemento dell'antenna come un dipolo, ed immaginando sempre la capacità degli estremi localizzata ai punti estremi del filo, si trova un valore di 121 ohm. La differenza, che è notevolmente superiore all'errore probabile della determinazione sperimentale, è verosimilmente dovuta

(1) Comptes Rendus Ac. des Sc., 1928, vol. 186, pag. 1601.

all'approssimazione fatta di ritenere la capacità correttiva localizzata agli estremi, e cioè di riferirsi ad una distribuzione di corrente rappresentata da un tratto di semisinusoide bruscamente tagliato agli estremi del filo, invece che ad una distribuzione continua (corrente nulla agli estremi) e di tipo non perfettamente sinoidale, come in realtà. *F. Ve.*

G. Beauvais — **Risultati sperimentali di telecomunicazioni con le onde ultra-corte.** (L'Onde Electrique, ottobre 1930, Vol. 9, N. 106, pagine 484-492).

Sono esposti i risultati di una interessante serie di esperienze di telecomunicazione radiotelegrafica stabilita per mezzo di onde della lunghezza di 15-18 cm. Il trasmettitore è quello ideato dal Pierret (1) ed il ricevitore è un circuito a superreazione preconizzato dal Pierret stesso. La più grande difficoltà sperimentale sembra essere quella della scelta dei triodi che viene effettuata facendo oscillare il triodo considerato e dirigendone le onde con un specchio parabolico su di un altro specchio situato a distanza di qualche diecina di metri ed avente nel proprio fuoco una coppia termoelettrica collegata ad un galvanometro. Lo stesso dispositivo è adoperato per la prova degli specchi; i migliori risultati, sia come intensità che come acutezza di rilevamento, si sono ottenuti con un paraboloide di rivoluzione avente 20 cm di di distanza focale e 120 cm di apertura, mentre che l'energia ricevuta e l'acutezza di rilevamento si trovano ridotte a circa 1/2 ed 1/6 rispettivamente con un altro paraboloide di rivoluzione simile al primo ma con apertura metà, e con uno specchio cilindrico-parabolico largo 60 cm ed alto 20.

Il doppio uso di specchi permette di eseguire telecomunicazioni a distanze di 20-30 chilometri anche con l'uso di un ricevitore a modesta sensibilità. Le onde non sono arrestate dalla nebbia. Le lampade trasmittenti adoperate sono delle TMC a corna la cui placca è portata ad un potenziale negativo di 40 volt mentre la griglia ha un potenziale positivo di 250 volt rispetto al filamento. *F. Ve.*

(1) Comptes Rendus Ac. des Soc. 1928-29-30.

TRASFORMATORI.

R. Kornfeld — **Nuove disposizioni per il cambiamento, sotto carico, del rapporto di trasformazione dei trasformatori polifasi.** (E. u. M., n. 28, 13 luglio 1930).

Secondo il metodo descritto dall'Autore, la manovra di commutazione delle prese ausiliarie di un trasformatore viene effettuata sopra sezioni degli avvolgimenti che, all'atto della commutazione, vengono momentaneamente disinseriti dalla rete, mentre le parti dell'avvolgimento che sono rimaste inserite sono in grado di alimentare la rete o, rispettivamente, di essere da questa alimentate. La commutazione viene effettuata successivamente sulle diverse colonne. Il sovraccarico cui vanno soggetti gli avvolgimenti inseriti durante la manovra di commutazione non è dannoso perchè di breve durata: anche le correnti di compensazione che si verificano a causa dell'asimmetria del sistema durante la commutazione sono rese, in ogni caso, inoffensive.

Il metodo è applicabile per tutti quei sistemi i cui avvolgimenti formano un poligono regolare. A vuoto, l'apertura di uno dei lati del poligono non muta i rapporti della tensione nel sistema: sotto carico, invece, l'asimmetria delle correnti provoca delle variazioni nelle cadute di tensione e, quindi, delle tensioni: queste variazioni possono, però, essere mantenute in limiti ristretti.

Se i lati del poligono si riducono a 2 si ha il cosidetto sistema «parallelo»; se i lati sono 3 si ha il sistema generale «a triangolo».

L'A si sofferma sui due sistemi indicando le particolarità più interessanti delle varie soluzioni possibili. E' fatto anche un cenno alla applicazione del metodo ai trasformatori trifasi-bifasi ed ai sistemi esafasi. *V. D. Ma.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

K. B. Mc Eachron - J. G. Hemstreet - H. P. Seelye — **Studio dell'effetto di onde migranti su brevi tronchi di cavo.** (J. A. I. E. E., settembre 1930, pag. 760).

Si è studiato, per mezzo dell'oscillografo a raggi catodici l'effetto di onde migranti di sovratensioni fatte passare da linee aeree in brevi tronchi di cavo monofase, della lunghezza di 150 a 300 metri, facendo uso di un dispositivo per prove ad impulso, trasportabile. Nel complesso le prove hanno dimostrato la inefficacia, come mezzo protettivo, dell'artificio di interporre un tronco di cavo fra l'estremità di una linea aerea e l'entrata in centrale o in cabina. Se l'onda in arrivo ha una coda molto lunga, dell'ordine di parecchie volte la lunghezza del tronco di cavo, l'unico effetto che il cavo produce è quello di un sensibile appiattimento del fronte d'onda, se era molto ripido, ma il valor massimo di cresta viene ad essere diminuito soltanto di pochi percento. Soltanto se l'onda invece è molto corta, circa come il tronco di cavo, allora si ottiene una riduzione del valor massimo di cresta fino a meno della metà di quello che sarebbe stato senza la presenza del cavo. Siccome le osservazioni hanno messo in evidenza il verificarsi anche di onde molto lunghe sulle linee aeree, la presenza del tronco di cavo non può sostituire gli scaricatori nè giustificare l'omissione di questi. La velocità di propagazione delle onde di sovratensione nel cavo risultò pari a circa il 61% di quella della luce. Notevole importanza ha il valore della resistenza della messa a terra del rivestimento metallico del cavo. *R. S. N.*

(*Vedi anche gli stessi AA. in*: «Gen. Elec. Rev.,», novembre 1930 pag. 634).

F. E. Andrews - C. L. Stroup — **Ricerche e studi sulle linee di trasmissione utilizzando le linee in esercizio come laboratorio.** (J. A. I. E. E., settembre 1930, pag. 752).

Gli AA. riferiscono circa le osservazioni eseguite sul comportamento di linee con palificazioni in legno nei riguardi delle sovratensioni, e illustrano gli accorgimenti costruttivi adottati per migliorare tale comportamento. Le osservazioni furono eseguite nel periodo di parecchi anni su un vasto complesso di linee a 1200 V e a 33.000 V costruite con pali in legno e traverse metalliche. In alcune tabelle sono riportate le statistiche degli incidenti verificatisi in conseguenza di sovratensioni.

Tali osservazioni hanno dimostrato che la maggior parte degli incidenti si manifestano come scariche fra i conduttori di una fase e l'altra e per valori di sovratensioni molti inferiori a quelli che sarebbero capaci di produrre l'arco verso terra. La scarica viene guidata fra fase e fase dalle parti metalliche interposte (traverse metalliche, puntoni di sostegno dei bracci, ecc.).

In seguito a queste osservazioni si è proceduto alla modifica delle palificazioni esistenti riducendo al minimo le parti metalliche, facendo anche le traverse e i puntoni in legno; utile si è pure manifestata l'interposizione di isolatori sui tiranti metallici di ancoraggio, quando i pali in legno ne siano muniti. Nessun particolare giovamento si è potuto riconoscere nell'uso di un conduttore di terra, la cui utilità sembra essere, colle palificazioni in legno, molto minore che colle palificazioni metalliche. Gli AA. richiamano anche l'utilità, in pratica, di fare uso di isolatori di costruzione molto robusta e meccanicamente ben resistenti. *R. S. N.*

C. L. Fortescue — **Gli archi verso terra delle linee elettriche sono prodotti soltanto dalle scariche atmosferiche dirette e non da cariche indotte.** (The El. J., agosto 1930, pag. 459).

I dati raccolti in numerose ricerche sulle sovratensioni indotte da scariche atmosferiche sulle condutture elettriche hanno permesso di concludere che le sovratensioni non raggiungono dei valori apprezzabili anche se il fulmine si scarica a meno di 75 m dalla linea. La possibilità che una nube possa indurre delle cariche di elettricità sui conduttori che si trovano alla superficie della terra era una conseguenza dell'ipotesi che le nubi fossero dei conduttori perfetti mentre non lo sono, anzi tutto lascia credere che la nube sia un isolante migliore dell'aria, in quanto questa ha una propria mobilità ionica mentre nella nube le cariche di elettricità sono immobili circondate come sono dalle goccioline d'acqua. L'elettricità che si libera durante un fulmine è di circa 20 coulomb; se tale quantità fosse concentrata in un punto a 1600 m dal suolo il gradiente del potenziale sarebbe di 1.660 volt/cm e il potenziale rispetto alla terra sarebbe enorme. Se invece la carica fosse distribuita su una sfera di 1.600 m di diametro essa impiegherebbe 5 microsecondi per propagarsi fra due punti diametralmente opposti sulla superficie della sfera e la durata del fulmine sarebbe di poco superiore al valore dato. In realtà la durata della scarica è di almeno 100 microsecondi e il valore medio della corrente è perciò di 200.000 ampere; ma può giungere anche a 0,001 secondo e il valore medio della corrente allora scende a 20.000 ampere. La teoria permette di calcolare la tensione indotta da una scarica verso terra di 200.000 ampere, su una linea a 35 m di distanza: essa risulta di 120 kV e non è perciò pericolosa se la linea è ad alta tensione.

Se una nube carica di elettricità di 3 km di larghezza si mantiene per 1 ora al disopra di una linea elettrica ad un'altezza di 600 m dal suolo al massimo potrà produrre 180 fulmini (3 al minuto) dei quali si può ritenere che soltanto 10 raggiungeranno i fili di terra della linea (supposta a 27 m dal suolo) e potranno essere registrati dagli oscillografi. Se la linea è ben protetta e si trova ad una minore altezza dal suolo, la percentuale di fulmini che raggiungeranno la linea sarà ancora minore e si potrà considerarla immune dagli effetti delle scariche atmosferiche. *I. L.*

VARIE.

E. Brylinski — **Osservazioni sulle decisioni della Commissione Elettrotecnica Internazionale concernenti le unità magnetiche.** (R. G. E., 8 novembre 1930, pag. 722).

L'A. nella sua breve nota fa un po' di storia lumeggiando il come nelle varie e successive determinazioni, definizioni e nomenclatura delle singole unità, si sieno sempre trascurate le unità magnetiche. Egli appunto tiene a chiarire che tale mancanza si era già sentita nel Congresso di Parigi del 1900, il quale sin d'allora si era assunto l'impegno di dare nomi di scienziati alle unità magnetiche C. G. S. e non a quelle pratiche. La C. E. I. quindi non ha fatto altro che sciogliere i voti di tale Congresso.

L'A. chiude l'articolo confutando le riserve formulate dal Signor Kennely sull'impiego del «pragilbert», «pragauss», «praoersted». *C. R.*

CRONACA

Il Congresso Nazionale degli Ingegneri Italiani.

Nel periodo dall'8 al 14 aprile si è svolto a Roma il II° Congresso degli Ingegneri Italiani.

La seduta inaugurale ebbe luogo l'8 aprile in Campidoglio nella storica sala Giulio Cesare. Il vice Governatore di Roma conte d'Ancora porse ai congressisti a nome del Governatore S. E. Principe Boncompagni il saluto di Roma; l'On. Del Bufalo Segretario Nazionale del Sindacato Ingegneri riassunse in un limpido e applauditissimo discorso le molteplici questioni sindacali e corporative che interessano la classe ed illustrò le direttive che sarebbero state seguite nel successivo svolgimento dei lavori; il Ministro delle Corporazioni S. E. Bottai, in rappresentanza di S. E. il Capo del Governo inaugurò il congresso con un eloquente discorso in cui la missione dell'Ingegnere fu felicemente inquadrata nel grande campo della vita produttiva nazionale.

Molte Personalità ed Enti, fra cui la nostra Associazione, avevano inviato telegrammi di adesione e di augurio.



La Seduta inaugurale.

I lavori ebbero inizio nel pomeriggio dello stesso giorno 8, nelle sedi preventivamente fissate per le singole Sezioni che erano in numero di dieci:

1) Areonatica.
2) Edilizia ed urbanistica.
3) Elettrotecnica.
4) Idraulica marittima ed applicazione dell'agricoltura.
5) Industria.
6) Macchine, meccanica e combustibili.
7) Miniere e metallurgia.
8) Navale.
9) Radio.
10) Trasporti, Strade e Ferrovie.

Alla sezione Elettrotecnica furono presentate le seguenti memorie:

A. Barbagelata - Misure e progresso tecnico.
A. Danesi - La rete telefonica interurbana nazionale in cavi sotterranei.
S. Danesi - L'illuminazione.
U. Del Buono - L'utilizzazione integrale dei corsi d'acqua.
L. Emanueli - I tipi moderni dei cavi ad alta tensione.
G. Ganassini - La tecnica e l'economia degli impianti idroelettrici nel loro primo trentennio di sviluppo.
E. Gnesutta - Il voltmetro a valvola.
M. Mainardis - Le tendenze moderne nella costruzione delle grandi centrali elettriche italiane.
U. Ravazzoni - U. De Falco - Circa la utilizzazione del fenomeno di dissociazione elettrolitica dell'ioduro di potassio per registrare segnalazioni radiotelegrafiche e radiotelefoniche.

La Sezione chiuse i suoi lavori esprimendo i seguenti voti:

1) Constatato lo sviluppo attuale della rete telefonica interurbana statale fa plauso al lavoro compiuto e fa voti che la rete venga completata sollecitamente nelle parti mancanti onde assicurare alle provincie un servizio telefonico interurbano adeguato alle necessità della vita interna del nostro paese.

2) Constatato con soddisfazione il grande sviluppo che ha raggiunto la costruzione del macchinario e dei materiali elettrici, idraulici e termici nel nostro paese, fa voti che tali fabbricazioni vengano incoraggiate dal Governo, dagli Enti e dai Privati nel miglior modo possibile allo scopo di dare sempre maggiore impulso a queste fabbricazioni che hanno tanta importanza per il nostro paese.

3) Constatato con soddisfazione lo sviluppo assunto dagli impianti elettrici nel nostro paese, fa voti che la loro costruzione venga incoraggiata nel miglior modo possibile accordando le migliori facilitazioni.

La sezione Radio discusse le memorie:

A. Faranda - Memoria proemio.
E. Morelli - Gli indirizzi moderni nella costruzione del materiale elettrico.
G. Oglietti - Telefonia.
C. Palestrino - Sul trasporto di grandi masse di energia elettrica a grandi distanze.
C. Pedrini - Sulle applicazioni domestiche dell'energia elettrica.
M. Algeri - Progressi e stato attuale delle applicazioni radio-areonautiche.
A. Faranda - Attività radiotelegrafiche e radiotelefoniche.
F. Galotti - Circa la selettività dei radioricevitori e la sua misura.
C. Vercelli - Prove e ricerche sulle pile a secco impiegate negli apparati radiotelegrafici.

e chiuse i suoi lavori facendo voti:

1) Perchè sia incoraggiata e protetta l'industria nazionale degli apparecchi radiofonici.

2) Perchè in particolare sorgano fabbriche per la produzione di valvole termoioniche di cui il nostro paese è in grandissima parte tributario all'estero.

3) Perchè in ossequio al pensiero del grande Marconi nel suo messaggio al Congresso, sia iniziata e mantenuta l'istituzione di adatti laboratori ove gli studiosi non appartenenti ad Uffici statali o parastatali possano trovare campo e mezzi sperimentali di studio.

4) Perchè sia costituito un comitato di studi di elettro-acustica, non soltanto per portare un contributo ai perfezionamenti dei sistemi di radioaudizione circolare, ma sopratutto per portare un contributo di norme alla industria incipiente del film sonoro in Italia per la formazione di tecnici specializzati; industria che è soggetta in gran parte a quella straniera, specie negli apparecchi di ripresa.

Durante il periodo dei lavori si svolsero parecchie gite e visite: alla bonifica dell'Isola Sacra, alla vasca per le esperienze di architettura navale, a Maccarese e a Porto, agli Scavi di Ostia, agli impianti idroelettrici di Tivoli, agli Stabilimenti della Soc. Bombrini-Parodi-Delfino a Segni scalo, al I° Centro sperimentale di Montecello (della R. Areonautica), all'Areoporto del Littorio.

E' stata nell'occasione anche organizzata una Mostra Nazionale dell'Ingegneria, che ha sede al Palazzo degli Ambasciatori e dove sono esposti grafici, fotografie, modelli, plastici, apparecchi, i quali dimostrano la fervida attività degli Ingegneri Italiani nei più svariati campi della tecnica. La Mostra,che ha avuto vivissimo successo, tanto che in poco più di una settimana è stata visitata da oltre diecimila persone, fu inaugurata da S. E. il Capo del Governo e resterà aperta fino al 30 maggio. Allo scopo di illustrare anche al pubblico non tecnico le opere in essa esposte, è stato molto opportunamente organizzato un ciclo di conferenze che, tenute da tecnici specialisti, sono tuttora in corso di svolgimento.

Il 14 aprile, giorno di chiusura dei lavori un migliaio di Congressisti, reso omaggio al Milite Ignoto ed all'Ara dei Caduti Fascisti, furono ricevuti a Palazzo Venezia da S. E. il Capo del Governo, il quale, dopo aver ascoltato il riassunto che l'On. Del Bufalo fece dei principali voti di carattere sindacale scaturiti dal Congresso, rivolse ai presenti le seguenti parole:

« Il giorno 8 aprile ho inaugurato la vostra Mostra, che ho definito superba.

« Non voglio farvi un discorso di ingegneria, però credo sia opportuno dirvi quello che è il risultato della mia esperienza e della mia vita vissuta. Che io sia affine al vostro spirito, al vostro pensare ed al vostro agire voi lo sapete: anche oggi ho visitato vari lavori naturalmente fatti da Ingegneri. Vi dico che la civiltà moderna non si spiega se si prescinde dall'opera dell'Ingegnere, che oggi è prevalente su tutte le altre attività; opera svolta silenziosamente dagli Ingegneri nella vita nazionale.

« Se voi esplorate il sottosuolo per cercare il carbone, la lignite o eziandio il petrolio: ingegneria mineraria; se venite alla superficie e si tratta di fare delle strade, di fare delle ferrovie, di creare delle macchine che corrono sopra queste ferrovie: ingegneria stradale e ferroviaria. A proposito dell'ingegneria terrestre dico che quando ho visitato bonifiche, ho incontrato sempre Ingegneri e nessuno può di-

sconoscere che ai Tecnici agricoli è riservato solo dire quale coltura destinare a quel dato terreno; ma i canali non possono essere tracciati da loro, giacchè tracciare un canale per le paludi non è cosa da prendersi a gabbo e l'ingegneria è basata su calcoli delicatissimi, su studio ed esperienza.

« Se poi andiamo sul mare troviamo l'ingegneria navale e le grandi unità marittime: i transatlantici ed i supertransatlantici studiati dall'ingegneria navale. E proprio l'altro giorno il Ministro della Marina ha fatto un elogio al cento per cento a S. E. Belluzzo per le sue turbine.

« Se poi vogliamo sollevarci dalla terra e volare nell'aria: chi disegna aeronavi, chi crea i motori, questo strumento delicatissimo cui è affidato il destino dell'intera nazione, è sempre l'Ingegnere.

« Ora gli Ingegneri hanno una funzione prevalente nella Società moderna per ragioni evidenti, e meritano di avere quel prestigio che tutti riconoscono perchè dalle Scuole Italiane, dai Politecnici, sono usciti Ingegneri di marca, Ingegneri di prima classe.

« Gli Ingegneri hanno una loro speciale psicologia perchè sono abituati al calcolo; e se l'Ingegnere sbaglia il calcolo di un ponte, il calcolo della resistenza del motore, la conseguenza è molto grave! Ecco perchè gli Ingegneri debbono essere di spirito riflessivo e di poche parole.

« Io sono felice tutte le volte che vedo cambiata la materia, tutte le volte che vedo le paludi diventare campi coltivati, il sentiero diventare una strada, le valli percorse da ferrovie: tutte le volte che vedo innalzarsi stormi di areoplani, scendere in mare grandi unità di guerra e di pace: tutto questo, che è opera vostra, o Ingegneri, esalta il mio spirito di costruttore, di uomo che ama le cose concrete e reali e che non è alieno al vostro spirito perchè le cifre sono la base della filosofia.

« Questa è la filosofia che maggiormente vive nel vostro spirito di professionisti, di fascisti e d'Italiani, e quando vi dico che la mia simpatia verso di voi esiste, dovete interpretare queste mie parole come effettivamente sincere.

« Vi prego di portare la eco delle mie parole agli Ingegneri di tutta Italia che io considero collaboratori nella grande opera che il Regime ha iniziato e che condurrà a termine a qualunque costo ».

* *

ESPOSIZIONI, CONGRESSI, ECC.

Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques. — Si sta organizzando la sesta Sessione della Conferenza che si terrà a Parigi dal 18 al 27 giugno del corrente anno. La Conferenza celebrerà in tale occasione il suo primo decennale essendo stata fondata nel 1921. Le iscrizioni raggiungono già il numero di parecchie centinaia; è assicurata la rappresentanza di oltre venti Nazioni, fra le quali, naturalmente, anche l'Italia. Le relazioni, in numero di 100, sono suddivise in tre Sezioni, ad ognuna delle quali saranno dedicate le riunioni di due giornate. Saranno anche organizzati tre viaggi di studio, rispettivamente nel Massiccio Centrale, nei Pirenei, ed in Alsazia.

Per le iscrizioni, rivolgersi direttamente a M. Tribot Laspière, Delegato Generale della Conf. Int. des Grand Réseaux Electriqués, a: Parigi, Avenue Parceau, 54 (già Boulevard Malesherbes, 25).

:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

Movimento delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Soc. An. Ing. V. Tedeschi e C. — Torino - Capitale L. 50.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio che contempla un utile di L. 3.954.753 che consente di distribuire un dividendo dell'8 % al capitale versato.

Soc. Torinese Industrie Gas e Elettricità STIGE — Torino - Capitale L. 120.000.00.

E' stato approvato il bilancio che si è chiuso con un utile di L. 9.240.603, assorbito dalla perdita sui « Valori di proprietà », e pareggiando il saldo della perdita con prelievi dalle riserve.

Terni - Soc. per l'Industria e l'Elettricità. — Roma - Capitale L. 600.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'ultimo servizio chiuso con un utile di L. 32.986.892 che consente di distribuire un dividendo di L. 20 per azione.

Unione Ital. Tramways Elettrici — Genova - Cap. L. 30.000.000.

L'ultimo bilancio ora approvato contempla un utile netto di L. 3.742.847 sul quale si distribuisce un dividendo dell'11 % agli azionisti.

Società Varesina per Imprese Elettriche — Varese - Capitale L. 30.000.000.

Venne approvato il bilancio che si chiude con un utile netto di L. 3.353.209 che consente di distribuire un dividendo del 10 %.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Soc. Generale Elettr. Tridentina — Milano - Cap. L. 125.000.000.

E' stato deliberato di emettere N. 125.000 obbligazioni da L. 500 al 6 %.

Soc. Torinese Industrie Gas Elettricità — Torino.

Venne deliberato di annullare la rivalutazione delle attività patrimoniali effettuata nel 1929, riducendo così il capitale sociale da L. 120.000.000. a L. 60.000.000, e riportando da L. 100 a L. 50 il valore nominale delle azioni.

COSTITUZIONI E SCIOGLIMENTI DI SOCIETA'.

Fongaro e C. Conduttori Elettrici S. A. - - Milano.

Venne costituita con capitale di L. 10.000.

Soc. An. Ultrafunk — Milano.

Venne costituita con capitale di L. 10.000.

Soc. Ital. per le Lampade Elettriche Z — Milano - Cap. L. 15.000.

Venne deciso lo scioglimento anticipato e la liquidazione della Società.

Soc. Prodotti Elettrolitici — Torino - Capitale L. 400.000.

Venne deliberato lo scioglimento anticipato e la liquidazione della Società.

* *

Rassegna economica del mese di aprile.

Il mese di aprile è stato singolarmente ricco di avvenimenti politici. Domina fra tutti il colpo di scena successo nella Spagna. Visto l'esito delle elezioni comunali che avevano inaspettatamente data nella maggior parte dei grandi centri una forte prevalenza al partito repubblicano, il Sovrano ha ceduto il potere al « *leader* » rapubblicano ed ha abbandonato il paese. La mossa è stata così improvvisa che lo stesso partito repubblicano è stato colto di sorpresa. E' stato costituito un governo provvisorio nella attesa della convocazione delle Cortes alle quali sarà devoluta la decisione definitiva.

La situazione si è subito complicata per le manovre comuniste da un lato e per il risorgere dei sopiti regionalismi dall'altro. La Catalogna in particolare si è decisamente data una autonomia alla quale non sembra disposta a rinunciare. La situazione è poi ancora imbrogliata dal fatto che Re Alfonso non ha per nulla abdicato, nè ha in alcun modo rinunciato ai suoi diritti e alle sue prerogative!

Quasi come una ripercussione nel vicino Portogallo si è delineato un movimento sedizioso che è culminato con una vera e propria ribellione nelle Azzorre e a Madera. Sono stati necessari interventi militari attivi ed energici per ricondurre le isole sotto l'autorità del governo centrale.

Una difficile crisi ministeriale si trascina da tempo in Bulgaria per la intransigenza dei partiti che non rende possibile alcuna formazione di combinazione per un governo. La situazione è alquanto delicata e difficile.

Un intervento diretto del Sovrano è stato necessario per superare una analoga situazione anche in Rumenia. Si è così arrivati ad un gabinetto presieduto dal Prof. Jorga che ha dimostrato larga simpatia nel paese sebbene la sua posizione sia molto delicata nel gioco dei partiti alla Camera. Il Prof. Jorga è noto per le sue simpatie verso il nostro paese pel quale ebbe anche recentemente pubbliche manifestazioni di cordialità

Le trattative russo-tedesche che duravano da parecchio tempo hanno portato alla firma di un accordo preliminare che riveste notevole importanza economica e commerciale. Esso facilita lo stabilirsi di forti correnti di scambi, per le quali il governo tedesco concede agli esportatori tedeschi la garanzia del 70 %, e prevede già la ordinazione di importanti forniture per parecchie centinaia di milioni di marchi specialmente a favore delle industrie meccaniche, elettriche e meccaniche.

*

Il trattato navale italo-francese è moribondo. Non si può raccogliere la notizia senza un senso di profonda malinconia pensando alle grandi speranze che la notizia dell'accordo intervenuto a Roma aveva suscitato non soltanto in Italia e in Francia, ma in tutta l'Europa. Si trattava infatti di una pietra miliare nella faticosa via della ricostruzione e della pacificazione europea, un passo decisivo verso l'eliminazione di gravi fonti di preoccupazioni e verso il disarmo degli spiriti, presupposto necessario per l'auspicato disarmo effettivo da tanto tempo e da tutti invocato.

La situazione è quanto mai strana e soprendente, tanto più quando si pensi che la notizia dell'accordo aveva dato luogo anche a Parigi a chiare manifestazioni di compiacimento perfino nelle sfere ufficiali. Che cosa è successo per rovesciare la situazione? La ipotesi di un malinteso durante gli accordi sembra veramente poco attendibile quando si pensi alla importanza delle trattative intercorse e alla serietà e competenza delle persone che ad esse presero parte; l'ipotesi è infatti nettamente ripudiata così da fonte inglese come da fonte italiana.

L'ultima nota francese che ribadisce le nuove richieste avanzate e il tono dei commenti della stampa parigina lasciano adito a ben poche speranze. Le controproposte inglesi avanzate come estrema concessione e supremo tentativo non sembrano avere alcuna probabilità di essere accolte in Francia. La risposta italiana non è ancora nota ma l'opinione pubblica mondiale è concorde nel ritenere che il

nostro governo non potrà aderire alle modificazioni sostanziali proposte dalla Francia al patto di Roma.

L'accordo è quindi in procinto di naufragare e le sue conseguenze che potevano essere propizie saranno invece indubbiamente spiacevoli come sempre avviene dopo una rottura per quanto diplomatica ed amichevole. Ma le ripercussioni dell'insuccesso non si limiteranno alla Francia e all'Italia. Lo spettro di una nuova corsa all'armamento, suprema follia della già pericolante civiltà europea, si proietta molto lontano. Già in Inghilterra si parla di minaccia al patto tripartito e gli allarmi si ripercuotono nell'America e perfino in Giappone. Tutto il lavoro di ricostruzione e di pacificazione finora compiuto viene messo in pericolo dall'increscioso episodio attuale. Meno male che questa volta nemmeno la più feroce stampa antitaliana pensa di addossare a noi la responsabilità di quanto avviene!

Bisogna nell'interesse generale sperare che l'eloquenza dei fatti si imponga ancora una volta e spinga gli uomini politici a trovare una via di uscita e una sistemazione che salvi la sostanza delle cose e non inasprisca la situazione. Non mancano in Europa altri motivi di preoccupazione, senza crearne di nuovi!

L'accordo doganale austro-tedesco è sempre all'ordine del giorno colle sue ripercussioni prossime e remote. Per una ragione o per un'altra l'argomento è attivamente studiato dalle Cancellerie delle grandi Nazioni interessate e specialmente della Francia, dell'Inghilterra e dell'Italia. Come è noto si è stabilito di sottoporre la questione allo studio del Consiglio della Società delle Nazioni nella sessione che si dovrà tenere nel corrente mese di maggio.

L'impostazione del problema è però molto diversa in Francia dove se ne considerano specialmente gli aspetti politici, di quello che non sia in Italia ed anche in Inghilterra dove se ne valuta piuttosto la portata economica e commerciale. Gli scambi di vedute fra le Cancellerie di Roma, Parigi e Londra sono attivissimi.

Si è anche prospettata la opportunità di riunire, prima del Consiglio della Società delle Nazioni, il Comitato di controllo finanziario dell'Austria, organo di controllo come si sa, delle Nazioni che contribuirono alla concessione del prestito internazionale all'Austria per la stabilizzazione della valuta. L'idea è grandemente avversata in Austria e in Germania dove si proclama la incompetenza di tale organo nei riguardi dell'attuale questione.

La prospettiva della unione doganale austro-tedesca allarma poi in modo singolarissimo i componenti della Piccola Intesa la quale vi vede la minaccia alla sua struttura economica già per più versi delicata e difficile. La Cecoslovacchia in modo particolare è recisamente avversa a tale unione e fa sentire discorsi di umore bellicoso per quanto non sia seguita su questo tono con altrettanta efficacia dagli altri componenti dell'Intesa.

La Francia intanto è partita al contrattacco e il suo Ministro degli Esteri, Briand, ha fatto approvare dal Consiglio dei Ministri un suo nuovo progetto di sistemazione economica dell'Europa. Il progetto è destinato ad essere presentato al prossimo Consiglio della Società delle Nazioni e viene naturalmente interpretato in Germania e in Austria come una manovra destinata a combattere la progettata unione doganale dei due paesi tedeschi. Dire che il progetto Briand attuale sia destinato ad un maggior successo di quello precedente, sarebbe certo, a questi lumi di luna della situazione europea, dire troppo!

Il clima attuale non è molto propizio agli accordi internazionali. Anche la Conferenza del grano, di cui abbiamo data altra volta notizie, ha chiuso a Roma i suoi lavori fra contrasti sostanziali per quanto meno appariscenti nella forma. Le sue conclusioni di indole generica e platonica ripudiano tutte le soluzioni particolaristiche che si erano prospettate e si limitano in sostanza ad invocare una migliore organizzazione nel commercio dei grani ed una intensa propaganda per l'aumento dei consumi.

Il problema dell'eccesso di produzione rimane, pei Paesi grandi produttori, nella sua interezza e nella sua gravità. Ne è prova la decisione recentemente posta dalle organizzazioni americane di liquidare rapidamente in Europa gli stocks esistenti, ciò che avrà indubbiamente forti ripercussioni sul mercato dei grani. La ripresa russa a sua volta è una grande e immanente minaccia di cui i Paesi produttori devono tenere conto.

Si comprende quindi la agitazione che a tale riguardo si manifesta nei Paesi dell'Europa centrale pei quali l'esportazione di grano costituisce un aspetto così importante dell'attività commerciale complessiva della Nazione. Per noi il problema è assai meno scottante in quanto la produzione nazionale è coperta e curata attentamente dalle misure protettive studiate volta per volta dal Governo, mentre per quanto riguarda le importazioni destinate a sopperire alla insufficienza della produzione interna noi abbiamo tutto l'interesse a poter acquistare sul mercato estero ai prezzi più bassi possibili.

*

La bilancia commerciale dei nostri scambi coll'estero segna anche nel mese di marzo l'andamento solito cioè una riduzione delle esportazioni accompagnata da una riduzione più accentuata nelle importazioni, con conseguente alleggerimento dello squilibrio nei pagamenti all'estero.

Secondo i dati ufficiali le merci esportate durante il mese di marzo hanno rappresentato un valore di circa 829 milioni di lire, mentre nello stesso mese dello scorso anno esse avevano raggiunto un valore di 1041 milioni; si è dunque avuta una contrazione di 212 milioni di lire circa. Nello stesso mese di marzo 1931, le importazioni sono state pari a 1033 milioni di lire, mentre erano salite a 1506 milioni nel marzo 1930; la diminuzione è stata quindi di 473 milioni di lire. Con ciò lo squilibrio commerciale che era stato di 465 milioni di lire nel marzo 1930, è disceso a 204 milioni circa nel marzo di quest'anno.

Complessivamente nel primo trimestre 1931 si sono importate merci per 3089 milioni di lire e se ne sono esportate per 2370 milioni con una eccedenza passiva di 719 milioni. Nello stesso periodo del 1930 le merci importate avevano rappresentato un valore di 4507 milioni di lire, e le merci esportate un valore di 3096 milioni, con un disavanzo di 1412 milioni. Si è dunque verificato quest'anno un alleggerimento di circa 693 milioni di lire nel primo trimestre.

Va sempre tenuto conto che queste cifre sono affette dal forte aumento nelle importazioni di grano verificatosi quest'anno in seguito all'esito meno favorevole della campagna granaria. Infatti nel solo mese di marzo 1931 si importarono circa un milione di quintali di grano in più del marzo 1930: si è passati cioè da 993.689 quintali a 1.921.701 quintali. Mentre dal 1° luglio 1929 al 31 marzo 1930 si importarono complessivamente poco più di 5 milioni di quintali di grano, dal 1° luglio 1930 al 31 marzo 1931 l'importazione di grano è salita a quasi 15 milioni di quintali.

Per valutare la riduzione verificatasi quest'anno nelle nostre esportazioni nei confronti collo scorso anno bisogna tenere presente che già il 1930 fu un anno nettamente sfavorevole pel movimento commerciale verso l'estero.

Infatti il valore delle merci esportate nel 1930 segna una contrazione di circa il 20 % su quello del 1929. Fenomeno anche questo generale, come la crisi mondiale. Tanto che nello stesso 1930 troviamo una riduzione del 22 % nelle esportazioni inglesi, del 26,8 % in quelle degli Stati Uniti, del 17,4 % nelle esportazioni del Belgio, del 16 % dalla Svizzera, del 14,5 % dalla Francia (16,4 % se si escludono le esportazioni verso le colonie francesi), dell'11 % dalla Germania, ecc.

Da una sommaria analisi (riferita alle quantità e non ai valori) risulta che fra le esportazioni nostre che meno hanno risentito delle difficoltà generali nello scorso anno, sono state quelle dei generi alimentari e specialmente dei prodotti orto-frutticoli. In aumento è stata, per il 2,4 %, la esportazione dei filati di cotone, che segna invece forti contrazioni negli altri Paesi produttori; così pure l'esportazione della seta è cresciuta dell'8 % mentre diminuiva sensibilmente quella giapponese; effetti analoghi si sono verificati pei tessuti di lana, per la seta artificiale, pei tessuti di seta, pei filati di canape, lino e iuta, e per altre categorie nelle quali la esportazione è stata in aumento, mentre negli altri Paesi segnava contrazione spesso rilevante.

Diminuzioni sensibili si sono invece verificate in altre categorie delle nostre esportazioni, specialmente fra le materie prime (canapa, cascami di seta, marmo, pelli crude, ecc.), e fra i prodotti semilavorati (filati di lana, prodotti chimici, ferro-leghe, ecc.). Anche alcuni prodotti finiti hanno segnato forti diminuzioni, come le automobili, le macchine, i tessuti, i prodotti di gomma. Le automobili sono diminuite, in esportazione, del 13 %, mentre diminuivano del 29 % in Inghilterra, del 31 % in Francia, del 25 % in Germania e addirittura del 56 % negli Stati Uniti.

Anno dunque di generale depressione, al quale purtroppo pare che anche il 1931 vada accordandosi con eguale intonazione, se l'auspicata ripresa generale portando a un miglioramento economico e ad una ripresa dei consumi non permetterà di superare la grave stasi attuale. Da parte nostra non mancano certo nè la costanza nè l'iniziativa per la ricerca di nuovi sbocchi. Il nuovo accordo italo-russo di recente concluso ne è una conferma.

Come è noto, il 2 agosto 1930 era stato firmato colla Russia un accordo commerciale che riguarda un complesso di forniture per il valore di 200 milioni di lire che le nostre industrie dovevano fornire alle Repubbliche dei Soviety. L'accordo che, a suo tempo, suscitò molti allarmi in parecchi Paesi europei e che fu molto commentato all'estero, ha dato i suoi frutti e si è dimostrato opportuno e proficuo. Le ordinazioni ebbero corso soddisfacente con sensibile vantaggio per le nostre industrie.

Esaurito il materiale dell'accordo 2 agosto 1930, si presentava il problema del suo rinnovo ed è quanto è stato fatto con un nuovo Atto che venne firmato a Roma il 27 aprile di quest'anno. Esso acquista una importanza ancora maggiore del precedente essendo stato portato a 350 milioni il valore delle merci da fornire da parte dell'industria italiana entro l'anno in corso 1931.

Questo nuovo accordo viene a rinsaldare i rapporti commerciali fra la Russia e l'Italia, paesi che per le loro condizioni di produttività e di situazione geografica sono così favorevolmente disposti per avviare forti correnti di scambi. Il successo dei primi tentativi, documentati dal fatto del rapido esaurimento delle prime forniture ultimate assai prima della scadenza prevista al 30 giugno 1931, conforta a credere che gli ulteriori sviluppi seguiteranno a svolgersi favorevolmente. Lo stesso accordo ora concluso contiene una clausola che prevede il superamento della cifra di 350 milioni per ora stabilita.

Come è noto lo Stato italiano interviene a fornire agli industriali una garanzia sui crediti per le esportazioni relative a forniture ordinate in Italia dal Commissariato del Popolo per il Commercio Estero dell'U. R. S. S. La garanzia statale arriva, per ogni fornitura, fino al 75 % del valore complessivo di essa.

Le ordinazioni riguarderanno materiali delle seguenti categorie: navi e materiale navale, autoveicoli, trattrici, materiale per trazione, macchinario per industrie elettriche, meccaniche e chimiche, fertilizzanti, materiale di aviazione, apparecchi e istrumenti ottici, cavi elet-

trici, zolfo, ecc. Le ordinazioni relative all'industria navale non potranno superare (nei limiti dell'attuale accordo per 350 milioni) il valore di 100 milioni di lire.

Queste precisazioni e limitazioni sono studiate in modo che il vantaggio dell'accordo si ripercuota sul più gran numero possibile di nostre grandi e medie industrie delle varie regioni d'Italia.

In generale i pagamenti saranno rateali in modo da dar luogo ad una dilazione media dei pagamenti di circa 25 mesi dalla consegna, fuorchè per le navi per le quali è ammessa una dilazione di 42 mesi.

L'accordo che si estende all'anno 1931 si intende automaticamente rinnovato qualora non venga esplicitamente denunciato.

L'Italia segue così la politica lungimirante già adottata nei rispetti della Russia da altre grandi Nazioni industriali con alla testa la Germania. Specialmente le lunghe scadenze concesse pei pagamenti acquistano nel caso particolare una importanza fondamentale per facilitare gli acquisti russi.

L'accordo ha suscitato favorevoli commenti in Italia ed è stato calorosamente commentato anche dal Delegato sovietico il quale ha auspicato ad una progressiva intensificazione di scambi fra i due Paesi, resa più facile dalla energia colla quale la Russia procede nella realizzazione del famoso piano quinquennale. Naturalmente non altrettanto favorevoli sono stati i commenti all'estero specialmente da parte di quei Paesi che non hanno ancora stretto legami commerciali colla Russia e che si sentono direttamente minacciati dalla rinascita economica di quell'immenso Paese e del suo nuovo affacciarsi nella competizione commerciale europea.

Nelle asperrime difficoltà del momento l'industria italiana va raccogliendo successi i quali dimostrano la sua perfetta efficienza tecnica attuale e la sua capacità di contrastare con vantaggio coll'industrie di tutti gli altri Paesi. E' questo uno dei maggiori motivi di fiducia e di conforto poichè ci assicura che, superata la crisi economica generale di oggi, la nostra industria sarà pronta per efficacemente aprirsi il passo in mezzo alla rinnovata competizione mondiale.

Abbiamo altra volta accennato alle brillanti affermazioni dell'industria navale italiana nei concorsi internazionali per forniture all'estero. Ora è la volta del Portogallo il quale, apprestandosi a rinnovare la sua flotta, ha passato la maggior parte delle sue ordinazioni ai cantieri italiani riservandone una parte assai meno rilevante a quelli inglesi.

Anche l'industria aviatoria passa dai successi tecnici a quelli commerciali tanto che nello scorso anno le esportazioni di materiale aviatorio toccarono i 60 milioni di lire e importanti ordinazioni sono già assicurate pel corrente anno.

*

Il Conto del Tesoro registra anche nel mese di marzo un ulteriore disavanzo. Nè ciò deve far meraviglia quando si rilevi come la crisi mondiale continui tuttora a far sentire in pieno i suoi effetti. Tuttavia un sintomo di miglioramento, per quanto lento, è dato dal progressivo ridursi del disavanzo mensile specialmente nella parte effettiva del bilancio che è poi anche la più significativa.

Durante il mese di marzo infatti si sono registrate entrate effettive per complessivi 1601 milioni di lire, mentre le spese sono salite a 1724 milioni di lire. Si è dunque verificato un deficit di 123 milioni di lire, il quale, pur essendo sempre cospicuo, risulta inferiore alla media di quelli verificatisi nei precedenti mesi dell'esercizio in corso, media che è di 144 milioni.

In conseguenza del disavanzo del mese di marzo, il deficit totale dell'esercizio, accumulatosi nei primi nove mesi, sale da 1150 a 1273 milioni di lire. E ancora si devono aggiungere 118 milioni di eccedenza passiva nel capitolo del movimento capitali, con che si arriva a un disavanzo complessivo di 1391 milioni di lire per le due categorie.

L'andamento del nostro bilancio statale non differisce da quello delle altre Nazioni non soltanto europee, ma di tutto il mondo. Le notizie che si hanno infatti sui bilanci della Germania, della Francia, dell'Inghilterra, degli Stati Uniti, ecc., sono concordi nel segnalare dei deficit di esercizio rilevantissimi quali non si erano riscontrati da molti anni a questa parte. Infatti, ad esempio, le recenti dichiarazioni di Snowden alla Camera dei Comuni hanno rivelato l'esistenza di un deficit di oltre 23 milioni di sterline (oltre 2 miliardi di lire) mentre il preventivo pel prossimo esercizio contempla un deficit di oltre 37 milioni di sterline. Negli Stati Uniti è previsto che l'esercizio in corso chiuderà con un deficit di 800 milioni di dollari.

Anche da parte nostra, come si è detto altra volta, si è preveduto pel prossimo esercizio un bilancio in disavanzo, tenendo conto del perdurare delle difficili condizioni dell'economia generale e delle inevitabili ripercussioni sulla nostra particolare economia statale.

Il Conto del Tesoro al 31 marzo registra buone condizioni di cassa, contemplando un fondo, disponibile e immediatamente spendibile, di 1547 milioni di lire, di cui 221 milioni in conto corrente colla Banca d'Italia e 326 milioni presso la Zecca, o la Tesoreria centrale o presso i corrispondenti del Tesoro italiano all'estero.

Una piccola diminuzione si è verificata nel totale dei debiti pubblici interni, che sono discesi a 89.307 milioni di lire, segnando durante il mese di marzo una contrazione di 36 milioni. Essa è dovuta per la massima parte al debito fluttuante per restituzione di fondi affluiti in conto corrente fruttifero col Tesoro, e in piccola parte (4 milioni) al Consolidato o ai debiti redimibili, per scadenza di quote di ammortamento o per annullamento da parte della Cassa di Ammortamento del debito pubblico interno.

Continua poi la contrazione nella circolazione bancaria scesa a 15.034 milioni, segnando durante il mese di marzo una diminuzione di 95 milioni di lire. Siamo così arrivati a circa 7 miliardi al di sotto del famoso massimo del 1920, e a circa 1360 milioni al di sotto della massa circolante al 31 marzo 1930. Come si vede la politica di deflazione viene perseguita con costanza e con energia pur attraverso le contingenti difficoltà del momento.

*

Fra le notizie di carattere economico-finanziario riguardanti il mese di aprile, merita di essere rilevata la decisione presa dalla Banca d'Italia circa gli interessi ai depositi in conto corrente.

Tali interessi vengono ridotti all'1 % per i depositi degli Enti morali in genere, delle Banche e degli Istituti di Credito ordinari, al 2 % pei depositi degli Enti morali di carattere assistenziale o di utilità sociale. Non verrà invece più corrisposto alcun interesse ai conti correnti di privati, a partire dal 1° maggio 1931.

Questa misura mentre rivela la sicura posizione del nostro massimo Istituto bancario contribuirà a quella mobilitazione del denaro che è da più parti invocata come necessario coefficiente al superamento della crisi industriale.

L'Assemblea annuale della Associazione fra le Società per Azioni ha dato luogo alla pubblicazione dei soliti dati statistici che permettono rilievi interessanti.

Le statistiche più recenti danno come attualmente esistenti in Italia 7.424 Società anonime che rappresentano complessivamente un capitale sociale di più che 52 miliardi di lire. L'aumento, sia nel numero delle Società che nell'ammontare del capitale totale, è stato rapidissimo specialmente nel dopo guerra. Infatti alla fine della guerra, nel 1918, si contavano in Italia 4520 Società per azioni le quali rappresentavano un capitale di circa 13 miliardi di lire. Tre anni dopo, nel 1922, si era saliti a 6850 Società con un capitale complessivo di oltre 21 miliardi. Nel successivo triennio il numero delle Società si elevò a 10.737 e il capitale totale superò i 36 miliardi. Nel 1927 si contavano 13.201 Società con un capitale complessivo di 42.253 milioni di lire.

Il confronto spinto agli anni dell'ante guerra dà bene una idea del profondo solco segnato in tutte le manifestazioni della attività umana e quindi anche in quella economica e commerciale, dal grande conflitto mondiale. Si pensi infatti che nel 1913 esistevano in Italia soltanto 3000 Società per azioni, cioè circa la sesta parte di quelle attuali. Analoghe considerazioni si possono fare riguardo al valore del capitale azionario totale; infatti i 52 miliardi di lire attuali corrispondono a circa 16 miliardi di lire prebelliche, il che vuol dire circa il triplo di quello che era il capitale di tutte le Società italiane nel 1913.

Dal punto di vista del capitale azionario complessivo, il gruppo di Società che sta al primo posto, è quello delle Società elettriche che prendono anche le Banche le quali vengono al secondo posto; seguono le industrie tessili, le aziende dei trasporti, la Società immobiliari, le aziende chimiche, quelle meccaniche, metallurgiche e estrattive.

Come era da attendersi, l'anno 1930 è stato però nettamente sfavorevole nei confronti del movimento azionario, rispetto agli anni precedenti. Infatti l'aumento di capitale che si è verificato nel 1930 è stato assai inferiore a quello del 1929, sebbene si sia mantenuto molto vicino a quello del 1928 e abbia superato quello del 1927.

Nel 1930 gli investimenti netti sono stati di 2684 milioni di lire, contro 4644 milioni del 1929 e 2698 milioni del 1928; nel 1927 si erano avuti soltanto 1840 milioni di lire di investimenti netti.

Un esame un poco approfondito delle cifre accentua le caratteristiche sfavorevoli dell'annata 1930. Infatti si deve anzitutto notare che nel 1930 è stato notevolmente inferiore al 1929 e anche al 1928 l'ammontare del capitale delle Società di nuova costituzione. Questa constatazione è tanto più importante in quanto il forte aumentare delle costituzioni avvenute con apporto di capitale stia ad indicare che durante l'ultimo anno si è intensificato il processo della trasformazione in anonime di aziende precedentemente esistenti. Inoltre bisogna tenere conto che sono cresciuti notevolmente gli aumenti di capitale effettuati mediante emessione di azioni gratuite: ciò che non rappresenta un reale apporto di nuove attività alle aziende ma semplicemente una diversa valutazione delle attività preesistenti. Le emissioni di azioni gratuite che furono complessivamente di 119 milioni di lire nel 1928, sono saliti a 808 milioni nel 1929 e arrivarono a 1064 milioni nello scorso anno.

D'altra parte durante il 1930 sono stati anche notevoli gli aumenti di capitale derivanti da fusioni di Società, che ammontarono a 616 milioni di lire, contro 710 milioni nel 1929 e 405 milioni nel 1928.

Depurando l'ammontare degli investimenti da queste voci che non rappresentano un reale aumento di disponibilità, risulta che l'afflusso effettivo di nuovo capitale alle Società azionarie è stato rispettivamente di 4099 milioni nel 1930, di 5412 milioni di lire nel 1929 e di 4523 milioni nel 1928.

D'altra parte però in modo analogo bisogna depurare le cifre relative ai disinvestimenti, con che si arriva rispettivamente a 1941 milioni nel 1930, a 1658 milioni nel 1929 e a 1886 milioni nel 1928.

Ne segue che gli aumenti effettivi netti di capitale azionario negli ultimi tre anni risultano come segue: 2158 milioni di lire nel 1930; contro 3754 milioni nel 1929 e 2637 milioni nel 1928.

Una analoga contrazione si è verificata anche per quanto riguarda la emissione di obbligazioni le quali sono state di 1094 milioni di lire durante il 1930, mentre erano salite a 1436 milioni nell'anno precedente e a 1268 milioni di lire nell'anno 1928.

Questi melanconici rilievi desunti dalla Relazione presentata alla

assemblea delle Società per azioni, trovano riscontro in altri prospettati nella Relazione sul bilancio delle Ferrovie dello Stato durante l'esercizio 1929-30. Vi si trova infatti documentati non soltanto la diminuzione già nota dell'avanzo attivo da 206 milioni dell'esercizio precedente, a 91 milioni di lire, ma anche la sensibile contrazione di traffico. Infatti durante l'ultimo esercizio il movimento passeggeri è stato uno dei più bassi verificatosi nell'ultimo quinquennio: si sono avuti infatti 104,32 milioni di viaggiatori, contro 105,50 milioni nell'esercizio precedente, con una diminuzione di oltre l'1 %. Per le merci la contrazione è stata meno sensibile, limitandosi a 0,46 % nel tonnellaggio totale; in aumento però del 4,35 % sono state le tonnellate-chilometro.

Gli introiti nell'ultimo esercizio sono variati di poco restando assai prossimi alla cifra di 4824 milioni dell'esercizio 1928-29; in aumento deciso sono state invece le spese della voce «combustibili ed energia elettrica» nella quale voce sono state anche comprese le quote di interessi e ammortamento delle centrali elettriche.

Queste constatazioni relativamente ottimistiche sono però dovute essenzialmente all'influenza che su di esse portano le risultanze molto favorevoli del periodo di esercizio che si estende all'anno 1929.

Se noi portiamo le nostre considerazioni sull'anno solare 1930, arriviamo a conclusioni molto meno confortanti. Infatti nell'anno scorso il tonnellaggio totale delle merci trasportate ha segnato una diminuzione di oltre 6,5 milioni di tonnellate in confronto di quello del 1929, arrivando soltanto a 53,5 milioni di tonnellate. La contrazione è stata quindi di oltre l'11 %. Il tonnellaggio del 1930 risulta anche inferiore a quello del 1928 (per oltre 3 milioni di tonnellate), del 1927 (2,7 milioni di tonnellate), del 1926 (5 milioni di tonnellate) e del 1925 (4,5 milioni di tonnellate). Si tratta dunque di una depressione quale non si manifestava da parecchi anni.

Lo stesso avvenne per il movimento dei viaggiatori limitato nello scorso anno a meno di 105 milioni, contro 117 milioni del 1929, e 115 milioni nel 1927; anche nel 1926 e nel 1925 il movimento fu superiore a quello del 1930.

In conseguenza anche gli introiti delle Ferrovie dello Stato, sono discesi nello scorso anno a cifre inferiori a quelle degli anni precedenti. Troviamo infatti 4315 milioni di introiti nel 1930 contro 4700 milioni nel 1929, con una contrazione di 385 milioni di lire, pari a circa l'8,2 %.

Considerazioni del tutto analoghe si potrebbero fare circa il traffico marittimo e portuale nel quale si è verificata una diminuzione sia nel tonnellaggio del movimento merci, sia nella utilizzazione della stazza delle navi entrate e uscite dai porti, utilizzazione discesa dal 24,6 % nel 1929, al 23 % nel 1930.

Per chiudere questo paragrafo statistico con una nota confortevole segnaliamo il miglioramento veramente cospicuo verificatosi nel fenomeno della disoccupazione. Come è noto eravamo arrivati, alla fine del mese di febbraio, alla cifra assai elevata di 765.325 operai senza lavoro. Nelle Note dello scorso mese pur avvertendo che, nel confronto colla maggior parte delle altre nazioni, questo numero di disoccupati doveva considerarsi relativamente limitato, esprimevamo la convinzione che esso segnasse ormai un massimo destinato a decrescere rapidamente coll'aprirsi della stagione primaverile.

I fatti hanno confermato la facile previsione, segnalando durante il solo mese di marzo una diminuzione di circa 60.000 disoccupati, i quali alla fine di tale mese erano discesi al numero di 709.486, di cui circa 550.000 uomini. La maggiore diminuzione si è naturalmente manifestata nelle categorie che maggiormente risentono l'effetto stagionale cioè fra gli adetti ai lavori agricoli ed alle costruzioni edilizie. La diminuzione è destinata a continuare anche nei prossimi mesi.

*

Le buone speranze che si erano andate formando negli ultimi tempi circa un migliore orientamento delle tendenze dell'ambiente borsistico sono state ancora una volta deluse dall'andamento assunto durante il mese di aprile. Dopo un esordio abbastanza brillante, il mercato si è inflacchito col rarefarsi del volume degli affari e le quotazioni si sono appesantite. Forse ha influenzato in questo senso anche il nostro mercato lo stesso atteggiamento assunto dalle Banche estere, pur esse adagiatesi in una attitudine di stasi e di svogliatezza.

Verso la fine del mese tuttavia si è andata delineando una migliore disposizione che ha impresso al mercato una maggiore attività ed ha permesso di ricuperare in parte le perdite verificatesi nelle quotazioni.

E' da segnalare l'ottimo comportamento dei titoli di Stato che ha servito come da tonico del mercato sostenendone in più di una occasione l'andamento e imprimendo una certa nota di ottimismo che ha impedito più gravi falcidie negli altri titoli.

I titoli bancari attentamente sorvegliati e poco curati dalla speculazione si mantengono pressochè invariati sulle quotazioni raggiunte.

Sensibilmente toccati dalle cattive disposizioni del mercato sono stati i titoli tessili in genere che segnano delle falcidie non trascurabili. Le sete artificiali si sottraggono invece a tale tendenza dimostrandosi ben tenute e resistenti.

Molto animato è stato, in alcune sedute, il mercato dei titoli meccanici e metallurgici. In ottimo comportamento le Fiat e ben resistenti nel complesso anche gli altri titoli del comparto.

Calmi e poco trattati i titoli dei trasporti e di esportazione. Pesanti i saccariferi e gli alimentari; in migliore vista gli immobiliari.

Andamento irregolare e contrastato hanno dimostrato i titoli elettrici.

RENATO SAN NICOLO'.

*

Variazioni dei titoli elettrici nel mese di aprile.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	500	610,—	604,—	572,—
Lombarda	500	519,—	504,—	482,—
Bresciana	200	218,—	207,—	209,—
Adamello	250	200,—	180,—	168,—
Unione Esercizi Elettrici	50	72,—	70,—	66,—
Elettrica Alta Italia	250	162,—	145,—	140,—
Officine Elettriche Genovesi	250	279,—	279,—	270,—
Adriatica	100	191,—	193,—	185,—
Compagnia Imprese Elettriche Liguri	175	216,—	208,—	206,—
Ligure Toscana	200	246,—	241,—	230,—
Generale Elettr. della Sicilia	100	80,—	75,—	73,—
Elettrica Brioschi	250	413,—	412,—	400,—
Emiliana Esercizi Elettrici	350	394,—	378,—	373,—
Forze Idrauliche Crespi	375	433,—	433,—	430,—
Elettrica Valdarno	100	180,—	181,—	175,—
Tirso	250	165,—	162,—	160,—
Terni	400	366,—	356,—	348,—
Meridionale di Elettricità	250	273,—	272,—	270,—
Idroelettrica Piemontese	125	125,—	124,—	124,—
Dinamo	200	195,—	194,—	184,—
Elettricità e Gas di Roma	500	756,—	756,—	756,—

*

Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di aprile.

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI

Carboni da vapore:					
Cardiff primario	L.	164,—	a L.	166,—	alla tonn.
Americano	»	155,—	» »	157,—	»
Slesia	»	133,—	» »	135,—	»
Sarre	»	152,—	» »	154,—	»
Antraciti:					
Inglese primaria (in pezzatura)	»	245,—	» »	250,—	»
Tedesca (in pezzatura)	»	249,—	» »	274,—	»
Coke:					
Coke da gas nazionale	»	190,—	» »	195,—	»
» metallurgico inglese	»	180,—	» »	182,—	»
» » nazionale	»	192,—	» »	194,—	»
Petrolio	»	183,—	» »	203,—	al Q.le
Nafta:					
Per Diesel	»	475,—	» »	550,—	alla tonn.
Per caldaie	»	270,—	» »	320,—	»
Benzina in fusti	»	232,—	» »	292,—	al Q.le

METALLI

Ghisa:					
Eglinton N. 1	»	585,—	» »	590,—	alla tonn.
Middlesbrò N. 3	»	470,—	» »	480,—	»
Ematite	»	510,—	» »	515,—	»
Lussemburgo-Lorena	»	390,—	» »	395,—	»
Ferro:					
Laminato omogeneo	»	80,50	» »	83,50	al Q.le
Poutrelles	»	83,50	» »	—,—	»
Lamiere da 4 mm. in più	»	100,—	» »	—,—	»
Acciaio:					
Rapido per utensili	»	450,—	» »	1400,—	»
Martin resist. 50-70	»	100,—	» »	140,—	»
Tubi bollitori	»	275,—	» »	330,—	»
Rame:					
Elettrolitico	»	460,—	» »	480,—	»
In fogli comuni	»	660,—	» »	680,—	»
In barre tonde e quadre	»	675,—	» »	685,—	»
Stagno in pani	»	1100,—	» »	1150,—	»
Zinco in pani 1ª fusione	»	165,—	» »	175,—	»
Piombo in pani 1ª fusione	»	145,—	» »	155,—	»
Antimonio in pani	»	455,—	» »	475,—	»
Ottone in barre	»	430,—	» »	440,—	»
Alluminio in pani	»	820,—	» »	860,—	»

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di inscriversi Soci vitalizi.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

N. MANCINI. — *Elettricità e magnetismo.* — Bologna - Cappelli, 1931. Un volume di 500 pagine con 127 figure, di cm. 17 × 25. Prezzo L. 50.

In questo grosso volume l'A. riprende le sue idee personali intorno agli elementi fondamentali della fisica cosmica, idee già enunciate in precedenti pubblicazioni, e le sviluppa ulteriormente cercando di trarne un sistema organico e coordinato che raccolga l'insieme dei fenomeni noti e ne dia una interpretazione soddisfacente. Il periodo di assestamento che la fisica moderna attraversa, è messo in evidenza dall'abbondante fioritura di pubblicazioni di questo genere le quali valgono, se non altro, a documentare la buona volontà di molti privati studiosi!

Nel presente libro l'A. parte decisamente in guerra contro la «scienza ufficiale» e i «custodi della scienza» verso i quali non esita ad usare parole forti. Resta a vedersi se altrettanto forti saranno alla prova dei fatti le sue complesse teorie.

*

R. MESNY. — *Radioélectricité* - (Données numeriques) - Estratto dal volume VII delle «Tables Annuelles de Costantes et Données numeriques» (Anni 1925-26). — Parigi - Gauthier-Villars. — Un volume di cm. 22×27, di XVIII-18 pagine. — Prezzo 35 franchi.

Il fascicolo, estratto dalle note Tavole di costanti pubblicate sotto il patronato del Consiglio Internazionale delle Ricerche, raccoglie molti dati numerici utili nel campo della radioelettricità.

Anzitutto sono riportate le caratteristiche di parecchi tipi di triodi di varia costruzione. Seguono poi i risultati di esperienze su fenomeni relativi alla propagazione delle onde: inclinazione del campo elettrico e resistività del suolo, influenza della temperatura sulla propagazione, altezza dello strato conduttore, ecc. Alcune pagine sono dedicate alle misure di irraggiamento compiute in diverse epoche dell'anno e diverse ore del giorno, e ai rilievi di disturbi atmosferici. Molto interessanti sono i dati riportati circa la resistenza delle bobine nei rispetti delle alte frequenze. Le ultime pagine raccolgono una quantità di notizie diverse su svariati argomenti.

Pur nel rapidissimo evolversi di questo ramo della tecnica, il fascicolo costituisce una utile fonte di riferimento.

AEI Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

Minuta di Verbale della Seduta plenaria tenuta a Milano il 20 aprile 1931.

Presenti: L. Lombardi, *Presidente*; A. Barbagelata, *Segretario*; E. Alessandri, C. Bacchini, E. Banfi, A. Bassi, G. Bauchiero, L. Bonamico, U. Bordoni, L. Bosone, E. Bovone, S. Broggi, S. Brun, M. Brunetti, G. Campos, E. Canonici, A. Cantù, E. Cesàri, G. Chiesa, C. Clerici, V. Colombo, F. Correggiari, G. Crivellari, A. Dalla Verde, V. De Ferrari, U. Del Buono, E. Denina, S. Elena, L. Emanueli, S. Fachini, R. Falco, L. Ferraris, P. Ferrerio, G. Fracanzani, L. Furlanelli, G. Giorgi, T. Gonzales, G. Grassi, O. Jacobini, G. Locatelli, E. Leanza, F. Lori, D. Lupi, H. G. Lutz, L. Maggi, F. Manfredi, G. Martinez, E. Migliau, E. Morelli, F. Neri, R. Norsa, C. Palestrino, C. Pedrini, E. Pierre Humbert, C. Pramaggiore, N. Ratti, G. Rebora, A. Righi, B. Rossi, M. Ruggeri, U. Ruelle, F. Sainati, G. Salvini, C. Sarli, G. Sartori, E. Sesini, A. Silva, G. Silva, C. Silvestri, L. Settimj, E. Soleri, A. Taccani, E. Vannotti, A. Wagner, E. Zikeli.

Rappresentati: C. Fascetti dall'Ing. M. Ruggeri.

Assenti giustificati: A. Anastasi, N. Balsamo, G. Belluzzo, G. Bianchi, M. Cattaneo, G. Cenzato, G. Fano, G. Ganassini, C. Garibaldi, O. Ghetti, M. Mainardis, A. Marino, C. Matteini, B. Micchiardi, C. Montù, G. Revessi, L. Sacco, G. Vallauri, R. Vallauri, G. Vanni, O. Scarpa.

1. — Comunicazioni della Presidenza.

a) *Verbale seduta precedente.* — Fu regolarmente pubblicato come minuta su *L'Elettrotecnica* del 15 e 25 novembre 1930, e successivamente diramato come estratto. Non essendo pervenute osservazioni si propone di ritenerlo come approvato. Viene approvato.

b) Dopo l'ultima seduta plenaria di Trieste, sono entrati a far parte del C. E. I. i Membri seguenti nei Sottocomitati per ognuno indicati:

Sottocomitato Simboli: Ing. Emilio Zikeli (Merano) (A) *

Sottocomitato Norme di Bordo: Ing. Tito Gonzales (Genova) (A), Ing. Enrico Sesini (Milano) (A), Ing. Elio Migliau (Milano) (A).

» *Macchine*: Ing. Mario Cattaneo (Milano) (A) *

» *Strumenti di Misura*: Ing. Mario Brunetti (Torino) (A)

» *Tensioni Normali*: Ing. Luciano Scotti (Milano) (A), Ing. Ezio Canonici (Roma) (A U) *

» *Norme Impianti*: Ing. Eugenio Leanza (Napoli) (A U) *

» *Linee*: Ing. Angelo Silva (Parma) (A U) *

» *Cavi*: Ing. Giuseppe Neri (Milano) (A).

» *Interruttori*: Ing. Giorgio Rolandi (Milano) (A), Ing. Giacomo Pernigotti (Genova) (U).

Fra essi i colleghi segnati con asterisco furono indicati alle Presidenze dell'A. E. I. e della Unfiel dall'Associazione fra le Aziende Municipali. A tutti i nuovi venuti il più caloroso saluto.

Dopo Trieste è putroppo mancato il collega, Ing. Col. *Emanuele Raimondi*, che rappresentava nel nostro C. E. I. il Ministero dell'Aeronautica. (L'assemblea, in piedi, si associa alle parole di compianto del Presidente). A sostituire il compianto Col. Raimondi il Ministero designava il Maggiore *Algeri Marino*.

c) Nessuna modificazione è avvenuta dopo Trieste nella composizione dei Sottocomitati all'infuori dell'aggiunta dei Membri di nuova nomina. Si è solo creduto opportuno e doveroso includere nel Sottocomitato Trazione anche il collega, Ing. *U. Ballanti*, per la sua ben riconosciuta specifica competenza.

2. — Nuovo Regolamento.

Entro il termine primieramente proposto, e sulla base dell'esperienza di questo primo anno dopo la riforma del C. E. I., la Presidenza ha compilato e sottopone ai colleghi la bozza del nuovo Regolamento di cui il *Segretario* dà lettura. Il *Presidente*, dopo aver rilevato i punti più importanti di esso, relativi alle deleghe, agli esperti ed ai Segretari dei Sottocomitati, propone che il nuovo Regolamento sia applicato per un anno a titolo di prova, in modo da poterlo eventualmente perfezionare prima della approvazione definitiva che potrà aver luogo nella riunione plenaria della ventura primavera.

Si approva. (Vedasi Alleg. A).

3. — Riunioni all'estero.

Alla grande riunione Scandinava della scorsa estate è succeduto un periodo di stasi. Anche talune riunioni di Comitati di Studio, che dovevano aver luogo quest'estate a Londra, sono state rinviate al 1932. Nel corso di questo 1931 si avranno pertanto solo le riunioni dei Comitati *Nomenclatura* (Parigi-Londra) e *Trazione* (Bruxelles). All'infuori della C. E. I. si avranno quest'anno: la 6ª Sessione della *Conférence des Grands Réseaux* dal 18 al 27 giugno, e la celebrazione del *Centenario di Faraday* a Londra in settembre. Si approva che il Presidente, il quale si troverà già a Londra per i lavori del Sottocomitato Nomenclatura, rappresenti ufficialmente il C. E. I. alla cerimonia.

Per il 1932 si sta invece organizzando un grande congresso internazionale a Parigi, a celebrazione del cinquantenario del Congresso del 1881. La Presidenza è stata invitata ad organizzare la partecipazione italiana, e sta già prendendo accordi con la Presidenza Generale dell'A. E. I. e col Consiglio Nazionale delle Ricerche per la designazione dei Membri del Comitato d'onore e per la costituzione di un Comitato Italiano di organizzazione.

4. — Lavori dei Sottocomitati.

a) *Nomenclatura.* — Il Presidente, Prof. Lombardi, riferisce sulle discussioni assai vivaci a cui hanno dato luogo le decisioni di Stoccolma relative alle unità magnetiche, e dà notizia di alcune proposte recentemente trasmesse dal Comitato americano per la denominazione delle Unità pratiche corrispondenti derivandole da quelle già in uso per altre grandezze elettromagnetiche che alle prime sono legate da relazioni ben note: a tali proposte è stata aggiunta quella di sancire l'uso dei prefissi *ab* e *stat* per designare le unità assolute nel sistema elettromagnetico e elettrostatico di quelle grandezze, che hanno ricevuto un nome nel sistema pratico. La proposta dovrà naturalmente essere esaminata in seno al Sottocomitato.

Informa poi che il Prof. Pistolesi aveva avanzato una proposta per un sistema di misure fondato su l'impiego del metro, del kilogrammo e del secondo come unità fondamentali di lunghezza, massa e tempo, *sostanzialmente* analogo a quello ideato 20 anni or sono dal Prof. Giorgi. Fra l'altro il Pistolesi proponeva di dare il nome *Vis* all'unità pratica di forza (1 Chil/9,81). In seguito alle osservazioni trasmessegli che mettevano in dubbio la opportunità del nuovo sistema e la possibilità di ottenere per esso quel generale consenso che non aveva ottenuto il sistema precedente, sotto molti punti di vista più completo, il Prof. Pistolesi ha ristretto la sua proposta a questo secondo punto. Il Presidente chiede se il Comitato intenda far sua la proposta Pistolesi, o se invece tale proposta debba essere semplicemente trasmessa al Comitato di Studio per la Nomenclatura. Si delibera di attenersi alla seconda soluzione.

b) *Macchine.* — Il Presidente, Prof. Morelli, informa che il Sottocomitato Macchine ha suddiviso fra i suoi membri il compito di esaminare le diverse questioni, che sono all'ordine del giorno in campo internazionale, e di riferire per iscritto al Sottocomitato. Quasi tutti i colleghi hanno già soddisfatto a questo loro compito, cosicchè

presto il Sottocomitato potrà nuovamente riunirsi per esaminare le diverse questioni. Il lavoro ha tuttavia perduto il carattere di urgenza, dato il rinvio al 1932 della riunione del Sottocomitato di Studio Internazionale. Nel campo nazionale il Sottocomitato ha affrontato in pieno il lavoro di revisione delle nostre Norme, per uniformarle in ogni parte alle deliberazioni internazionali, ed ha dato a una Sottocommissione tutto il lavoro preparatorio che potrà essere quanto prima esaminato e discusso dal Sottocomitato.

c) *Simboli.* — Il Presidente Prof. Sartori, consegna l'elenco aggiornato dei segni grafici da introdurre nelle nostre Norme. Il lavoro di revisione è stato fatto in base alle ultime deliberazioni internazionali, col criterio però di includere nelle nostre Norme solamente un numero limitato di segni scelti fra i più importanti. Si sono per ora lasciati da parte i simboli relativi alle correnti deboli.

d) *Motori primi idraulici.* — Il Prof. Rebora, Presidente, informa che il Sottocomitato sta attualmente esaminando le osservazioni raccolte sullo schema di Norme Nazionali. Il lavoro potrà certamente essere condotto a termine per l'anno venturo.

e) *Alluminio.* — Il Prof. Grassi, Presidente, riferisce che, a cura del Prof. Scarpa, nel Laboratorio di Elettrochimica del Politecnico di Milano sono proseguite le ricerche sulla conduttività dell'alluminio ricotto, di fabbricazione italiana cosicchè un primo rapporto ha potuto già essere trasmesso alla Segreteria Internazionale.

f) *Tensioni normali.* — L'Ing. Del Buono, Presidente, informa che il Sottocomitato sta occupandosi delle questioni che la Segreteria Internazionale del Comitato di Studi — così degnamente tenuta dal collega Dalla Verde — ha sottoposto all'esame dei Comitati Nazionali. Informa pure che di quanto concerne gli spinterometri a sfere dovrà d'ora in poi occuparsi il Sottocomitato Macchine.

g) *Trazione.* — Il Presidente, Ing. Semenza, comunica che le riunioni internazionali indette per questa primavera hanno dovuto essere rinviate non essendo tempestivamente pervenute le risposte dei Comitati Nazionali. Il nostro Sottocomitato sta preparando per suo conto le risposte ai quesiti diramati dal Comitato internazionale. Sono stati messi allo studio anche i problemi relativi alle linee di contatto ed ai raddrizzatori a vapore di mercurio, per l'esame dei quali è stato chiamato a far parte del Sottocomitato il collega Ballanti. Su domanda del Presidente Generale, aggiunge che, per tutto quanto riguarda tali raddrizzatori, come pure per quanto concerne il macchinario fisso delle sottostazioni, verranno presi gli opportuni accordi col Sottocomitato Macchine.

h) *Olî.* — In assenza del Presidente Ing. Ghetti, e del Prof. Scarpa, il Presidente Generale legge una lettera di quest'ultimo, nella quale si dà notizia delle ricerche sulla viscosità degli olii, continuate attivamente presso il Laboratorio di Chimica-Fisica da lui diretto, mentre, per quanto concerne l'azione dei catalizzatori sulla formazione dei depositi, si attende l'apprestamento dell'apposita stufa.

i) *Linee.* — Nell'assenza del Presidente Ing. Fano, trattenuto da malattia, (per la cui guarigione i presenti esprimono i più vivi auguri), l'Ing. Jacobini informa che il Sottocomitato sta occupandosi delle questioni di carattere internazionale sottoposte al suo esame.

l) *Radiotrasmissioni.* — In assenza del Prof. Pession, il Presidente Generale dà notizia dei lavori intrapresi in accordo col Comitato Superiore di Vigilanza sulle Radioaudizioni per la compilazione di Norme relative all'eliminazione dei disturbi nelle trasmissioni, suddividendo il lavoro relativo fra i membri del Sottocomitato e altre persone particolarmente competenti. Il Comandante Ruelle informa che nell'Istituto di Livorno si è intrapreso un serio lavoro per concretare uno schema di Norme per gli apparati riceventi, schema che potrà presto essere sottoposto al Sottocomitato.

m) *Strumenti.* — Il Prof. Barbagelata, Presidente, comunica che il Sottocomitato ha dovuto attendere i verbali e le deliberazioni della riunione di Stoccolma e di Oslo, e si accingerà ora alla redazione di uno schema di Norme nazionali.

n) *Interruttori.* — In assenza del Presidente Ing. Cenzato, il Segretario dà comunicazione di un rapporto ricevuto da cui risulta che il Sottocomitato ha deferito ad una Sottocommissione il compito di preparare una prima bozza di Norme nazionali per gli interruttori.

o) *Norme di bordo.* — Il Prof. Rebora, Presidente, dà notizia sul lavoro di revisione delle Norme nazionali, che è ormai assai avanzato, e potrà essere rapidamente condotto a termine.

p) *Cavi.* — Il Presidente, Ing. Palestrino, informa che il Sottocomitato ha raccolto le poche osservazioni pervenute allo schema di Norme nazionali, e che, essendo esse di lieve momento, lo schema potrà essere quanto prima definitivamente licenziato.

q) *Impianti.* — Nell'assenza momentanea del Presidente, Ing. Ferrerio, l'Ing. Taccani informa che il Sottocomitato ha già predisposto un primo abbozzo di Norme per i teatri e altri locali di pubblico ritrovo, e sta attualmente raccogliendo notizie sui principali impianti del genere per poter proseguire nei lavori.

5. — Programma di lavoro.

Il Presidente osserva che questo numero dell'ordine del giorno è stato in gran parte assorbito dal precedente. Dà poi notizia della proposta trasmessa dal collega Prof. Pugno Vanoni (in seguito a recenti infortuni) di predisporre le Norme di sicurezza per gli apparecchi elettro medicali. Su proposta del Presidente si approva che lo stesso Prof. Pugno Vanoni rediga tale schema di Norme d'accordo con le Associazioni di radiologia medica competenti, e lo sottoponga poi al Sottocomitato Impianti, il quale per tale lavoro potrà aggregarsi lo stesso Prof. Pugno Vanoni.

6. — Bilanci.

Viene distribuito il consuntivo 1930. Dopo alcuni chiarimenti della Presidenza, Taccani, osservando quanto siano onerose le riunioni internazionali, riafferma il punto di vista da lui sempre sostenuto, della necessità di un coordinamento e di una riduzione di tali riunioni. Il Presidente Generale risponde che il nostro Comitato non ha mai mancato di sostenere tale punto di vista; ma che nell'occasione della recente riunione Scandinava non ha potuto sottrarsi all'obbligo di inviare una Delegazione assai numerosa, per poter attendere ai lavori contemporanei di molti Comitati di Studio. In seguito all'iniziativa del nostro collega Semenza, avendo la Segreteria di Londra chiesto ai Comitati Nazionali, e in particolare al nostro, suggerimenti sul modo migliore di sveltire l'azione della I. E. C., si offre ora la opportunità di presentare una proposta con la quale venga riconosciuta più completa autonomia ai Comitati di Studio, che dovrebbero avere un Presidente stabile almeno per un quadriennio a lato della Segreteria permanente. Le conclusioni dei Comitati di Studio potrebbero di regola senz'altro essere sottoposte all'approvazione dei Comitati Nazionali con la regola dei sei mesi, atteso che la sanzione della Commissione plenaria si riduce a semplice formalità. Con tale procedura le riunioni plenarie potrebbero anche essere soppresse o quanto meno tenute ad assai grandi intervalli di tempo.

I presenti approvano questa direttiva, e dànno mandato alla Presidenza di concretare le proposte da trasmettere a Londra. Dopo di che il bilancio è approvato all'unanimità. (Vedasi Alleg. B).

Si delibera inoltre che coll'anno venturo venga applicata la disposizione del Regolamento nei riguardi dei revisori.

Il Segretario informa di un'iniziativa presa dalla Presidenza per ottenere un aumento di quota da parte degli Enti contributori. Nonostante i tempi poco propizi, l'iniziativa promette dare risultati abbastanza soddisfacenti. La Presidenza si è inoltre rivolta a quegli Enti che, pur essendo rappresentati nel C. E. I., ancora non figuravano fra i contributori, ed ha già ottenuto alcune nuove adesioni. Le attività per il 1931 potranno quindi subire un lieve aumento rispetto al 1930.

7. — Eventuali.

Non restando altre questioni da discutere, il Presidente ringrazia gli intervenuti e scioglie la seduta.

Il Segretario
A. Barbagelata.

N.B. — *Secondo l'articolo 5° del nuovo regolamento, coloro che avessero osservazioni da fare alla minuta del Verbale, sono pregati di comunicarle per iscritto alla Segreteria entro un mese da oggi. Trascorso tale periodo, se non saranno pervenute osservazioni, il verbale si intenderà approvato.* Il Segretario.

*

Allegato A.

BOZZA DI REGOLAMENTO

a) Anno d'Esercizio - Versamenti.

Art. 1. — L'anno d'esercizio del Comitato decorre dal 1° gennaio al 31 dicembre di ciascun anno.

Art. 2. — Il versamento dei contributi sottoscritti dagli Enti deve farsi entro il primo trimestre dell'anno corrispondente d'esercizio. I mandati assegni o vaglia saranno intestati personalmente al Segretario Tesoriere, il quale ne rilascerà ricevuta.

b) Lavori del Comitato.

Art. 3. — Il Comitato si riunirà in seduta plenaria almeno una volta all'anno (art. 12 *S*) possibilmente in occasione della Riunione Annuale dell'A. E. I.

Le convocazioni per le sedute plenarie del Comitato, salvo casi di urgenza, saranno diramate almeno quindici giorni prima della data della Riunione, insieme con gli eventuali documenti che dovessero essere oggetto di discussione.

Art. 4. — Chi non potesse intervenire ad una seduta plenaria potrà farsi rappresentare di un altro membro del Comitato. La delega deve essere notificata per iscritto (art. 13 *S*).

Art. 5. — Di ogni seduta plenaria verrà redatto un verbale coll'indicazione dei presenti, dei rappresentati e degli assenti giustificati.

Il verbale verrà pubblicato, come minuta, su *L'Elettrotecnica* e sarà dato un mese di tempo agli interessati per far pervenire alla Segreteria eventuali osservazioni o correzioni. Trascorso tale periodo, se non saranno pervenute osservazioni il verbale si intenderà approvato. In caso contrario il verbale modificato dovrà essere letto ed approvato nella seduta plenaria successiva.

c) Lavori dei Sottocomitati.

Art. 6. — I lavori dei singoli Sottocomitati saranno condotti dai rispettivi Presidenti secondo le direttive degli art. 9 (lavori internazionali) e art. 10 (lavori nazionali) dello Statuto.

Ogni Sottocomitato dovrà avere un Segretario il quale sarà scelto dal Presidente fra i membri del Sottocomitato stesso. In via eccezionale e col consenso del Presidente del C. E. I., le funzioni di Segretario potranno anche essere affidate — a titolo gratuito — a persona estranea al Sottocomitato ed allo stesso C. E. I. In tal caso il Segretario parteciperà ai lavori ed alle sedute del Sottocomitato senza diritto di voto.

I Sottocomitati potranno essere convocati dai rispettivi Presidenti ogni qual volta questi lo riterranno necessario. I lavori preparatori potranno però essere condotti anche per corrispondenza.

ART. 7. — In caso di impedimento i membri dei Sottocomitati potranno, mediante delega scritta farsi sostituire o rappresentare alle sedute da un loro delegato che potrà anche essere scelto all'infuori dei membri del C. E. I.

Ciascun membro potrà farsi accompagnare alle sedute da un suo collaboratore il quale parteciperà alle discussioni in qualità di esperto ma senza diritto di voto.

ART. 8. — I Presidenti dei Sottocomitati dovranno tenere sempre informata la Presidenza Generale dell'andamento dei lavori. In particolare essi dovranno trasmettere alla Segreteria Generale una copia di ogni lettera di convocazione e di ogni documento tecnico diramato ai membri del loro Sottocomitato.

Dopo ogni seduta ne sarà redatto un succinto verbale del quale dovrà essere inviata copia alla Segreteria Generale.

ART. 9. — I Presidenti dei Sottocomitati coll'aiuto del Segretario si assumeranno di regola la duplicazione e la distribuzione dei documenti destinati ai membri del rispettivo Sottocomitato.

La duplicazione e la distribuzione dei documenti destinati a tutti i membri del C. E. I. o da inviarsi all'estero saranno invece curate direttamente dalla Segreteria Generale.

d) Votazioni e deliberazioni.

ART. 10. — Le eventuali votazioni per referendum che interessano un singolo Sottocomitato saranno indette dal Presidente nei modi e nelle forme che egli riterrà più opportune.

Per le votazioni di referendum che interessano invece l'intero Comitato, la Segreteria Generale diramerà a tutti i membri del C.E.I. la scheda di votazione o il questionario insieme con tutti i documenti ed i chiarimenti necessari. Scheda o questionario, debitamente riempiti e firmati, dovranno essere rinviati alla Sede Centrale entro il termine assegnato.

e) Delegazioni e spese.

Ai membri del C. E. I. che si recano all'estero in qualità di delegati ufficiali per partecipare a sedute di Comitati di studio, di Consiglio od a riunioni plenarie, verranno rimborsate le spese di viaggio in prima classe dalla loro residenza e verrà corrisposta una diaria compresa fra L. 100 e L. 150 per ogni giorno di assenza, secondo che le riunioni avranno luogo in Paesi a bassa o ad alta valuta.

ART. 12. — Per le sedute e riunioni in Italia, verranno rimborsate le sole spese di trasporto effettivamente sostenute al Presidente ed al Segretario del Comitato ed ai Presidenti ed ai Segretari dei Sottocomitati.

ART. 13. — Il Comitato affiderà anno per anno a due dei suoi membri, l'incarico di rivedere i conti dell'esercizio precedente.

✻

ALLEGATO B. CONSUNTIVO 1930.

Rendite:		
Contributi 1930	L. 28.100,—	
» arretrati	» 999,—	
		L. 29.099,—
Interessi conto corrente Banca	L. 1.982,—	
» Prestito Nazionale	» 300,—	
		» 2.282,—
		L. 31.381,—
Prelevamento dalla riserva		» 47.469,15
		L. 78.850,15
Spese:		
Contributo alla I. E. C. (100 sterline)	L. 9.274,—	
Personale	» 2.600,—	
Stampati-postali e varie	» 4.406,15	
Indennita ai membri e ai deleg. Riunioni parziali	» 9.980,—	
Riunione plenaria Scandinavia	» 46.500,—	
Spese di rappresentanza	» 4.740,—	
Targa a Guido Semenza	» 1.350,—	
		L. 78.850,15

SITUAZIONE PATRIMONIALE AL 31 DICEMBRE 1930.

Contanti:		
Fondo di riserva derivato dagli esercizi precedenti	L. 76.262,35	
Prelevamento 1930	» 47.469,15	
Fondo residuo		L. 28.793,20
Prestito Nazionale	L. 5.190,—	
Mobili e libri (p. memoria)	» 1,—	
Crediti per contr. arretr.	» 4.500,—	
		» 9.691,—
		L. 38.484,20
Banca Commerciale	L. 28.667,70	
In cassa	» 125,50	
		L. 28.793,20

✻ ✻

Notizie delle Sezioni

SEZIONE ADRIATICA

Assemblea generale ordinaria dei soci, tenutasi in Pescara presso la Sede della Sezione il 29 marzo 1931. Ordine del giorno:

1°) Comunicazioni della Presidenza;
2°) Discussione ed approvazione dei Bilanci;
3°) Rinnovo di due Consiglieri della Sezione e di due Delegati al Consiglio Generale e nomina di due Delegati aggiunti;
4°) Eventuali.

Alle ore 10,30 il Presidente, Comm. Dott. Ing. Cesare Pedrini, dichiara aperta la seduta e, prima di iniziare i lavori, commemora, con elevate parole, la memoria del socio, Ing. Giuseppe Peluzzo di Vasto deceduto l'anno scorso, già membro del Consiglio Provinciale dell'economia di Chieti ed assai apprezzato e stimato per le sue qualità di uomo e di tecnico.

Il Presidente passa poi in rassegna l'attività della Sezione Adriatica, durante l'anno 1930 e spiega come sia stato compito speciale del Consiglio della Sezione, il rinsaldare l'organizzazione interna della Sezione stessa, che ne aveva bisogno dopo lo sforzo affrettato sostenuto per la sua costituzione che ebbe luogo in occasione dell'organizzazione del XXXIV Congresso dell'Associazione che, come tutti sanno, ebbe luogo a Pescara e Francavilla durante l'autunno del 1929.

Nel corso dell'anno 1930, oltre aver provveduto al consolidamento della Sezione, è stato realizzato il progetto di dare alla Sezione una Sede più adatta, quale è l'attuale, che godiamo gratuitamente per la munificenza della Società Unione Esercizi Elettrici.

Durante lo scorso esercizio, nonostante il periodo di formazione, ebbe luogo la interessante conferenza tenuta dal socio, Dott. Ing. Vincenzo Cellini sulle «Applicazioni elettrodomestiche» ed inoltre si potè realizzare con grande soddisfazione dei soci, la riuscitissima gita di istruzione alla centrale idroelettrica della Unes al Furlo (Marche) in unione ai soci della Sezione di Bologna.

Però la vera attività della Sezione Adriatica dovrà maggiormente manifestarsi durante l'anno in corso. Per questo è già predisposto un ciclo di conferenze che si inizierà, nel mese di aprile, con quella che il Prof. Giorgio Todesco, benemerito socio della Sezione di Bologna, terrà in Pescara sull'importante tema: «La cellula fotoelettrica nelle sue applicazioni alla cinematografia sonora ed alla televisione».

E' poi in programma per il mese di giugno, una visita al grandioso Impianto Idroelettrico della Società Terni al Galletto in unione, si spera, con la Sezione di Roma. Si prevede inoltre la possibilità di un'altra gita da organizzarsi per settembre prossimo, in occasione della Fiera del Levante in Bari, e per questo si prenderanno gli opportuni accordi con la consorella Sezione interessata.

Il Presidente, infine, raccomanda, a tutti i Soci di contribuire al sempre maggior sviluppo delle manifestazioni culturali della Sezione mediante comunicazioni o discussioni intorno ai più svariati problemi tecnici di attualità, e ciò anche al fine di provocare frequenti scambi di idee tra i Soci e stringere sempre più i legami di solidarietà personale e culturale.

Per stimolare tale attività, il Presidente dichiara che il Consiglio si propone di curare, ad ogni fine d'anno, la pubblicazione in apposito bollettino, che sarà inviato gratuitamente ai Soci, di quanto di interessante si sarà trattato durante l'anno.

Il Presidente presenta quindi all'Assemblea il rendiconto finanziario dell'anno sociale 1930, rendiconto già a conoscenza, per essere stato spedito in tempo utile ai Soci assieme all'avviso di convocazione dell'Assemblea.

Apertasi la discussione sul Bilancio, il Socio Ing. Sereno propone di elevare la quota annua dei Soci studenti (N. 3) da L. 30 a L. 40, e ciò allo scopo di rendere tale quota pari a quella da versarsi dalla Sezione, a titolo di contributo, alla Sede Centrale della Associazione. Messa ai voti la proposta viene approvata per acclamazione insieme al rendiconto.

Passando al 3° punto dell'Ordine del Giorno, il Presidente comunica che per disposizione statutaria, devesi provvedere alla sostituzione di N. 2 Consiglieri di Sezione e di N. 2 Delegati al Consiglio Generale, che vengono a scadere e non sono rieleggibili, ed inoltre essendosi durante l'anno raggiunta la cifra di 264 Soci, si rende necessaria l'elezione di due nuovi Delegati al Consiglio Generale in aggiunta ai quattro attualmente in carica.

Essendo risultati uscenti i Consiglieri di Sezione Ing. Biagini Primo ed Ing. Bianchi Enrico, e i Delegati del Consiglio Generale Ing. Maiolatesi Secondo ed Ing. Mannocchi G. Bruno, vengono, per espresso desiderio dell'Assemblea, nominati per acclamazione i seguenti Soci:

A Consiglieri di Sezione: Ing. Cesari Pietro Enrico, Direttore della R. Scuola Industriale di Ascoli Piceno; Ing. Prof. Scotto di Fasano Giovanni, Consulente titolare di impianti elettrici e costruzioni meccaniche nel R. Istituto Nazionale di Fermo.

A Delegati al Consiglio Generale: Ing. Cav. Agostinelli Antonio; Cocciadiferro Alfredo, Maggiore del Genio; Ing. Minetti Gualtiero; Ing. Pederzini Agostino.

Esaurito l'ordine del giorno, e non avendo nessun Socio chiesto la

parola viene tolta la Seduta alle ore 11,30; mentre i convenuti tributano al Presidente Dott. Ing. Cesare Pedrini un caloroso applauso.

RENDICONTO DELL'ANNO SOCIALE 1930.

Entrata:

Contributi Sociali:		
N. 57 Soci individuali residenti a L. 70 . . .		L. 3.990,—
» 202 » » non residenti a » 60 . . .		» 12.120,—
» 2 » collettivi a » 250 . . .		» 500,—
» 3 » studenti a » 30 . . .		» 90,—
N. 264 Soci paganti la quota anno 1930 per complessive		L. 16.700,—
Interessi Attivi:		
maturati al 31 Dicembre 1930 sul c. c. Banco Roma		» 152,30
	Totale	L. 16.852,30

Uscita:

Contributi alla Sede Centrale per:		
N. 259 Soci individuali a L. 50		L. 12.950,—
» 2 » collettivi a » 150		» 300,—
» 3 » studenti a » 40		» 120,—
N. 264 Soci per complessive		L. 13.370,—
Spese:		
stampati	L. 466,70	
postelegrafiche	» 245,90	
diverse	» 231,10	
		» 943,70
	Totale Uscita	L. 14.313,70
Avanzo Esercizio 1930		» 2.538,60
	Totale	L. 16.852,30

SITUAZIONE PATRIMONIALE AL 31 DICEMBRE 1930.

Attivo:

Contanti in Cassa		L. 3.040,45
C. C. Banco Roma - Agenzia di Pescara		» 730,40
Crediti vari		» 5.140,—
	Totale	L. 8.910,85

Passivo:

Contributi a disposizione Sede Centrale		L. 4130,—
Quote anno 1931 - esatte nel 1930		» 730,—
		L. 4860,—
Patrimonio netto:		
al 31 Dicembre 1929	L. 1.512,25	
avanzo Esercizio 1930	» 2.538,60	
		» 4.050,85
	Totale	L. 8.910,85

* *

SEZIONE DI CATANIA

All'assemblea del 30 marzo 1931 era presente buon numero di soci. Alle ore 17,30 il Presidente apre la seduta riassumendo brevemente l'attività della Sezione per l anno 1930 e accennando al programma che si svolgerà nel corrente anno 1931.

Accenna così alla gita agli impianti del Cassibile effettuata l'8 giugno 1930 con l'intervento di gran numero di soci, ed alle conferenze tenute il 12 maggio 1930 dal Ch.mo Prof. Caldonazzo sul « Fenomeno di Greenhill » e dal Prof. Ugo De Luca sulla « Impedenza dei trasformatori statici ». Di entrambe fu pubblicato riassunto negli atti dell'Associazione.

Il Presidente accenna quindi ai buoni risultati che la incessante attività di alcuni egregi consoci ha permesso di realizzare, e in virtù dei quali si sono avute per quest'anno ben 16 nuove iscrizioni con che il numero dei soci è andato in aumento (da 120 quanti erano nel 1930 a 125 quanti sono oggi) pur avendosi avuti tre trasferimenti di soci in altre regioni e ben 8 dimissioni.

Per l'anno in corso — soggiunge l'Oratore — è in progetto una gita (fissata per il 3 e 4 maggio p. v.) al bacino montano di Piana dei Greci (Palermo) con visita alla Miniera di Trabonella (presso Imera), mentre per il 27 aprile e 11 maggio sono fissate le conferenze dei soci Polizzi e Patanè rispettivamente, e di cui già si è dato annuncio.

Indi il Presidente dà la parola al Segretario che legge i resoconti dei bilanci 1930 e 1931 che, approvati già dal Consiglio Direttivo nella seduta del 24 corrente mese, vengono ora ad unanimità approvati anche dall'assemblea.

Il Presidente dà quindi la parola al Ch.mo Prof. **Bellia** che nel più religioso silenzio e tra la più viva attenzione dei presenti comincia a svolgere la sua attesa e interessante conferenza: « **La teoria elettronica della conducibilità elettrica dei metalli** ».

L'Oratore, dopo avere ricordato i principali fenomeni e leggi sperimentali, espone succintamente le più notevoli teorie mostrandone le evoluzioni e i perfezionamenti.

E' accettato da tutti che la corrente elettrica è dovuta alla convezione di elettroni liberi nel seno del conduttore, i quali per azione della f.e.m. si muovono in senso inverso a quello della corrente.

Il Drude (1900) ha considerato gli elettroni come le molecole di un gas ideale ed ha calcolato tanto la conducibilità elettrica σ, quanto quella termica s. Per calcolare la conducibilità termica ha considerato un conduttore a temperatura non uniforme. Nei punti di metallo a maggiore temperatura gli elettroni, comportandosi come le molecole di un gas, hanno maggiore forza viva e quindi si diffondono verso i punti a minore temperatura provocando un trasporto di calore. Egli ha ottenuto:

$$s = \frac{1}{2} K n l v \; ; \; \sigma = \frac{n e^2 l v}{6 K T} \; ; \; \frac{s}{\sigma} = 3 \left(\frac{K}{e}\right)^2 T$$

dove n numero di elettroni liberi per cm^3, l medio cammino libero, v velocità, e carica dell'elettrone, K costante di Boltzmann, T temperatura assoluta.

Questa teoria ha avuto il grande successo di spiegare perchè i metalli sono nello stesso tempo buoni conduttori del calore e della elettricità, così ha interpretato la legge di Wiedman e Franz, secondo la quale il rapporto s/σ è lo stesso per tutti i metalli.

Il Lorentz (1907) ha perfezionato la teoria adoperando metodi matematici rigorosi. Mentre il Drude ha applicato la teoria cinetica approssimata del gas ideale, cioè ha considerato che tutti gli elettroni avessero la medesima velocità, il Lorentz ha applicato la legge di distribuzione delle velocità molecolari di Maxwell, che si deduce dalla statistica di Boltzmann. Egli ha trovato:

$$s = \frac{8 \, l n k^2 T}{3\sqrt{2 \pi k m T}} \; ; \; \sigma = \frac{4 \, e^2 l n}{3\sqrt{2 \pi k m T}} \; ; \; \frac{s}{\sigma} = 2\left(\frac{k}{e}\right)^2 T$$

Questa teoria più perfetta interpreta meno bene i fatti sperimentali. Una difficoltà notevole è quella dei calori specifici; il calore specifico di un metallo consta di due parti, una dovuta agli atomi del metallo, l'altra al gas elettronico, il valore calcolato di quest'ultima parte risulta maggiore del valore sperimentale.

Altre teorie per eliminare le varie difficoltà non hanno avuto successo, ma intanto si sviluppava la teoria dei quanti e sorgevano le nuove statistiche.

Il Sommerfeld (1927) ha applicato la legge di distribuzione delle velocità molecolari, che si deduce dalla statistica di Fermi. Secondo la nuova statistica il gas elettronico, data la piccolezza della massa dello elettrone, si deve considerare perfettamente *degenere*. Il Sommerfeld ha trovato così:

$$s = \frac{4}{9} \pi^3 \frac{l K^2 T}{h} \left(\frac{3 n}{4 \pi}\right)^{2/3} \; ;$$

$$\sigma = \frac{4 \pi}{3} \frac{e^2 l}{h} \left(\frac{3 n}{4 \pi}\right)^{2/3} \; ; \; \frac{s}{\sigma} = \frac{\pi^2}{3} \left(\frac{K}{e}\right)^2 T$$

Questa teoria toglie la difficoltà relativa al calore specifico, giacchè il calore specifico di un gas nello stato di degenerazione è molto piccolo. Il coefficiente della legge di Wiedeman e Franz calcolato risulta uguale a quello sperimentale, si ha infatti per la temperatura di 18° centigradi:

$$10^{10} \cdot \frac{\sigma}{s} = 7{,}11 \text{ (sperimentale)}; \; 6{,}3 \text{ (Drude)}; \; 4{,}2 \text{ (Lorentz)}; \; 7{,}1 \text{ (Sommerfeld)}.$$

Rimane una difficoltà inerente alle espressioni di s e di σ nelle quali entra il cammino libero l. Infatti l rappresenta lo spazio percorso da un elettrone fra un urto e l'altro con gli atomi del metallo; con l'aumentare della temperatura il metallo si dilata, l aumenta e dovrebbe quindi aumentare s e σ, invece l'esperienza dice che σ diminuisce ed s rimane costante.

Il Frenkel e l'Honston (1930) per ovviare a questo inconveniente hanno calcolato il cammino libero mediante la meccanica ondulatoria secondo la quale ad ogni elettrone è associato un sistema di onde, le quali propagandosi nel metallo devono subire un assorbimento analogo a quello che subisce un fascio di raggi luminosi attraverso un mezzo torbido.

L'intensità del fascio vien data dalla nota formola:

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

Si dimostra che il coefficiente di assorbimento μ è eguale all'inverso del cammino medio libero, quindi: $l = 1/\mu$.

Quando si calcola l a questa maniera, si trova che le variazioni di s e di σ con la temperatura e la pressione sono conformi alla esperienza.

La teoria di Sommerfeld interpreta anche bene i fenomeni termoelettrici e l'effetto Volta; un gruppo di fenomeni non ha ancora ricevuto una esauriente spiegazione, cioè i fenomeni galvano e termomagnetici.

Alla fine l'oratore è vivamente complimentato per la lucida, chiara e magistrale esposizione dell'interessante quanto difficile argomento. La seduta è tolta alle ore 19.

BILANCIO CONSUNTIVO AL 31 DICEMBRE 1930.

Entrate :

N. 105 quote soci individuali a L. 70	L. 7.350,—
» 3 » » collettivi a L. 300	» 900,—
» 4 » » » a L. 150	» 600,—
» 2 » » arretrate	» 140,—
Incassate da vendita carta	» 5,—
Residuo attivo al 31 dicembre 1929	» 3.349,20
Totale . . .	L. 12.344,20

Uscite :

Alla Sede Centrale :

Per N. 105 quote soci individuali a L. 50	L. 5.250,—
» » 7 » » collettivi a L. 150	» 1.050,—
In conto arretrati	» 2.550,—
Abbonamenti a riviste	» 437,—
Mance varie	» 60,—
Percentuale esattore	» 155,—
Acquisto libri	» 100,—
Marche da bollo, Segreteria, stampati, rilegatura e varie	» 620,55
Spese, Segreteria, stampati, esattore e varie	» 400,—
Esistenza in cassa al 31 dicembre 1930	» 2.121,65
Totale . . .	L. 12.344,20

Pro memoria per Biblioteca :

Valore al 31 dicembre 1929	L. 10.524,05
Acquisti nel 1930	» 537,20
Totale . . .	L. 11.061,25

BILANCIO PREVENTIVO 1931.

Entrate :

N. 130 quote soci individuali a L. 70	L. 9.100,—
» 3 » » collettivi a L. 300	» 900,—
» 5 » » » a L. 150	» 750,—
» 15 » » individuali per l'anno 1930 a L. 70	» 1.050,—
Totale . . .	L. 11.800,—

Uscite :

Alla Sede Centrale :

Per N. 130 quote soci individuali a L. 50	L. 6.500,—
» » 8 » » collettivi a L. 150	» 1.200,—
» » 15 » » individuali a L. 50	» 750,—
A saldo nostro dare	» 1.925,—
Abbonamenti a riviste	» 500,—
Acquisto libri	» 525,—
Spese Segreteria, stampati, esattore e varie	» 400,—
Totale . . .	L. 11.800,—

Necrologio

In memoria di ALFREDO MONTEL.

Il ricordo dell'amicizia sincera e profonda, della quale il Nostro mi onorava da oltre venticinque anni, vuole, come primo accenno all'Amico carissimo, il richiamo di una rara caratteristica, da Lui posseduta, di un grande pregio, più grande d'ogni altro per chiunque lo possegga, che si riassume nella riunione delle doti eccelse della mente con quelle purissime del cuore.

Alfredo Montel nacque a Pisa nel 1870; fece i Suoi primi studi ad Alessandria, dove ottenne nel 1888 la licenza liceale. Nel 1893 conseguiva brillantemente a Torino là laurea in ingegneria elettrotecnica.

A Torino fece pure il Suo anno di volontariato nella brigata del Genio Ferrovieri. Rimase in Piemonte fino al 1902, occupandosi principalmente di agricoltura e dell'amministrazione dei beni paterni. Pubblicava tuttavia, di quando in quando, articoli specialmente in riviste straniere; ritroviamo infatti un Suo lavoro del 1898, «*Contribution à l'étude des décharges atmosphériques*» ed un altro del 1899 «*Sur la théorie de l'egualizzatore ou diveseur de tension*» (comparsi entrambi nell'Éclarage électrique).

Nel 1902 si trasferiva a Roma, dove per circa tre anni ebbe a lavorare come ingegnere nella Società Giorgi-Arabia, successori della Società meridionale Lahmeyer, prendendo parte notevole a vari importanti lavori.

Fu a Roma ch'Egli cominciò ad interessarsi di radiotelegrafia, ricercando con passione come si sarebbe potuto rimediare agli inconvenienti di allora. Particolarmente notevole si presenta lo studio «*Sul calcolo di stazioni di radiotelegrafia sintonica*» (comparso nell'Elettricista del 1906); il quale venne riportato interamente nel libro di Erskine Murray «A Handbook of Wireless Telegraphy» (1907). A tale studio seguivano quelli sulla «*Gerichtete drahtlose Telegraphie und Wirkung der Erde*» (Physikalische Zeitschrift, 1907), sulle «*Stazioni radiotelegrafiche a onde persistenti*» (Elettricista 1907), sull'«*Aereo radiotelegrafico irradiante specialmente in una data direzione*» (Nuovo Cimento, 1907), sulla «*Teoria dell'antenna orizzontale* (Elettricista, 1908); e poi ancora la «*Contribution à l'étude de l'antenne horizontale transmettrice pour radiotélégraphie*» (Lumière élétrique 1908).

Egli prese anche due brevetti : uno nel 1905, per un «Sistema di telegrafia senza fili tra stazioni accordate»; l'altro, nel 1907, avente per titolo «Disposizione per trasmettere e ricevere segnali radiotelegrafici in una data direzione».

Nel 1908 lasciava gli studi di telegrafia senza filo per dedicarsi a quello delle costruzioni antisismiche, al quale tecnici e scienziati erano potentemente indotti dalla dolorosa circostanza del disastroso terremoto di Messina. Egli fece opera utile, di singolare importanza, col libro «*Le case nelle regioni sismiche e la scienza delle costruzioni*» (Torino, 1910), il quale nel 1912 venne tradotto in inglese per cura della casa editrice Charles Griffin e C. di Londra. Nel 1914 il Nostro pubblicava un secondo libro, che venne subito accolto con lusinghiere critiche di giornali scientifici italiani ed esteri, e poi tradotto in francese (nel 1920) per cura della casa editrice Dunod di Parigi. Con tale libro, intitolato «*Elasticità e resistenza dei corpi pietrosi*», il Nostro terminava le Sue pubblicazioni. Da allora, per ragioni di famiglia e di salute, Egli non ebbe modo di riprendere il lavoro di produzione nel campo dei suoi studi prediletti.

Il Nostro appartenne per molti anni al Consiglio Centrale della Associazione Nazionale per l'Istruzione del Soldato e del Popolo, trasformatasi poi in Casa del Soldato. Amava codesta Associazione; fece parte diverse volte di commissioni d'esame ed un anno svolse anche un corso di elettrotecnica per i soldati.

Di carattere fermo, ma d'indole mite, sotto un'apparente freddezza di persona contegnosa, celava un anima estremamente buona e sensibile. Studioso di nobile tempra, non ricercava nè lodi nè onori e tanto meno vantaggi materiali. Amava con ardore la Patria nostra e ne seguiva con ansia le vicende. Comprese tutta la necessità e tutto l'idealismo magnifico, con cui l'Italia prese parte alla guerra mondiale, abbracciando poi con sommo entusiasmo la grande Causa del Fascismo.

Il miglior modo di onorare la memoria del Nostro sia quello di meditare sulla integerrima vita di Lui.

Prof. UMBERTO CRUDELI
della R. Università di Cagliari.

Addì 21 aprile 1931, dopo lunga malattia è morto

GIUSEPPE TEOFILO BLONDIN

l'autorevole Direttore della «Révue Générale de l'Electricité».

Era nato il 19 marzo 1863; laureatosi in matematica e in fisica si fece presto notare per numerose pubblicazioni su riviste tecniche francesi. Diresse per parecchi anni «L'Eclairage Electrique» e successivamente «La Revue Electrique».

Quando nel 1917 venne fondata «La Révue Générale de l'Electricité» il Blondin venne chiamato ad assumerne la direzione. La grande importanza assunta rapidamente da questa pubblicazione negli ambienti tecnici, non soltanto francesi ma internazionali, costituisce la migliore documentazione dei meriti di studioso e di organizzatore del compianto suo Direttore.

L'attività del Blondin si esplicò largamente in molti altri campi essendo spesso stato chiamato a ricoprire importanti incarichi da Enti pubblici e da organizzazioni ed Enti tecnici o scientifici. Una lunga serie di pubblicazioni sta a testificare la Sua opera di studioso.

«*L'Elettrotecnica*» porge anche da queste pagine alla consorella «Révue de l'Electricité» vive condoglianze.

Errata - corrige

Nell'elenco delle Relazioni che saranno presentate alla prossima Riunione annuale, pubblicato a pag. 287 del fascicolo del 25 aprile u. s., è incorso un errore che preghiamo i lettori di correggere.

Dove è scritto: «E. MARELLI: *Progressi realizzati nella tecnica costruttiva dei trasformatori*», il nome dell'autore si deve leggere: E. MORELLI.

-- -- ATTIVITÀ DELLE SEZIONI -- --

SEZIONE DI CATANIA (Piazza Trento, 2).

8-9 Maggio. — Visita agli Impianti Idroelettrici dell'Alto Belice.

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).

12 Maggio - ore 21,15. — LUPI Dott. Donatello : «Nuovi sviluppi del metodo «A.R.A.».

29 Maggio - ore 21,15. — TIMPANARO Prof. Sebastiano : «L'elettricità atmosferica».

SEZIONE DI ROMA (Via delle Coppelle, 35).

15 Maggio. — JACOBINI Ing. Comm. Oreste : «Questioni idro-termoelettriche italiane».

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.*

(I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 25 Maggio 1931 - ANNO IX N. 15

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA
ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA
REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176
REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI
SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ
È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI
GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.
I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Il problema della preparazione degli ingegneri.

Siamo lieti di poter far posto oggi ad un articolo originale del Signor TIMBIE che occupa una importante posizione nell'insegnamento tecnico degli Stati Uniti. Lo scritto tratta dell'organizzazione delle scuole di ingegneria e ci conferma la grande verità dell'antico detto che « tutto il mondo è paese ». Anche in quel grande paese industriale si discute infatti, come da noi, e, come da noi si sostengono i più disparati punti di vista. E mentre da molti si lamenta che nei Politecnici si fa troppa teoria, troppa astrazione tenendo gli allievi troppo lontani dalle necessità dell'industria e da quei modesti problemi pratici contro cui dovranno fatalmente urtarsi iniziando la loro carriera, dall'altro si sostiene invece che i Politecnici devono solo dare ai loro allievi, ma nel modo più elevato e più generale possibile, i fondamenti scientifici che sono alla base di ogni applicazione tecnica. Penserà poi l'industria — sostengono costoro — a conferire al giovane ingegnere quella mentalità pratica che è realmente indispensabile.

Non vogliamo qui ripetere gli argomenti pro e contro le due opposte tesi: il lettore li leggerà con interesse nello scritto del Sig. Timbie; ma vien fatto di chiedersi quale possa essere la giusta via fra le due tendenze estreme, e se realmente, come in molti casi, essa stia nel mezzo. Il Timbie ci dice anche come si sia cercato di risolvere il problema negli Stati Uniti, mercè una più stretta cooperazione fra scuole e industrie ed è indubitato che tale procedimento, già autorevolmente sostenuto anche nel nostro Paese, possa dare ottimi risultati. Ma noi pensiamo sempre che la soluzione migliore dell'annoso ed arduo problema potrebbe trovarsi in un diverso orientamento, o, meglio, in un diverso ordine, degli studi impartiti nei Politecnici [1] che incominciasse a dare a tutti gli allievi quelle cognizioni fondamentali, ma di carattere pratico, che sono a tutti necessarie, e portasse via via i migliori o comunque quelli che mostrassero di possedere le attitudini necessarie, alle più elevate vette della scienza pura ed applicata.

Le caratteristiche ed i diagrammi delle macchine sincrone.

Macchine sincrone a rotore cilindrico ed a poli salienti che spesso, nelle trattazioni di tipo scolastico più tradizionaliste, sono artificiosamente dotate di identiche proprietà, hanno in realtà delle caratteristiche e delle possibilità, sotto alcuni aspetti ben distinte. Ed è veramente strano che la netta separazione, originata dalla esistenza di « direzioni privilegiate » nella massa rotorica delle macchine a poli salienti, che mancano ovviamente in quelle a rotore cilindrico, messa chiaramente in luce dal punto di vista qualitativo e quantitativo più di trent'anni fa, sia d'ordinario dimenticata o solo fugacemente accennata.

I colleghi leggeranno quindi con interesse la parte del lavoro dell'Ing. SANTUARI che oggi pubblichiamo e che tratta sinteticamente l'argomento, con particolare riguardo alle reali condizioni di funzionamento. **LA REDAZIONE.**

[1] Vedi: *L'Elettrotecnica* 1920, pag. 368.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUI SINCRONI E SUGLI ASINCRONI

E. SANTUARI

Comunicazione riassunta alla Sezione di Milano il 23 maggio 1930

(Continuazione, v. N. 14, pag. 313)

4. - Il funzionamento in generale delle macchine sincrone nei moderni sistemi di produzione e trasmissione d'energia.

a) Funzionamento a carico variabile e tensione costante.

Le considerazioni che verranno svolte in questo e nei rimanenti capitoli ci fanno ritenere utile di riepilogare alcune nozioni teoriche, iniziando da quelle relative al noto diagramma delle amperespire. Esso verrà da noi tracciato nella sua forma semplificata non tenendo conto delle perdite e supponendo costante la permeabilità del circuito magnetico, ammettendo quindi che la macchina funzioni sul tratto rettilineo della caratteristica.

Queste ipotesi semplificative, che danno luogo ad errori trascurabili per grosse macchine finchè lavorano in regime fortemente sottoeccitato, permettono di dare una idea chiara e più che sufficiente per il nostro scopo del loro comportamento qualitativo anche in regime sovraeccitato.

1. — *Macchine sincrone a rotore cilindrico.*

Le amperespire risultanti F_v, che inducono nell'avvolgimento statorico la tensione V, si possono considerare come la risultante della somma geometrica delle amperespire di eccitazione F_e, dovute all'avvolgimento rotorico (induttore) e di quelle statoriche F_s, date dall'avvolgimento statorico (reazione d'indotto e flusso di dispersione).

Avremo dunque:

$$\overline{F}_v = \overline{F}_s + \overline{F}_e \qquad (2)$$

Lo statore di una macchina sincrona sia raffigurato da un cerchio (fig. 54). Il suo avvolgimento, che dà luogo ad un campo rotante, sia schematicamente indicato da due spire II - II e II' - II', disposte in quadratura fra di loro esternamente alla periferia del cerchio, e lo avvolgimento rotorico si immagini invece concentrato in una spira sola I-I, disposta nell'interno del cerchio. Si premettano sinusoidali tanto il campo prodotto da F_e che la distribuzione degli ampere-conduttori sulla periferia dello statore.

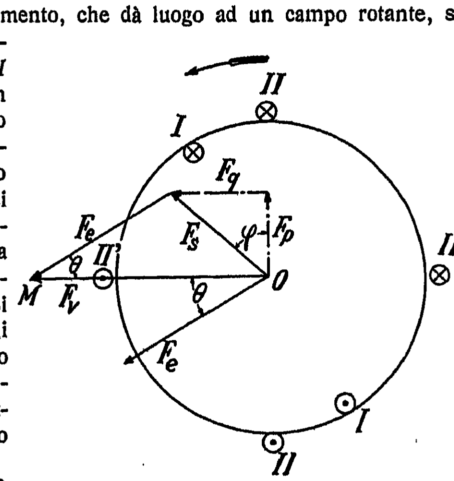


Fig. 54. — Macchina sincrona a rotore cilindrico. Diagramma delle amperespire in regime sottoeccitato.

La relazione (2) è riprodotta graficamente nella fig. 54. Posizione e grandezza del vettore F_e sono fissati della posizione del rotore e dalla corrente che ne percorre l'avvolgimento. Il campo rotante dovuto alla tensione V, rap-

presentato dal vettore F_v, venga immaginato mantenuto fermo nella posizione fissa indicata dalla figura. La lunghezza di F_v è determinata dal valore di V.

Il vettore F_s può venire scomposto nelle sue componenti attiva F_p e reattiva F_q.

Risultano quindi dalla figura fissate le grandezze e le posizioni dei vettori delle tre amperespire, la posizione del rotore rispetto al vettore della tensione della rete (angolo θ) e l'angolo di fase fra corrente statorica e tensione V (angolo φ).

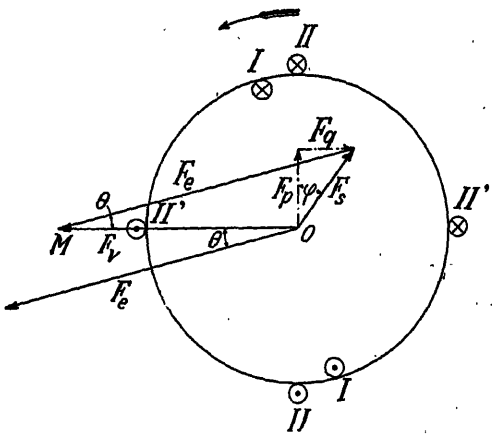


Fig. 55. — Macchina sincrona a rotore cilindrico. Diagramma delle amperespire in regime sovraeccitato.

Mentre la figura 54 si riferisce al funzionamento in regime sottoeccitato, la fig. 55 riproduce le condizioni e relazioni che sussistono in regime sovraeccitato. Dalle due figure è facile derivare per analogia mediante costruzioni identiche i diagrammi delle amperespire per qualsiasi condizione di funzionamento.

Dall'esame di questo semplice diagramma risultano alcune proprietà caratteristiche inerenti al comportamento della macchina sincrona a rotore cilindrico, che vale la pena di riepilogare.

Dalla figura si ricava:

$$F_p = F_s \cos\varphi = -F_e \operatorname{sen}\theta. \tag{3}$$

Quindi F_p è massimo:

$$F_p = F_{pm} \text{ se } \operatorname{sen}\theta = 1{,}0 \text{ e } \theta = 90^\circ \tag{4}$$

In tal caso la macchina si trova al limite di stabilità. Ogni ulteriore aumento nella richiesta di potenza P dà luogo ad un ulteriore aumento di θ, quindi ad una ulteriore riduzione della lunghezza di F_p e perciò della potenza erogata della macchina, proporzionale a F_p.

Dalle figure 54 e 55 si deduce inoltre che:

$$F_q = F_v - F_e \cos\theta \tag{6}$$

Per $\theta = 90^\circ$ si avrà:

$$F_v = F_{qm} \tag{7}$$

2) Nelle condizioni limite di stabilità la macchina assorbe il valore di corrente reattiva necessario a produrre da solo il campo F_v e a indurre ai morsetti la tensione V. Il valore di questa corrente è del tutto indipendente dalla eccitazione rotorica e dalla potenza attiva data dalla macchina: dipende solo da F_v, cioè dalla tensione ai morsetti V. Logica conseguenza di questa proprietà è l'altra seguente importante proprietà della macchina sincrona a rotore cilindrico:

3) Il valore massimo della corrente reattiva che può assorbire una macchina sincrona in regime sottoeccitato in condizioni di funzionamento stabile, quindi il valore massimo di corrente capacitiva che essa può erogare, è costante per qualsiasi valore della potenza attiva. Esso corrisponde alla corrente reattiva che la macchina assorbe a eccitazione zero e dipende unicamente dalla tensione ai morsetti V.

Quindi:

4) Una macchina sincrona non può uscire di passo finchè si trova in regime sovraeccitato.

Questa semplice constatazione, alla quale si può giungere anche a base di puro ragionamento sul carattere fisico del fenomeno, dimostra l'importanza capitale che ha per la stabilità della macchina sincrona la regolazione automatica della eccitazione.

Un osservatore superficiale sarà forse tratto ad osservare di avere visto uscire di passo anche macchine sincrone funzionanti in regime sovraeccitato. Nulla di meno esatto di questa affermazione. Finchè la macchina dispone di eccitazione sovrabbondante da poterne fornire parte anche alla rete a cui è allacciata, non può assolutamente uscire di passo.

Vero è bensì che il passaggio dalle condizioni in regime sovraeccitato a quelle in regime sottoeccitato è nei pressi delle condizioni limite di stabilità talmente rapido da sfuggire facilmente all'attenzione non solo del personale di servizio, ma anche del tecnico che si trova presente e che in quei momenti ha da pensare a ben altro che ad osservare i particolari del comportamento della macchina.

L'uscita di passo è poi generalmente accompagnata da un forte abbassamento di tensione che dà luogo a sua volta ad una notevole

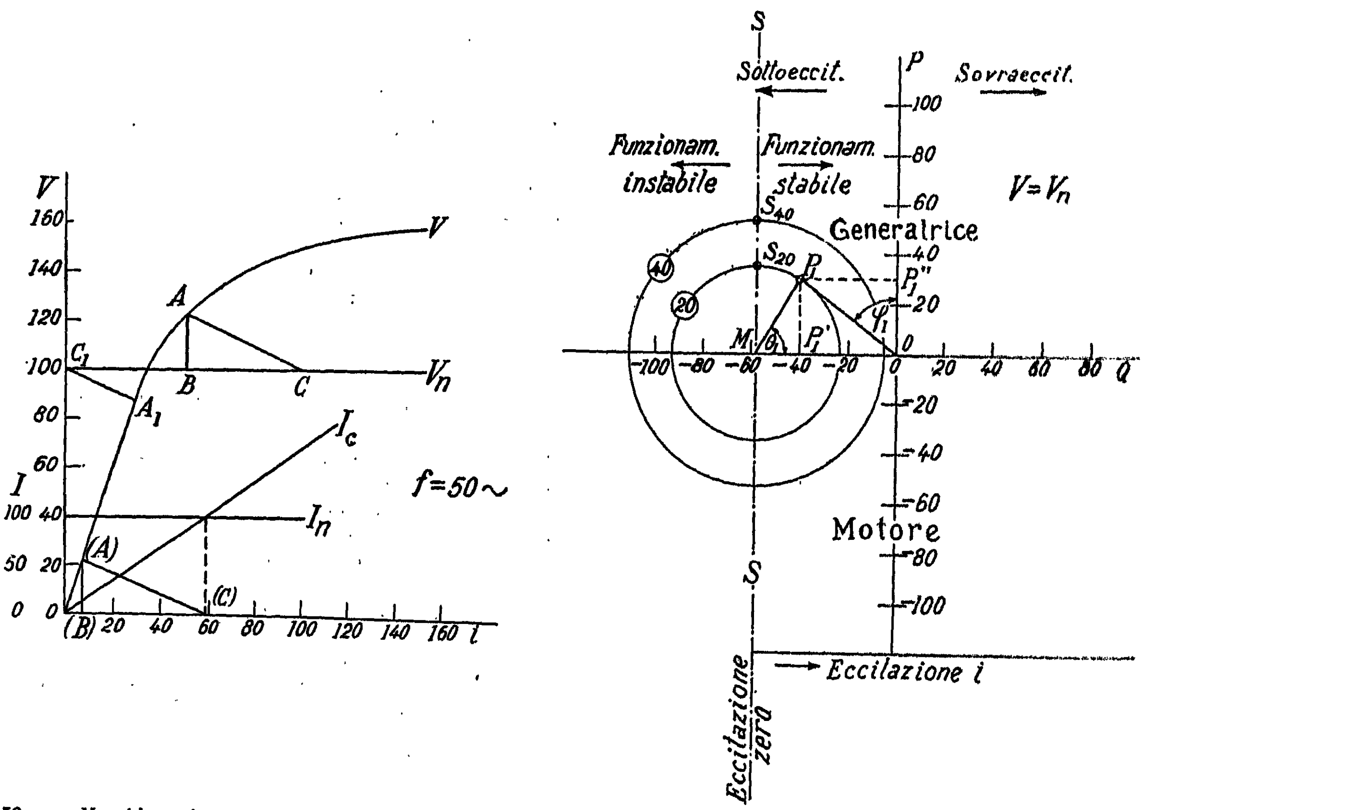


Fig. 56. — Macchina sincrona a rotore cilindrico. Caratteristiche e diagramma delle potenze a tensione costante e 50 periodi.

Vediamo pure che:

$$\text{per } F_p = F_{pm} \quad F_{pm} = -F_e \tag{5}$$

1) Al limite di stabilità il campo dato dall'eccitazione F_e compensa completamente quello F_{pm} dovuto alla componente attiva della corrente statorica.

riduzione della coppia sincronizzante, proporzionale a F_v, e concorre ad aumentare la rapidità del fenomeno.

Dalla (3) si rileva che per $F_e = 0$ anche $F_p = 0$. Quindi:

5) Una macchina sincrona a rotore cilindrico è di funzionamento estremamente labile a eccitazione zero, essendo la sua coppia sincronizzante nulla.

Ai vettori del diagramma delle amperespire si possono sostituire quelli ad essi proporzionali delle correnti, che queste amperespire producono. Si avrà così il diagramma delle correnti. Le sue dimensioni sono proporzionali alla tensione V. Esso può quindi servire, se letto in scala appropriata e tracciato per tensione costante V, da diagramma delle potenze.

E' quest'ultimo diagramma che meglio serve al caso nostro e che crediamo opportuno di illustrare brevemente.

Supposto costante il valore di V (vettore F_n), il luogo geometrico dell'estremità del vettore F_s (che nel diagramma delle potenze raffigura la potenza apparente W) si troverà, a eccitazione rotorica costante, sulla periferia di un cerchio col centro in M e col raggio F_e.

Sostituendo ai vettori F_s, F_p e F_q i valori delle potenze loro corrispondenti, W (apparente), P (attiva) e Q (reattiva) e adottando per le lunghezze di F_e e F_n scale convenienti (facilmente rilevabili dalle caratteristiche a vuoto, in corto circuito e dal triangolo di Potier), si potrà tracciare il diagramma riprodotto nella parte destra della fig. 56, riferentesi ad una macchina avente le caratteristiche riportate nella parte sinistra della stessa figura.

La lunghezza dell'ascissa $\overline{MO}$ corrisponde al valore massimo della potenza reattiva ($Q = Q_0$) assorbita dalla macchina a eccitazione zero e a potenza $P = 0$, dato, come è già stato spiegato al capitolo I, dalla lunghezza del tratto $C_1 A_1$ parallelo all'ipotenusa del triangolo di Potier (massima potenza capacitiva resa).

I raggi dei cerchi (20) e (40) corrispondono ai due valori costanti (20 e 40 %) della corrente di eccitazione rotorica e vanno essi pure portati in diagramma in scala appropriata, tenendo conto del rapporto fra corrente rotorica e corrente statorica di reazione eqivalente, dato dalla caratteristica di corto circuito I_c e dal dal triangolo di Potier.

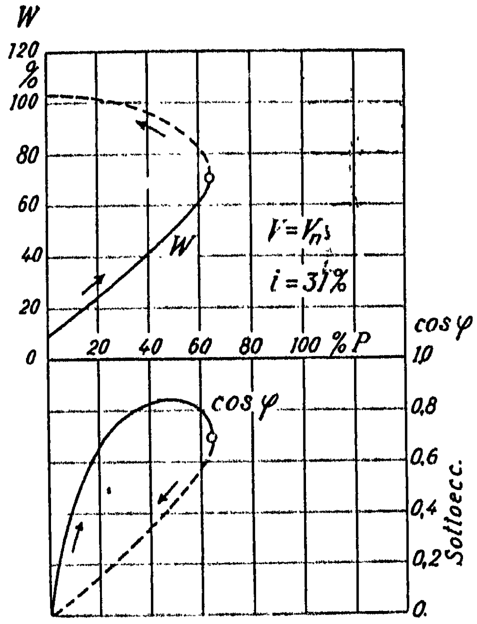


Fig. 57. — Caratteristiche di funzionamento di un turboalternatore in regime sottoeccitato (i = 31 %).

Per esempio il punto P_1 si riferisce al funzionamento della macchina da generatrice in regime sottoeccitato colla potenza attiva $\overline{OP_1''}$ (P = 30), con quella reattiva $\overline{OP_1}$ (Q=40) e apparente $\overline{OP_1}$ (W=50) con una corrente di eccitazione $\overline{MP_1}$ (i=20).

La zona di funzionamento stabile è quella a destra della « retta di stabilità » S-S (parallela all'asse delle ordinate per il punto M).

La posizione del rotore (angolo θ_1) e l'angolo di fase φ_1, risultano evidenti dalla figura. I punti S_{20}, S_{40} ecc. rappresentano i punti di funzionamento al limite di stabilità alle diverse eccitazioni.

Se la macchina funziona per es. nel punto P_1, essa ha un margine di stabilità, a eccitazione costante, di 35 — 30 = 5 ($\overline{MS_{20}} - \overline{OP_1''}$).

I punti di funzionamento in regime da generatrice si trovano superiormente, quelli in regime da motore inferiormente all'asse delle ascisse.

Il diagramma, di costruzione assai semplice e di lettura altrettanto agevole, sintetizza felicemente il comportamento di una macchina sincrona a rotore cilindrico a carico variabile e tensione costante. Esso ha una grande analogia col noto diagramma di Heyland per le macchine asincrone.

Tutte le dimensioni del diagramma sono proporzionali alla tensione V; in ragione del quadrato in regime non saturato e in ragione pressa'a poco lineare a circuito magnetico completamente saturato.

Esso conferma quanto fu esposto e mostra che la potenza massima che può dare una macchina sincrona dipende anzitutto dalla tensione ai morsetti. Dimostra quindi la necessità di una regolazione automatica della tensione specialmente per macchine adibite a servizi importanti, a servizi a carico variabile, ecc. (macchine sincrone destinate a tenere la frequenza di reti e sistemi di produzione e trasmissione d'energia, macchine per servizi industriali, di trazione, ecc.).

Un'altra importante particolarità del comportamento della macchina sincrona a rotore cilindrico può essere rilevata dal diagramma.

L'aumento della stabilità di una macchina nei riguardi della potenza reattiva massima ($\overline{MO}$) che essa può assorbire in regime sottoeccitato porta contemporaneamente ad un aumento della stabilità nei riguardi della potenza attiva che essa può erogare.

Infatti, fissato il punto di funzionamento P_1 dal genere e entità del carico richiesto, il margine di stabilità, dato dalla differenza fra il raggio del cerchio per il valore dell'eccitazione rotorica che al punto P_1 compete e la ordinata $\overline{OP_1}$ è tanto maggiore, quanto maggiore è il tratto $\overline{OM}$ (potenza reattiva massima assorbita).

Le figg. 57, 58 e 59 riproducono le curve di funzionamento di un grosso turboalternatore a tensione normale e eccitazione costante, per tre valori dell'eccitazione rotorica. La fig. 57 si riferisce al funzionamento in regime sottoeccitato, con eccitazione pari al 31 per cento del valore necessario per eccitare la macchina a pieno carico e cos φ = 0,8, corrispondente ad un funzionamento con un carico puramente reattivo assorbito pari al 10 % della potenza normale dell'alternatore. La parte tratteggiata delle curve è quella che riguarda condizioni di servizio immaginarie in regime instabile.

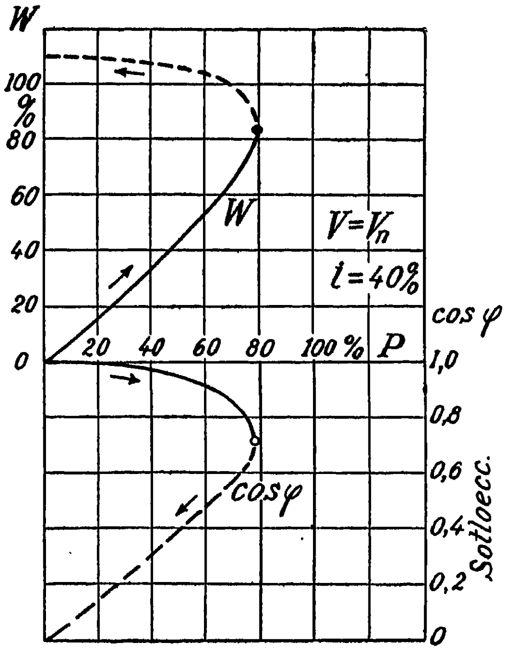


Fig. 58. — Caratteristiche di funzionamento di un turboalternatore in regime sottoeccitato (i = 40 %).

Le caratteristiche a figura 58 sono tracciate per funzionamento in regime sottoeccitato con una eccitazione del 40 % della normale, sufficiente per portare l'alternatore a vuoto a tensione normale, mentre quelle a fig. 59 si riferiscono al funzionamento con eccitazione normale (100 %) necessaria per eccitare la macchina a tensione normale quando essa marcia a pieno carico e cos φ = 0,8.

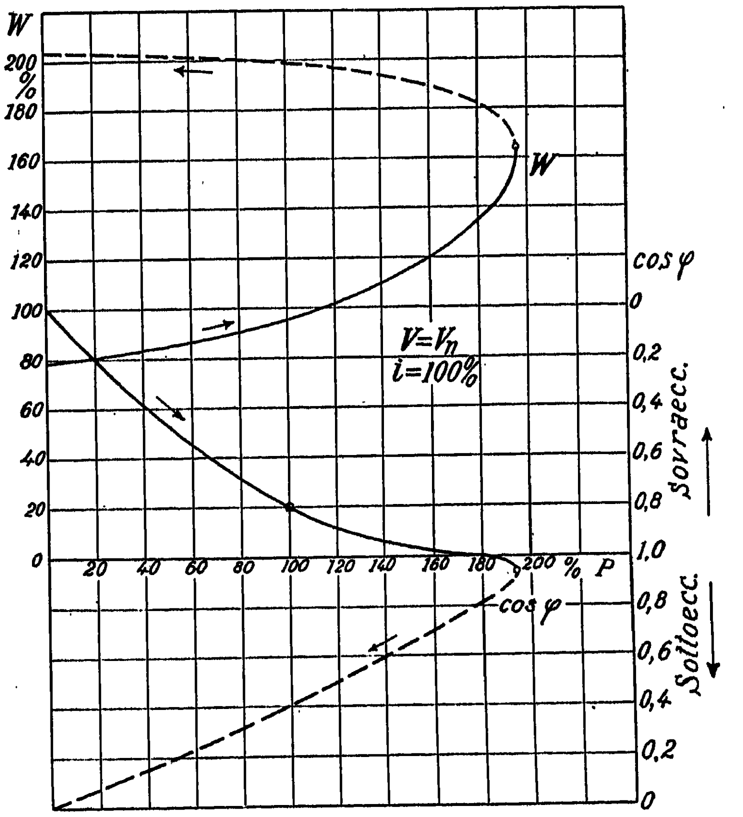


Fig. 59. — Caratteristiche di funzionamento di un turboalternatore in regime di eccitazione normale (i = 100 %).

I valori delle potenze attive massime P_m, quelli corrispondenti delle potenze apparenti W_m e del fattore di potenza per tensione co-

stante ai diversi valori dell'eccitazione i sono riportati nelle caratteristiche a fig. 60.

2. — *Macchine sincrone a poli salienti.*

Il diagramma delle amperespire e perciò anche quello di corrente e potenza per queste macchine non è di costruzione altrettanto semplice di quella del diagramma per le macchine a rotore cilindrico.

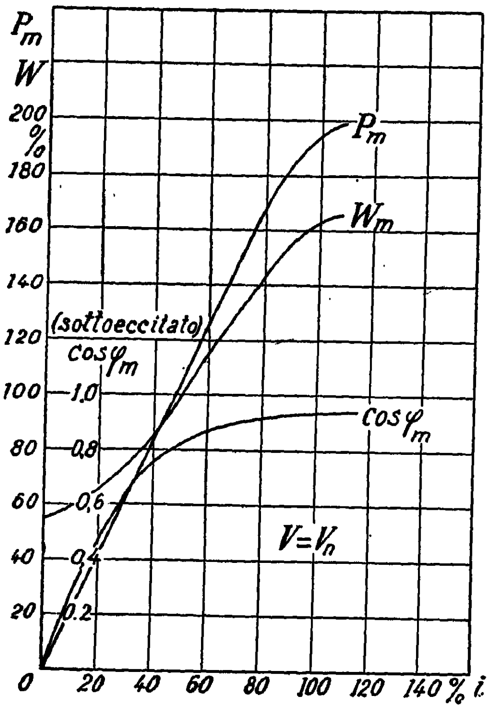


Fig. 60. — Limiti di stabilità di un turbo-alternatore a tensione normale.

La relazione fra le amperespire non è più data dalla relazione (2), pure formando anche in questo caso il vettore F_v la risultante della somma geometrica di F_s e F_e.

Per effetto della non uniforme riluttanza del circuito magnetico nei diversi punti della periferia del rotore, il campo dello statore può svilupparsi solo in maniera parziale negli intervalli compresi fra le espansioni polari.

E' noto che la amperespire dello statore possono considerarsi formate dalla somma geometrica di quelle F_σ dovute al flusso di dispersione, delle amperespire del campo longitudinale F_l in direzione dell'asse polare e di quelle F_t del campo trasverso in quadratura con queste ultime.

La relazione (2) assume perciò la seguente forma (fig. 61).

$$\overline{F}_v = \overline{F}_\sigma + \overline{F}_l + \overline{F}_t + \overline{F}_e \tag{8}$$

Se indichiamo con F_r il vettore delle amperespire date dalla reazione d'indotto avremo:

$$\overline{F}_v = \overline{F}_\sigma + \overline{F}_r + \overline{F}_e \tag{9}$$

essendo

$$\overline{F}_r = \overline{F}_l + \overline{F}_t \tag{10}$$

Il vettore F_r delle amperespire della reazione d'indotto non è più in fase colla corrente statorica (direzione di F_σ). Questo fatto rende assai complicata la costruzione del diagramma delle amperespire per una macchina a poli salienti.

Premessa costante la permeabilità dei circuiti magnetici e trascurate anche in questo caso le perdite, è però possibile esprimere la relazione (8) sotto altra forma, che si presta a venire resa da un diagramma generale di costruzione altrettanto semplice, quanto quella del diagramma per la macchina sincrona a rotore cilindrico.

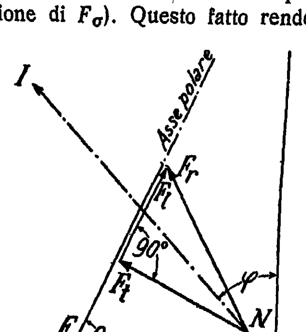


Fig. 61. — Macchina sincrona a poli salienti. Diagramma delle amperespire.

Alla somma $\overline{F}_\sigma + \overline{F}_l + \overline{F}_t$ si può sostituire [10] la somma $\overline{F}_s + \overline{F}_a$, nella quale F_s rappresenta in grandezza e direzione le amperespire del campo dovuto alla corrente statorica, che si formerebbe nel caso in cui la macchina fosse provvista di un rotore cilindrico e $\overline{F}_a$ è un vettore ausiliario, di grandezza e direzione variabile col carico, che raffigura delle amperespire addizionali prodotte da un secondo e fittizio avvolgimento di campo avente l'asse in quadratura rispetto a quello del campo principale (vettore F_e).

[10] Per maggiori dettagli cfr. le opere citate del Dott. MANDL e inoltre: KRAPP: Synchronmaschinen im unterregten Betrieb - WISS VER. a. d. SIEMENS - KONZERN, V vol. II fasc. - J. Springer, Berlino, 1926.

Il valore di queste amperespire equivale all'importo per il quale il campo della corrente statorica (reazione d'indotto) assume, in causa della minore riluttanza del circuito magnetico, minore sviluppo nel senso traverso rispetto a quello assunto nel senso longitudinale all'asse polare.

La relazione (8) può scriversi dunque (cfr. fig. 62):

$$\overline{F}_v = \overline{F}_s + \overline{F}_e + F_a \tag{11}$$

Essa non differisce dalla (2) che per l'aggiunta del vettore ausiliario F_a. Si può dimostrare che per una macchina non saturata e senza perdite F_a costituisce la corda di un cerchio tracciato sul diametro $\overline{MC}$, che forma il prolungamento del vettore F_v (tratto OM) e si trova sull'asse stessa delle ascisse.

Una estremità di F_a si trova al punto d'incrocio D colla periferia del cerchio della retta che unisce il punto C colla estremità del vettore F_s. Essa forma coll'asse delle ascisse l'angolo θ e rappresenta nel tratto PD, esterno al cerchio, in grandezza e direzione il vettore F_e. L'altra estremità di F_a si trova al punto M all'estremità del vettore F_v.

Il diametro del cerchio ausiliario CM è dato dalla relazione:

$$\overline{CM} = \lambda'' \cdot \overline{OM} = \lambda'' F_v \tag{12}$$

nella quale λ'' è una costante minore dell'unità. Essa assume il valore zero per una macchina a rotore cilindrico e un valore tanto più elevato, quanto maggiore è la disuniformità della riluttanza del circuito magnetico dovuta ai poli salienti. Il valore di λ'' può venire stabilito dal calcolo, delle dimensioni della macchina e dalle prove.

Nel diagramma a fig. 62 sono stati riprodotti a punto e tratto i vettori F_l e F_t di quello a fig. 61 per facilitare il confronto fra le due figure. Il valore di F_a è dato dalla relazione:

$$F_a = -F_v \cdot \lambda'' \operatorname{sen} \theta \tag{13}$$

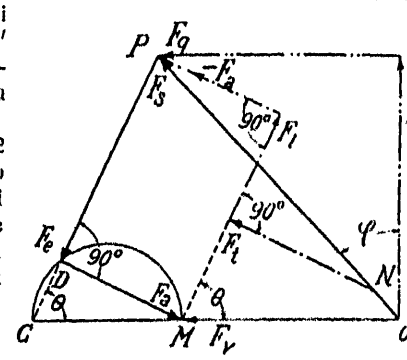


Fig. 62. — Macchina sincrona a poli salienti. Diagramma modificato delle amperespire.

Esso è del tutto indipendente dal valore della corrente statorica: è fissato unicamente dalla tensione V (vettore F_v) e dalla posizione dell'asse polare (angolo θ).

Tenuto conto della relazione (12) si possono dedurre dalla costruzione geometrica del diagramma a fig. 62 le seguenti relazioni:

$$F_p = -F_e \operatorname{sen} \theta + 0{,}5\,\lambda'' F_v \operatorname{sen} 2\theta \tag{14}$$

$$F_q = F_v + \lambda'' F_v \operatorname{sen}^2 \theta - F_e \cos \theta \tag{15}$$

Se indichiamo con (F_p) e (F_q) i valori che avrebbero questi due vettori per una macchina a rotore cilindrico, dati dalle relazioni (3) e (6), potremo scrivere le due ultime relazioni anche sotto la forma:

$$F_p = (F_p) + 0{,}5\,\lambda'' F_v \operatorname{sen} 2\theta \tag{14 a}$$

$$F_q = (F_q) + \lambda'' F_v \operatorname{sen}^2 \theta \tag{15 a}$$

Se alle amperespire sostituiamo i valori proporzionali delle potenze, premesso un funzionamento a tensione costante, e precisamente a F_p, F_q, F_v e F_e sostituiamo i vettori P, Q, Q_v e Q_e e a (F_p) e (F_q) i vettori (P) e (Q), le relazioni (14), (15), (14 a) e (15 a) assumeranno le forme:

$$P = -Q_e \operatorname{sen} \theta + 0{,}5\,\lambda'' Q_v \operatorname{sen}^2 \theta \tag{14 b}$$

$$Q = Q_v - Q_e \cos \theta + \lambda'' Q_v \operatorname{sen}^2 \theta \tag{15 b}$$

e rispettivamente:

$$P = (P) + 0{,}5\,\lambda'' Q_v \operatorname{sen} 2\theta \tag{14 c}$$

$$Q = (Q) + \lambda'' Q_v \operatorname{sen}^2 \theta \tag{15 c}$$

Vediamo che la differenza del comportamento di una macchina a poli salienti rispetto a quello di una macchina a rotore cilindrico consiste nel supplemento $0{,}5\,\lambda''\,Q_v \operatorname{sen} 2\theta$ per la potenza attiva e $\lambda''\,Q_v \operatorname{sen}^2\theta$ per quella reattiva.

Le grandezze (P) e (Q) sono rappresentate da armoniche dell'angolo θ. I supplementi di (P) e (Q) per una macchina a poli salienti sono invece dati da armoniche di 2θ.

A fig. 63 è riprodotto l'andamento delle grandezze P, Q, (P) e (Q) in funzione dell'angolo θ (spostamento dell'asse polare rispetto al vettore della tensione V) per la stessa eccitazione rotorica.

Il significato dei due supplementi $0{,}5\ \lambda''\ Q_o$ sen 2θ e $\lambda''\ Q_o$ sen$^2\theta$ risulta evidente se esaminiamo le relazioni (14 *b*) e (15 *b*) per il funzionamento a eccitazione zero ($Q_e = 0$).

In tal caso:

$$P_{i=o} = 0{,}5\ \lambda''\ Q_o \,\text{sen}\, 2\theta = P_R \qquad (16)$$

$$Q_{i=o} = Q_o + \lambda''\ \text{sen}^2\theta = Q_R \qquad (17)$$

Le relazioni (16) e (17) danno il comportamento della così detta « macchina a reazione » (macchina a poli salienti senza eccitazione rotorica) e sono anch'esse riprodotte graficamente a fig. 63.

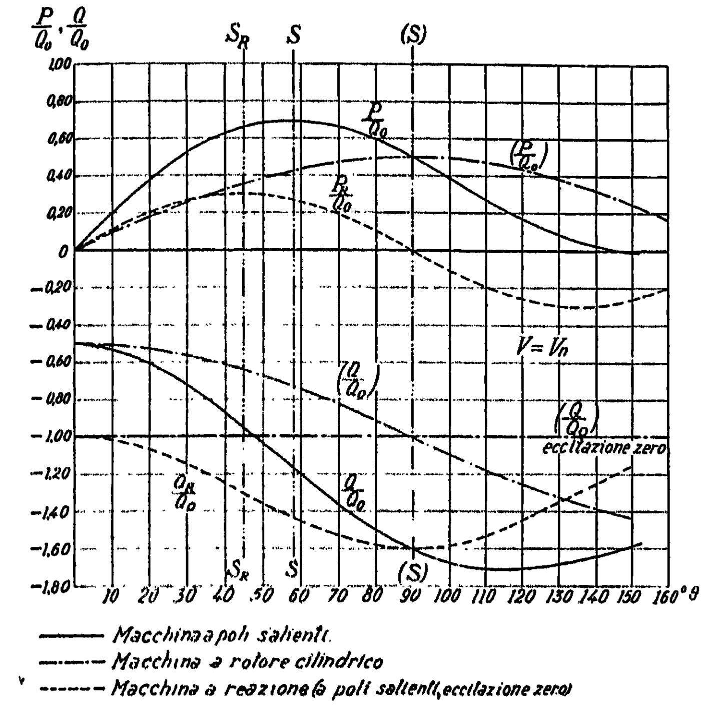


Fig. 63. — Potenza attiva e reattiva di una macchina sincrona in funzione della posizione dell'asse polare.

La macchina a reazione raggiunge il limite di stabilità ($S_R - S_R$) per $\theta = 45^o$.

In queste condizioni la sua potenza massima attiva è data da:

$$P_{Rm} = 0{,}5\ \lambda''\ Q_o \qquad (16\,a)$$

a quella reattiva corrispondente da:

$$Q_{Rm} = Q_o + 0{,}5\ \lambda''\ Q_o \qquad (17\,a)$$

La potenza attiva di una macchina a reazione, e quindi quella di una macchina a poli salienti a eccitazione zero, non è nulla, ma ha un certo valore, variabile dallo zero ad un massimo a seconda della posizione dell'asse polare rispetto al vettore della tensione *V*. Il massimo, che viene raggiunto quando l'angolo θ è di 45°, è tanto più grande quanto maggiori sono i valori di Q_o e λ'', quanto maggiore è quindi la potenza reattiva assorbita a vuoto dalla macchina e quanto più grande è la disuniformità della riluttanza del circuito magnetico per effetto della costruzione dei poli salienti.

Perciò una proprietà caratteristica delle macchine sincrone a poli salienti, che le contraddistingue nettamente da quelle a rotore cilindrico, è la seguente:

1) Esse possono erogare una certa potenza attiva anche in regime completamente diseccitato; possono quindi funzionare in condizioni stabili pur essendo completamente diseccitate. La potenza reattiva da loro assorbita aumenta anche a eccitazione zero coll'aumentare di quella attiva.

Nella fig. 63 sono pure indicati i limiti di stabilità per la macchina a rotore cilindrico [(S) — (S)], per quella a poli salienti (S — S), per una data eccitazione, e per quella a reazione ($S_R - S_R$).

Tenendo conto della (16), la relazione (14 *c*) si può scrivere:

$$P = (P) + P_R \qquad (14\,d)$$

Quindi:

2) A valore eguale di eccitazione e a posizione identica dell'asse polare la potenza attiva di una macchina a poli salienti è superiore a quella di una macchina a rotore cilindrico dell'importo corrispondente alla potenza attiva erogata dalla macchina a poli salienti a eccitazione zero per quella determinata posizione dell'asse polare.

Dalla (15) si deduce che:

3) Per la medesima posizione dell'asse polare la potenza reattiva assorbita da una macchina a poli salienti è maggiore di quella assorbita da una macchina a rotore cilindrico.

Tutte queste proprietà caratteristiche della macchina a poli salienti risultano ancora più evidenti se si costruisce il diagramma di corrente (o di potenza a tensione costante) della macchina.

La costruzione è semplice. Essa è stata eseguita a fig. 64 per il diagramma di potenza. Si traccia anzitutto il diagramma per la macchina non eccitata (macchina a reazione). Il luogo geometrico dei punti di funzionamento della macchina è dato in questo caso dal cerchio *O* col centro dell'asse delle ascisse avente il diametro:

$$\overline{CM} = \lambda''\ Q_o.$$

Il tratto $\overline{OM}$ è eguale a Q_o.

Gli angoli compresi fra i vettori tracciati dal punto *C* verso il punto di funzionamento (per es. il punto P_o) e l'asse delle ascisse determinano la posizione dell'asse polare (angolo θ). Il limite di stabilità è raggiunto nel punto S_o ($\theta = 45^o$).

La costruzione del luogo geometrico dei punti *P* a eccitazione costante è pure assai semplice. Dal punto *C* si traccia in una posizione qualunque, sotto un determinato angolo θ_I, un vettore e si determina il punto P_I portando sulla parte del vettore esterna al cerchio *O* il tratto costante $\overline{P_o P_I} = Q_{eI}$, dove Q_{eI} corrisponde al valore della eccitazione costante per la quale la costruzione viene eseguita.

Nella fig. 64 il diagramma è stato tracciato per le eccitazioni Q_{eI} (curva I) e Q_{eII} (curva II). Ai valori di Q_{eI} e Q_{eII} corrispondono per $\theta = O$ i tratti $\overline{M L_I}$ e $\overline{M L_{II}}$. L'eccitazione viene portata sull'asse delle ascisse dal punto *M*, come nel diagramma per le macchine a rotore cilindrico.

A titolo di confronto sono state tracciate le curve per gli stessi valori di eccitazione per una macchina a rotore cilindrico delle medesime caratteristiche [cerchi (I) e (II)].

Per quest'ultima macchina il punto (S_o) corrisponde al valore di eccitazione zero (diametro del cerchio = 0).

Il limite di stabilità è dato dalla retta (S) — (S') per la macchina a rotore cilindrico e dalla curva S — S' per quella a poli salienti.

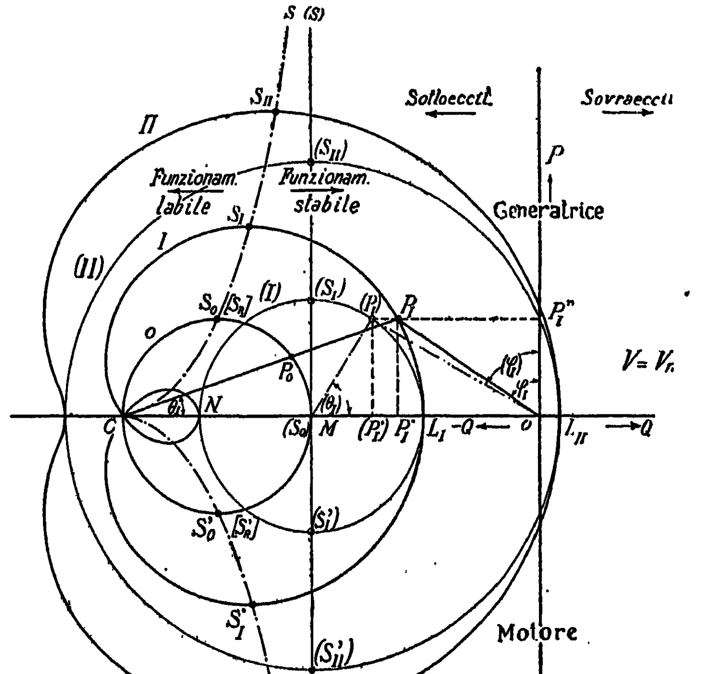


Fig. 64. — Macchina sincrona a poli salienti. Diagramma delle potenze a tensione costante.

Dalla fig. 65 rileviamo che:

4) La potenza reattiva assorbita da una macchina a poli salienti al limite di stabilità è per qualunque valore di eccitazione maggiore di quella assorbita da una macchina a rotore cilindrico funzionante colla medesima eccitazione. La differenza è tanto più grande quanto minore è il valore dell'eccitazione.

5) La potenza reattiva assorbita da una macchina sincrona a poli salienti al limite di stabilità non è praticamente costante, ma diminuisce coll'aumentare dell'eccitazione.

6) A posizione identica del rotore e ad eccitazione eguale la mac-

china a poli salienti dà una maggiore potenza attiva di quella a rotore cilindrico.

E viceversa:

7) Per una stessa determinata potenza attiva l'angolo fra la posizione del vettore della tensione della rete e l'asse polare (angolo θ) è minore per una macchina a poli salienti che per una macchina a rotore cilindrico.

8) Nelle condizioni limite di stabilità il valore di questo angolo non è costante. Esso varia dal valore di 45° per macchina non eccitata ad un valore limite massimo di 90° a saturazione totale, a seconda del valore dell'eccitazione rotorica.

9) Il comportamento di una macchina a poli salienti tende tanto più ad avvicinarsi a quello di una macchina a rotore cilindrico quanto più è elevato il valore della eccitazione e quanto maggiore è la saturazione del suo circuito magnetico.

Per le rimanenti proprietà la macchina a poli salienti non differisce qualitativamente da quella a rotore cilindrico.

Caratteristica è la forma della curva di funzionamento della macchina a poli salienti per valori dell'eccitazione rotorica inferiori a 0,5 $\lambda'' Q_0$, cioè al diametro del cerchio $C M$. La curva forma una specie di occhiello interno al cerchio 0 (eccitazione zero) col vertice al punto M. Questa parte della curva si riferisce a valori negativi dell'eccitazione rotorica. Essa non ha importanza pratica, pur non essendo impossibile un funzionamento della macchina a poli salienti con una debole controeccitazione. Si può ottenere così un aumento abbastanza sensibile della potenza reattiva assorbita (potenza capacitiva) (11). La macchina controeccitata perde assai facilmente il passo e si dimostra di un funzionamento talmente labile da escludere la possibilità di impiego pratico della controeccitazione per aumentare la potenza capacitiva.

Il miglioramento delle condizioni di stabilità in regime sottoeccitato della macchina fatta funzionare a 42 periodi può venire facilmente rilevato dal confronto delle due figure. Perchè essa funzioni al medesimo punto P_1, colla medesima potenza attiva e reattiva, è necessario eccitarla con una corrente rotorica di $i = 30$. Così però si eleva contemporaneamente il margine di stabilità portandolo dal valore 5 (fig. 56) al valore 13 (fig. 65), aumentandolo quindi del 160 %.

La potenza massima capacitiva al limite di stabilità viene elevata contemporaneamente da 58 a 71, quindi del 22 %.

Supposto viceversa che la macchina a fig. 56 dia una potenza capacitiva troppo esigua e che si voglia aumentare questa potenza riducendo il numero delle spire dello statore nel rapporto 0,84 a 1,00, le caratteristiche e il diagramma a fig. 66 mostrano il miglioramento che così si ottiene nel funzionamento in regime sottoeccitato. Si faccia funzionare anche in questo caso la macchina al medesimo punto P_1. Allo stesso compete nel nuovo diagramma a fig. 66 una eccitazione $i = 28$ con un margine di stabilità elevato da 5 a 22, cioè del 340 % rispetto a quello della macchina con avvolgimento statorico completo (fig. 56).

La potenza massima capacitiva al limite di stabilità viene contemporaneamente portata da 58 a 83, viene aumentata quindi del 43 %.

Da queste considerazioni si deduce che le misure delle quali è stato parlato al capitolo I, necessarie per rendere possibilmente uniforme la potenza capacitiva di una macchina funzionante a due frequenze, ne elevano contemporaneamente la stabilità nei riguardi della potenza attiva.

b) Funzionamento a tensione variabile e eccitazione costante.

Le macchine sincrone sono macchine ad eccitazione separata e hanno perciò una proprietà che le rende estremamente atte a servizi

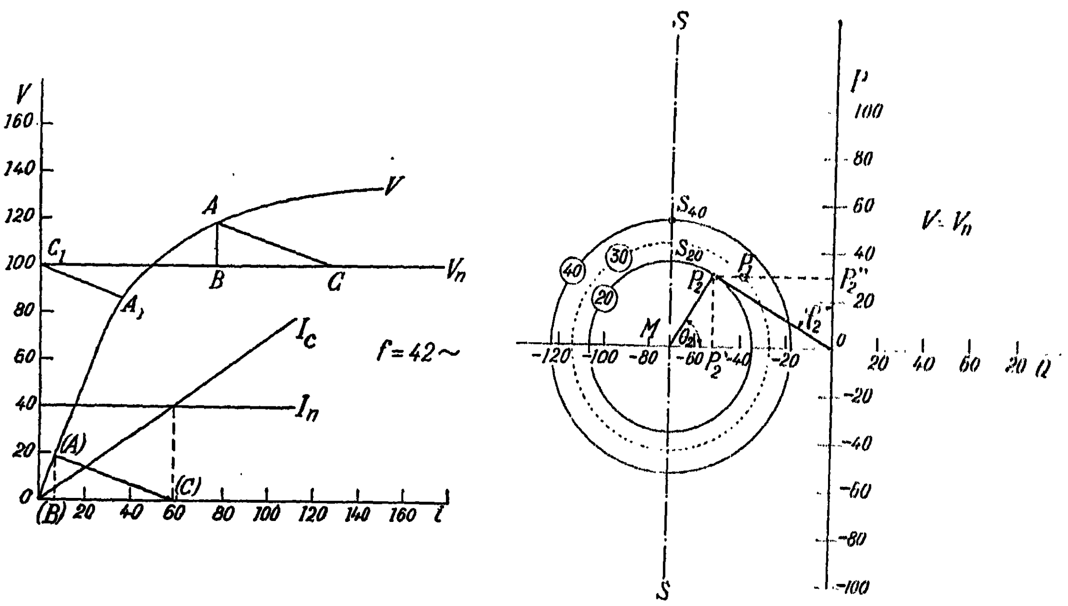


Fig. 65. — Macchina sincrona a rotore cilindrico. Caratteristiche e diagramma delle potenze a tensione costante a 42 periodi.

Da quanto abbiamo visto risulta evidente la convenienza di adottare, per quanto è possibile, macchine a poli salienti nei casi in cui da esse si debbano richiedere forti potenze capacitive specifiche.

Il diagramma a fig. 64 mostra infine che per un rapido esame qualitativo del comportamento di una data macchina, anche se essa è munita di poli salienti, sarà nel maggior numero dei casi sufficiente di considerarla come una macchina a rotore cilindrico e come tale tracciarne le curve di funzionamento a eccitazione costante.

3. — *Funzionamento a due frequenze.*

Coll'aiuto dei diagrammi di potenza è possibile trarre una nuova conferma della esattezza delle considerazioni svolte nel capitolo I sul funzionamento di una medesima macchina sincrona a due frequenze alla medesima tensione e estenderle alla stabilità di funzionamento nei riguardi della potenza attiva.

Si prenda per es. la macchina sincrona a rotore cilindrico della quale sono state date le caratteristiche a fig. 56 per il funzionamento a 50 periodi e la si faccia funzionare a 42 periodi. Si otterranno le cacaratteristiche e il diagramma circolare riprodotti a fig. 65.

(11) Prove eseguite dall'A. su grosse macchine sincrone di funzionamento molto stabile hanno mostrato che con una debole controeccitazione la potenza capacitiva può venire aumentata di circa il 30 % rispetto al valore massimo a eccitazione zero.

di produzione e trasmissione d'energia: esse tendono ad opporsi in misura più o meno energica a seconda delle loro caratteristiche a qualsiasi variazione di tensione che si produca ai loro morsetti, pure restando invariata la loro eccitazione.

Se la tensione si abbassa, esse tendono ad aumentare la potenza reattiva erogata e viceversa. Queste variazioni di potenza reattiva dipendono naturalmente, oltre che dalle caratteristiche delle macchine, dalle variazioni della loro potenza attiva, che si possono produrre contemporaneamente alle variazioni di tensione.

Il caso più semplice è quello dato da un condensatore-reattore sincrono allacciato ad una rete, per il quale la erogazione di potenza attiva è del tutto trascurabile in confronto a quella reattiva. Il suo comportamento può essere facilmente esaminato, se se ne conoscono la caratteristica a vuoto e il triangolo di Potier.

Supponiamo che il sincrono abbia la caratteristica rettilinea V della fig. 67 *a* e che quindi la permeabilità del suo circuito magnetico sia costante. Sia esso eccitato con una corrente costante di $i = 100$.

A vuoto esso darà la tensione V_0. Abbassandosi questa tensione al valore V_n, la corrente reattiva del sincrono assumerà il valore $\overline{AC}$: alla tensione V_1 la corrente sarà $\overline{A_1 C_1}$ e così via. Alla tensione V_3 la corrente reattiva sarà eguale a $\overline{A_3 C_3}$, ma non sarà più erogata, bensì assorbita dalla macchina, che funzionerà perciò in regime sottoeccitato. I valori della corrente reattiva del sincrono alle diverse tensioni

e ad eccitazione costante saranno date dalle parallele all'ipotenusa del triangolo di Potier, tracciate verso la caratteristica a vuoto, dall'ordinata determinata dal valore costante dell'eccitazione e comprese fra il punto di quest'ordinata corrispondente alla tensione ai morsetti e la caratteristica a vuoto. A tensione zero la corrente reattiva corrisponderà naturalmente alla corrente di corto circuito I_c per quella data eccitazione.

Il comportamento della macchina è tanto più favorevole, quanto maggiore è il gradiente di questa variazione.

Ideale per la regolazione della tensione sarebbe il sincrono che avesse un gradiente $\frac{dQ}{dV}$ negativo di valore infinito. Esso darebbe però

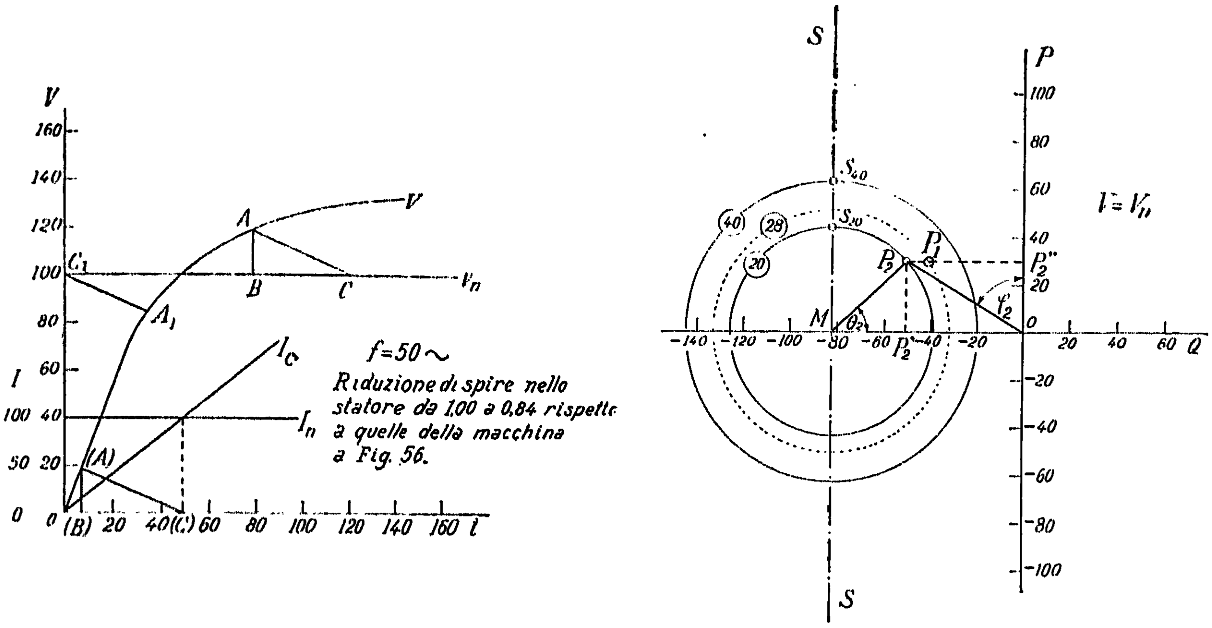


Fig. 66 *a*, *b*. — Macchina sincrona a rotore cilindrico (fig. 56) con riduzione di spire nello statore. Diagramma delle potenze a tensione costante a 50 periodi.

A fig. 67 *b* è riprodotta la caratteristica I dalla corrente in funzione della tensione ai morsetti. Essa è data da una retta passante per il punto I_c sull'asse delle ordinate e per il punto V_0 (C_2) sull'asse delle ascisse. Più interessante è la caratteristica della potenza reattiva Q della macchina. Essa è rappresentata da una parabola col vertice al punto C_4 avente l'ascissa $\frac{V_0}{2}$ e l'ordinata $\frac{V_0^2}{2(a+b)}$. Funzionando la macchina alla tensione V_n essa dà la potenza reattiva CC': abbassandosi la tensione, questa potenza aumenta automaticamente fino al

luogo contemporaneamente ad una corrente di corto circuito di valore infinito.

In realtà le macchine hanno una caratteristica a vuoto, non rettilinea, ma più o meno incurvata a causa della saturazione del circuito magnetico. E anche sotto questo aspetto la saturazione ha effetto benefico sul comportamento della macchina, migliorandone sensibilmente le proprietà autoregolatrici agli effetti delle variazioni di tensione.

Se si esaminano le curve di regolazione riportate a fig. 68 *b* dedotte dalle caratteristiche del sincrono riprodotte a fig. 68 *a* si vede p. es. che la curva Q di regolazione per la eccitazione $i = 100$ rag-

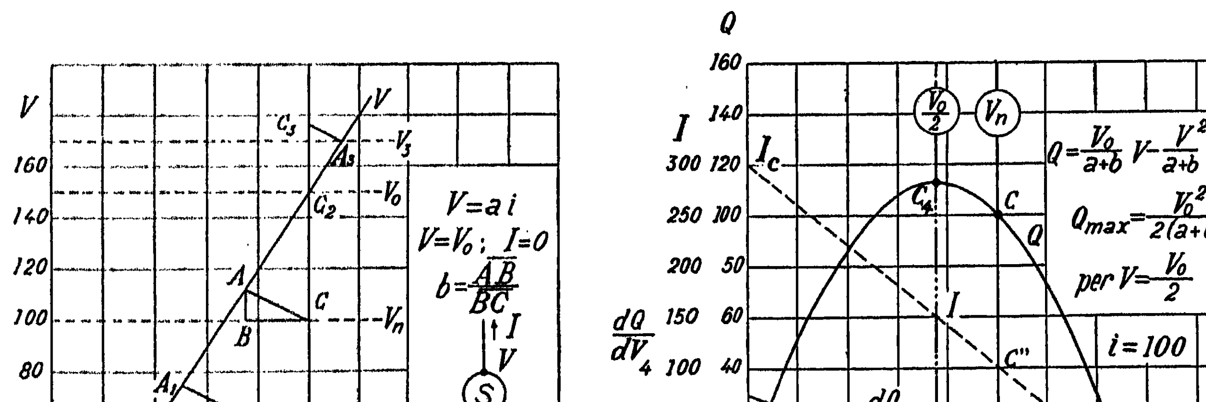


Fig. 67. — Macchina sincrona con circuito magnetico non saturato. Caratteristiche fondamentali e curve di regolazione ($P = 0$) a eccitazione costante.

massimo nel punto C_4, per poi ridiscendere verso il valore zero per tensione zero. Scendendo la tensione oltre un certo limite, la macchina può perdere il passo. A scanso di equivoci si avverta che il punto C_4 non ha nulla a che fare, come potrebbe sembrare a prima vista, col limite oltre il quale la tensione della rete a cui è allacciato il sincrono scende a zero. La tensione di regime che viene raggiunta è data non dalle sole caratteristiche del sincrono, ma anche da quelle della rete a cui è connesso.

La variazione $\frac{dQ}{dV}$ della potenza reattiva colla tensione è costante.

giunge il massimo già quando la tensione si è abbassata al valore V_3 (83 %) anzichè al valore $\frac{V_0}{2}$ (74 %), come succederebbe se la macchina non fosse saturata. Il miglioramento è più sensibile per valori minori di eccitazione, massimo per eccitazione zero. Il gradiente di $\frac{dQ}{dV}$ è invece tanto maggiore, quanto più elevato è il valore della corrente di eccitazione i.

Le curve a fig. 69, nella quale è riportato l'andamento della va-

riazione $\frac{dQ}{dV}$ della potenza reattiva, mostrano infatti che il gradiente di $\frac{dQ}{dV}$ è sempre negativo per eccitazione zero. Quindi un sincrono non

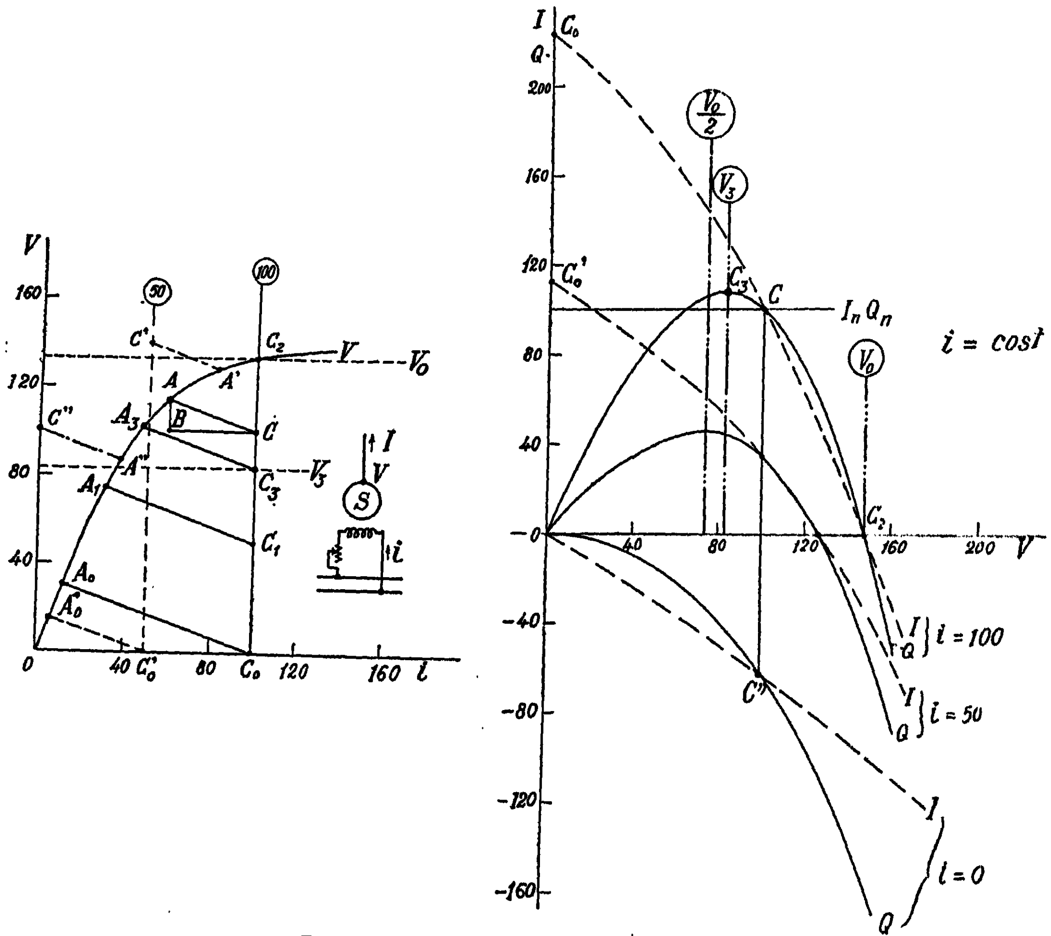


Fig. 68 *a*, *b*. — Macchina sincrona normale.
Caratteristiche fondamentali e curve di regolazione ($P = 0$) a eccitazione costante.

eccitato ha per qualsiasi valore della tensione ai morsetti, compreso naturalmente entro i limiti della sua stabilità di funzionamento, un effetto benefico sulla stabilizzazione della tensione stessa.

Sappiamo però che l'azione di un sincrono non eccitato è sempre equivalente a quella di una bobina di selfinduzione.

Vediamo quindi che anche le bobine di selfinduzione con nucleo in ferro saturato possono contribuire efficacemente alla regolazione di tensione di reti ad altissima tensione. Un'applicazione in grande di tale genere di bobine è stata fatta a questo scopo sul sistema a 220 kV delle R.W.E. (Rheinisch-Westfaelische Elektrizitaetswerke) allacciante

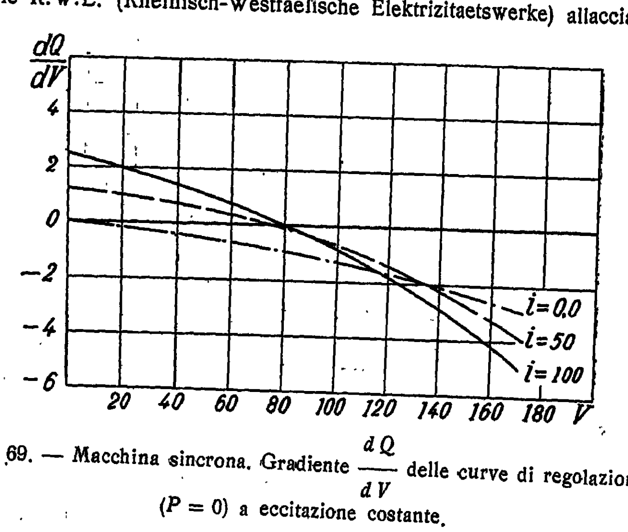


Fig. 69. — Macchina sincrona. Gradiente $\frac{dQ}{dV}$ delle curve di regolazione ($P = 0$) a eccitazione costante.

le centrali idrauliche del sistema alpino (Vorarlberg) con quelle termiche della Renania e Vestfalia. Per poter graduare l'azione compensante delle bobine esse sono provviste di prese commutabili automaticamente sotto carico.

A fig. 70 sono riportate le curve di regolazione a eccitazione costante rilevate sperimentalmente su una macchina sincrona da 9200 kVA per servizio ferroviario. ([12])

Se si portano i valori della tensione, eccitazione e potenza reattiva in un sistema di coordinate ortogonali nello spazio si ottiene la superficie gobba riprodotta a fig. 71. Ci sembra che essa dia una rappresentazione grafica assai chiara e evidente del comportamento di un sincrono col variare dei valori delle tre grandezze che ne regolano il funzionamento.

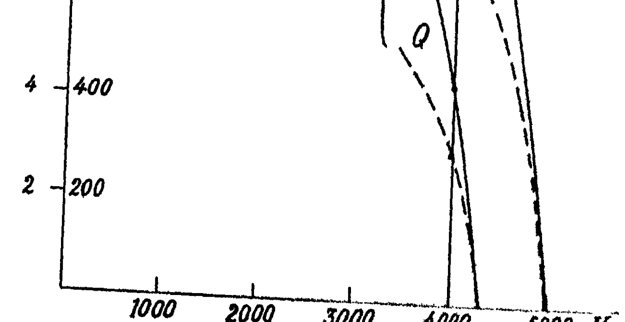


Fig. 70. — Macchina sincrona da 9200 kVA. Curve di regolazione a eccitazione costante rilevate sperimentalmente ($P = 0$).

Negli ultimi anni si è andato estendendo sempre più l'impiego dei

([12]) La parte rimanente delle curve non fu potuta rilevare non disponendo di carico reattivo sufficiente.

condensatori statici per il miglioramento del fattore di potenza degli impianti industriali. I loro pregi notevoli ne rendono consigliabile l'uso in molte applicazioni.

Vogliamo esaminare se non sarebbe tecnicamente conveniente di adottarli anche al posto dei condensatori rotanti per l'esercizio di sistemi di distribuzione e trasmissione d'energia.

La fig. 72, che riporta le curve di regolazione di un condensatore statico, dà una risposta nettamente negativa.

L'impiego di condensatori statici allo scopo di cui sopra, non solo non è consigliabile, ma è pericoloso, perchè essi erogano una potenza reattiva (assorbono cioè una potenza capacitiva) variabile in ragione diretta del quadrato della tensione. Anzichè opporsi a variazioni di tensione nella rete, essi tendono perciò sempre e in qualsiasi condizione di esercizio a magnificare queste variazioni. Infatti vediamo che il valore di $\frac{dQ}{dV}$ è sempre positivo e anzi che aumenta coll'aumento della tensione.

Poco gioverebbe anche ricorrere a commutazioni di prese sul trasformatore alimentante il condensatore, perchè questa misura non servirebbe a modificarne qualitativamente le caratteristiche di funzionamento.

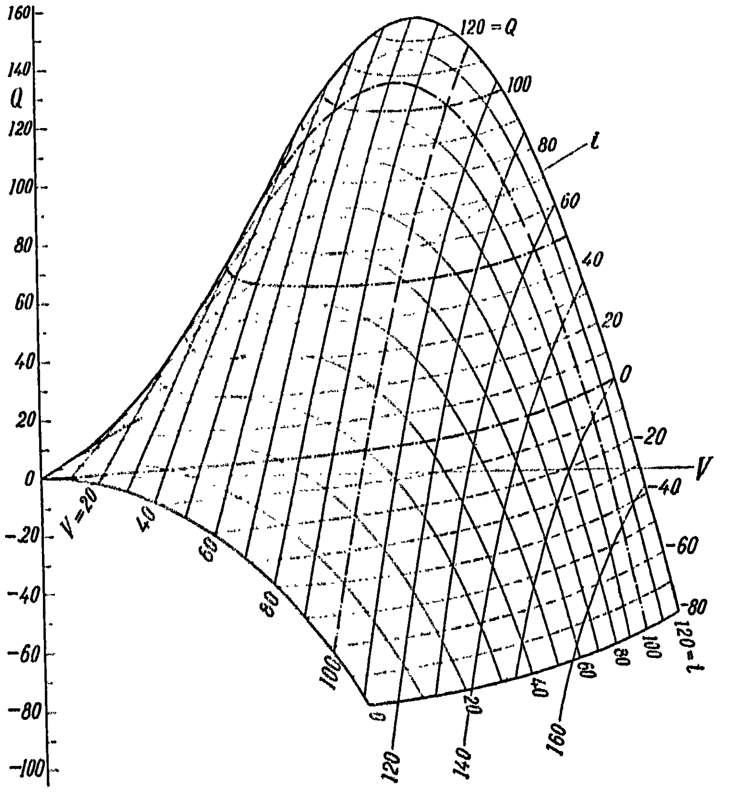


Fig. 71. — Macchina sincrona. Sistema di curve di regolazione ($P = 0$).

Per ricavare le caratteristiche di regolazione di una macchina sincrona funzionante con carichi attivi occorre anzitutto conoscere in che modo varia il carico attivo della macchina colla variazione di tensione, essendo in tal caso la potenza reattiva funzione anche di quella attiva.

In genere ci si vale di supposizioni semplificative. Le caratteristiche di regolazione di un turboalternatore funzionante a fattore di potenza costante ($\cos\varphi = 0{,}8$) sono p. es. riprodotte a fig. 73 in un diagramma avente per ascisse le correnti I e per ordinate le tensioni V. ([13])

Nello stesso diagramma sono pure tracciate le curve per impedenza costante ($\frac{V}{I} =$ cost.) e quelle per potenza apparente costante ($V \cdot I =$ cost.).

Osserviamo incidentalmente che la premessa di un funzionamento a fattore di potenza costanza è diventata quasi un luogo comune sul quale si fondano molte considerazioni e calcoli. In realtà nella maggioranza dei casi questa ipotesi non si verifica.

La fig. 73 si presta facilmente all'esame del comportamento della macchina sincrona col variare del carico. Se la macchina funziona p. es. alla tensione normale ($V = 100$) con una corrente del 60 % della normale ($I = 60$) e l'impedenza del carico si abbassa dal valore di 1,67 al valore normale $\frac{V}{I} = 1{,}00$, la tensione della macchina si abbassa lungo la curva in tratti interi dal punto 100 % ($V = 100$) fino al punto d'incrocio della curva colla retta tracciata a punto e tratto per $\frac{V}{I} = 1{,}00$.

La tensione si riduce a circa 78 % ($V = 78$) e la corrente sale contemporaneamente al 79 % ($I = 79$). Per riportare la tensione al valore normale è necessaria una regolazione dell'eccitazione dell'alternatore.

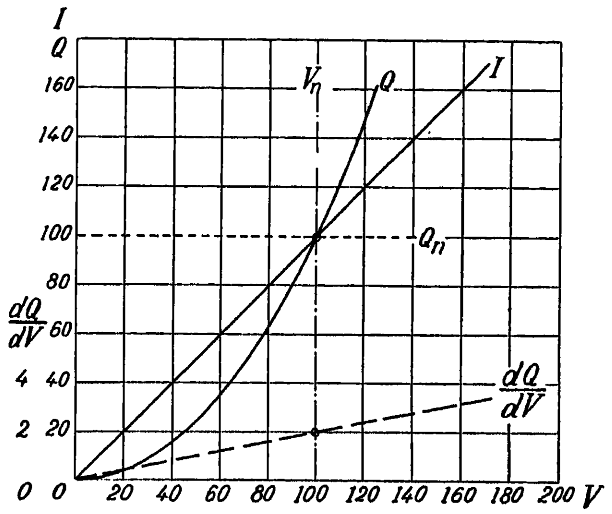


Fig. 72. — Condensatore statico. Curve di regolazione.

Le curve di regolazione a fattore di potenza costante hanno andamento simile a quelle di un condensatore sincrono. Anche per tale caso valgono dunque le considerazioni già svolte.

c) Funzionamento a frequenza variabile.

Le variazioni di frequenza, specialmente se avvengono in modo molto brusco, sono da ritenersi per sè sole un fattore nocivo alla stabilità d'esercizio. Sono tanto più pericolose in quanto che sono quasi sempre accompagnate da variazioni di tensione. Esse si ripercuotono

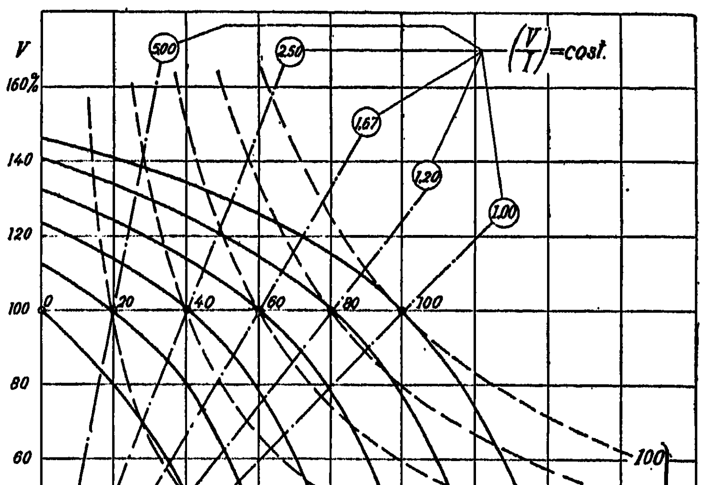


Fig. 73. — Macchina sincrona. Curve di regolazione a eccitazione costante e fattore di potenza costante.

in modo estremamente complesso sul funzionamento della macchina e rendono assai difficile un esame, anche semplicista e qualitativo, del comportamento del sincrono. Limitandoci, come abbiamo fatto fin qui, all'esame delle condizioni di stabilità statica (stabilità a regime) vediamo, per esempio, dal confronto fra i diagrammi a figura 56 e figura 65 che in caso di abbassamento di frequenza da 50 a 42 periodi, premesso anche il caso più favorevole nel quale la potenza della macchina rimane costante, la potenza reattiva erogata diminuisce (oppure aumenta la richiesta di potenza reattiva). Ne con-

([13]) Cfr. H. W. Taylor: Journ. Inst. El. Engs., vol. 68, pag. 317.

segue di necessità un abbassamento di tensione, che dà luogo ad una riduzione del limite di stabilità. Se poi la macchina è, come succede quasi sempre negli impianti moderni, provvista di eccitatrice addossata, la sua corrente di eccitazione si riduce a sua volta per effetto dell'abbassamento di velocità e la diminuzione di stabilità viene maggiormente accentuata.

In caso di aumento di frequenza si verifica il caso inverso.

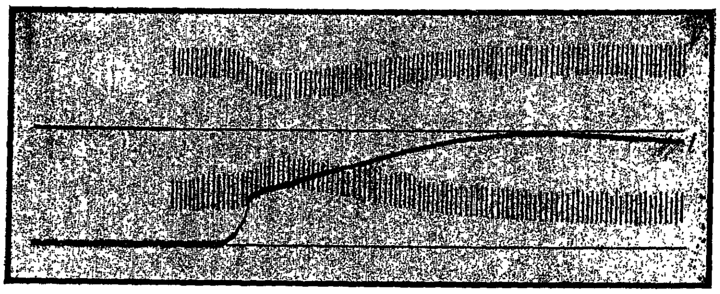


Fig. 74. — Macchina sincrona da 9200 kVA.
Oscillogramma di regolazione. Passaggio brusco da 6800 kVA in regime sottoeccitato al funzionamento a vuoto.

Anche per opporsi agli effetti delle variazioni di frequenza è necessario dunque ricorrere ad una regolazione dell'eccitazione. Essa deve essere tanto più rapida quanto più brusche sono queste variazioni.

Le considerazioni svolte fin qui, oltre ad essere del tutto semplificative, si riferiscono alle sole macchine sincrone. Quello però che interessa all'atto pratico è la stabilità di tutto un sistema, che è ben differente da quella delle sole macchine e che risulta sensibilmente inferiore della stabilità data dal complesso delle macchine in causa delle ripercussioni che sulle loro caratteristiche hanno quelle degli altri elementi (motori primi, trasformatori, linee, ecc.) che compongono il sistema e quelle del carico stesso.

d) Funzionamento in caso di brusche variazioni di regime.

Per le macchine abbiamo considerato fin qui la sola stabilità statica e trascurato quindi un altro fattore di capitale importanza: il tempo. Altra cosa è se una variazione avviene in un modo graduale o se essa ha luogo in modo brusco e repentino, come p. es. in caso di variazioni improvvise di carico, variazioni di tensione o frequenza, corti circuiti, ecc. Allora non è più il limite di stabilità statica che entra in considerazione, ma quello di stabilità dinamica, che al primo è notevolmente inferiore. E disgraziatamente è la stabilità dinamica quella che interessa nel maggior numero dei casi l'esercizio. Il suo calcolo è assai complicato.

E' ovvio che il limite di stabilità dinamica è tanto più elevato, quanto maggiore è quello di stabilità statica.

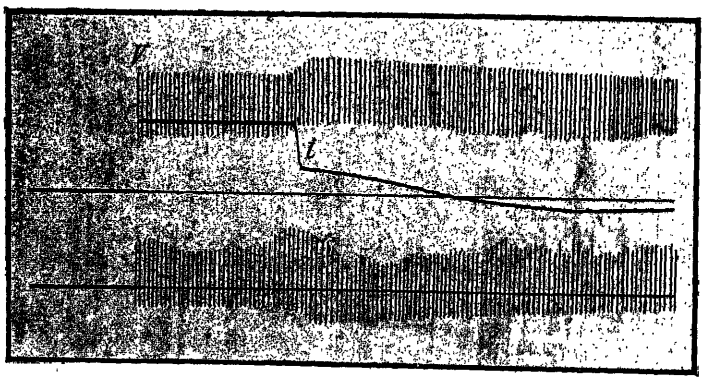


Fig. 75. — Macchina sincrona da 9200 kVA.
Oscillogramma di regolazione. Passaggio brusco da 6600 kVA in regime sovraeccitato al funzionamento a vuoto.

In genere ci si limita a controllare il valore del limite di stabilità statica, provvedendo che il margine che esso consente rispetto a quello che si presume richiesto delle condizioni d'esercizio risulti più largo che sia possibile.

Anche il comportamento della sola macchina sincrona in caso di brusche variazioni di regime è complicatissimo. La sua analisi richiede che si tenga conto di una quantità di fattori e di dati, dei quali il solo costrutore può disporre, frutto in gran parte dell'esperienza. Fortunatamente una caratteristica assai preziosa della macchina sincrona, come di tutte le altre macchine, è quella di reagire automaticamente e istantaneamente alle brusche variazioni di regime, tendendo a neutralizzare il loro effetto nocivo sul funzionamento della macchina. Questa azione immediata è naturalmente di carattere passeggero e, se non sostenuta subito e continuata con altri mezzi opportuni (regolazione dell'eccitazione, regolazione del carico agendo sull'organo regolatore del motore primo, ecc.) cessa quasi subito e con un ritmo tanto più veloce quanto minori sono le costanti di tempo del circuito d'eccitazione della macchina e di quello di un eventuale avvolgimento smorzatore applicato al rotore.

Essa ha luogo per effetto di induzione ed è tanto più marcata quanto minore è la resistenza del circuito induttore e dell'avvolgimento smorzatore. La repentina alterazione di flusso nel traferro della macchina per effetto della variazione di regime produce nei circuiti del rotore una variazione altrettanto repentina della corrente che ne percorre gli avvolgimenti, in modo che la sua azione si oppone a quella della alterazione di flusso, tendendo possibilmente a mantenerne invariato il valore. Già nell'oscillogramma a fig. 49 avevamo visto quanto istantanea e energica sia quest'azione.

Altri esempi tipici a questo riguardo sono riprodotti negli oscillogrammi a figg. 74 e 75, rilevati su un alternatore a rotore cilindrico da 9200 kVA a bassa frequenza con brusche variazioni di carico reattivo.

L'alternatore dal funzionamento con carico puramente capacitivo di 6800 kVA a eccitazione zero (fig. 74) venne fatto passare istantaneamente a quello a vuoto, restando contemporaneamente sotto l'azione di un regolatore automatico di tensione. Posto 100 il valore della corrente di eccitazione corrispondente al funzionamento a vuoto a quella data tensione, per effetto della brusca variazione di regime, questa corrente si porta istantaneamente dal valore zero al valore 43,5 per poi salire in modo più lento per opera del regolatore automatico fino a quello di regime.

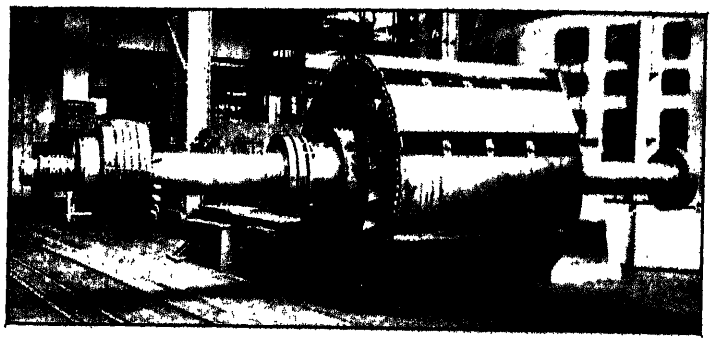


Fig. 76. — Alternatore sincrono da 23.000 kVA. Rotore con avvolgimento smorzatore (Cogolo).

Viceversa, passando colla stessa macchina (fig. 75) da 6600 kVA induttivi a zero, la corrente rotorica passò repentinamente dal valore 188 a quello di 133 e venne poi ridotta gradatamente dal regolatore al valore di 100 a regime [14].

L'azione del circuito di campo può venire integrata efficacemente da un avvolgimento smorzatore a bassa resistenza (fig. 76) applicato alle espansioni polari del rotore. Esso serve contemporaneamente ad altri scopi (reazione a carichi squilibrati, riduzione di sovratensioni in caso di corti circuiti monofasi, ecc.).

La reazione dell'avvolgimento del rotore a repentine variazioni di regime è tanto più intensa, quanto minore è la resistenza del circuito di campo della macchina sincrona.

E' questa un'altra ragione che milita a favore dell'eliminazione completa di resistenze di regolazione (reostati) in questo circuito.

(Continua).

---

[14] Gli oscillogrammi a figg. 74 e 75 furono dovuti riprodurre a mano dagli originali riusciti troppo sbiaditi.

IL GRANDE PROBLEMA DELL'ISTRUZIONE TECNICA - Il metodo "cooperativo" nelle Scuole per ingegneri elettrotecnici

W. H. TIMBIE

Rilevata la difficoltà di ottenere che la scuola possa dare agli allievi ingegneri una soddisfacente cultura teorica e, nello stesso tempo, una esperienza della pratica effettiva della professione, viene descritto un sistema organizzato in una Scuola di ingegneria americana. Mentre gli allievi compiono i loro studi teorici, frequentano, per certi periodi di tempo, le officine di alcune grandi industrie e acquistano così la esperienza che deriva dal contatto diretto colla vita professionale. Vengono illustrate le particolarità dell'organizzazione e i vantaggiosi risultati raggiunti.

« Non impiegherei mai un laureato, uscito anche dalla migliore scuola superiore, se non quattro o cinque anni dopo la laurea. Non solo non mi servirebbe a nulla, ma avrebbe anche un'influenza deleteria in una delle nostre moderne organizzazioni industriali. Colla sua mentalità di studente non saprebbe mettersi al posto dell'uomo d'affari. Io non posso pagarmi il rischio di perdere dei clienti, perchè il giovane non conosce il modo di trattare con essi, o fa delle sciocchezze che nuocciono all'affare che stiamo concludendo. Prima che un laureato possa esserci utile, deve aver imparato la linea di condotta che una società al servizio del pubblico deve tenere coi suoi clienti, e sapere metterla in pratica ». Chi parlava così era il Presidente di una Società Elettrica di non poca importanza.

Il Direttore di un'altra non meno importante Soc. Elettrica diceva a un gruppo di professori: « Da un laureato noi non pretendiamo la pratica e la condotta degli affari, ma delle buone cognizioni teoriche di fisica e matematica. E' inutile che voi professori cerchiate d'insegnargli la parte pratica dell'ingegneria; lo faremo noi quando verrà a lavorare per noi, offrendogli tutte le occasioni di mettere in pratica la teoria che deve imparare a scuola. Anche se voi professori d'Università riusciste ad acquistare una buona esperienza in ingegneria (pratica), essa sarà già sorpassata e dimenticata il giorno in cui prenderanno la laurea gli studenti che l'avranno appresa da voi. L'industria cammina così in fretta, al giorno d'oggi, che ciò che è buona pratica oggi, non lo è più domani ».

Che cosa devono fare allora le scuole d'ingegneria, di fronte a due giudizi così diametralmente opposti, di due condottieri industriali egualmente importanti? L'insegnante che riuscisse ad evitare la Scilli della teoria s'imbatterebbe subito nella Cariddi della pratica! Alcune scuole d'ingegneria ascoltarono solo le voci di chi parlava come il primo citato, domandando ai giovani laureati di conoscere la pratica, i fatti, i metodi degli affari. Queste scuole riempirono i loro programmi di cose pratiche, destinate a dare allo studente cognizioni dei procedimenti industriali e del modo con cui i progetti d'ingegneria sono attuati. Naturalmente per poter far ciò è stato necessario fare molti tagli nella parte teorica; in tal modo rimane poco tempo per sviluppare l'abitudine al pensiero scientifico e matematico. Eppure — strano a dirsi — gli stessi industriali che hanno tanto insistito perchè nelle scuole si sviluppasse maggiormente la parte pratica, esitano a impiegare i laureati di quelle stesse scuole che hanno seguito il loro consiglio. Preferiscono ancora i laureati che hanno approfondito bene la parte teorica, sebbene continuino a lamentarsi che questi non abbiano avuto tempo di acquistare esperienza e siano di poca utilità nel loro impiego, e causa di preoccupazione per sè stessi, per parecchi anni dopo la laurea.

Il gran problema per gli industriali è di introdurre il giovane laureato nell'industria senza disturbare « lo spirito di corpo » della Società e senza soffocare l'iniziativa e l'immaginazione del giovane. E realmente il giovane laureato che per anni aveva sviluppato al massimo le sue capacità, si trova improvvisamente in un ambiente dove tutto è più o meno routine; il suo compito diventa generalmente più terra-a-terra, e richiede ben poca attività mentale. Egli si sente come un atleta allenato, in forma perfetta, costretto a un periodo di inattività.

Se l'insegnamento puramente teorico dell'Università rende poi difficile l'impiego nelle industrie, e se l'insegnamento pratico è inutile e già sorpassato quando il laureato entra nell'industria, in che modo devono allora le scuole d'ingegneria comporre i loro programmi?

In fondo quasi tutte le migliori scuole d'ingegneria hanno la convinzione che il loro compito sia d'insegnare allo studente la teoria della fisica e matematica, di inculcare in lui l'abitudine all'analisi e alla sintesi scientifica, di dargli la capacità di analizzare accuratamente un problema, trarne una conclusione logica e di avere la fiducia e il coraggio di mettere in pratica i risultati a cui è giunto. Questo significa che nel programma non rimane più tempo per l'insegnamento della pratica industriale. Rimane quindi all'industria il compito di orientare nella loro professione questi laureati che hanno una cultura puramente scientifica.

Fortunatamente, da una ventina d'anni circa, nelle Scuole e Università americane si lavora gradatamente intorno a una soluzione che sembra essere la migliore.

Un buon ingegnere deve conoscere i fondamenti e la teoria delle scienze e della matematica e acquistare l'abitudine al pensiero scientifico. Solo in una scuola scientifica egli può far questo. Ma un buon ingegnere deve anche conoscere a fondo i procedimenti industriali, le organizzazioni moderne d'affari, e la parte pratica dell'ingegneria. Soltanto nell'industria stessa egli potrà realmente apprendere tutto ciò. Lo studente d'ingegneria dovrebbe quindi compiere la sua istruzione sia nella scuola che nell'industria. Questo principio fondamentale si è venuto gradatamente evolvendo. Invece di costringere lo studente a compiere i suoi studi scientifici fino alla fine, e poi ricominciare un tirocinio industriale, una combinazione più logica gli permetterebbe di imparare le parti più elementari e la routine industriale, nello stesso tempo in cui studia i fondamenti scientifici. Così l'idea di un metodo « cooperativo » nacque in Europa circa un secolo fa, fu esperimentato in piccola scala in Germania e Scandinavia ed è tuttora in auge in Scozia, dove lo si chiama il « Sistema Sandwich ». Nel 1906 il Dott. Herman Schneider ruppe decisamente colla tradizione nei metodi d'insegnamento e del conservatorismo industriale, e riuscì a introdurre il metodo cooperativo nell'Università di Cincinnati.

Dapprima esso fu limitato alla scuola d'ingegneria, ma si estese poi con tanto successo che oggi tutta l'Università di Cincinnati, con oltre 4000 allievi, si basa sul metodo cooperativo. Altri 19 « Colleges » l'hanno adottato per i corsi d'ingegneria, e due delle più importanti scuole d'ingegneria americane stanno progettando di adottarlo. Ci sono almeno due « Colleges » che possono già offrire i vantaggi di questo metodo a studenti avviati alle diverse professioni liberali. Un rapporto recente nel « Journal of Engineering Education » dimostra che il metodo cooperativo è attuato in quattordici differenti materie, tra cui rami regolari dell'ingegneria, architettura, commercio, amministrazione, ecc.; si può infatti affermare che oggi negli Stati Uniti uno studente può godere dei vantaggi del metodo « cooperativo » in quasi ogni corso universitario che egli desideri seguire, naturalmente purchè sappia scegliere l'Istituto adatto. Presentemente ci sono da 4000 a 5000 studenti, in ingegneria soltanto, che studiano secondo il metodo cooperativo.

Nella sezione elettrotecnica dell'Istituto di Tecnologia del Massachusetts, per esempio, il sistema consiste, in breve, nello scegliere un gruppo di studenti che abbiano compiuto con buon esito il primo biennio del regolare corso elettrotecnico, e che diano prova di possedere le doti necessarie per la riuscita in una grande industria la cui produzione varia da piccoli contatori a grandissime macchine. Questo gruppo di studenti è diviso in due sezioni pressapoco uguali, che si alternano nel lavoro all'Istituto o in stabilimento. Il programma « cooperativo » si svolge in tre anni e alla fine dei cinque di cui è costituito quindi il corso completo, lo studente ha il titolo di Dottore (« Master ») in scienze. Sono così evidenti i vantaggi del metodo « cooperativo », in quanto occorrono sempre cinque anni per ottenere il titolo di « Dottore » nei corsi ordinari.

Fin da principio questo corso è stato concepito come un corso scelto, a cui sono ammessi soltanto i migliori studenti. La parte pratica è un'aggiunta allo studio ordinario, non lo sostituisce, cosicchè uno studente del corso « cooperativo » apprende tutta la materia insegnata nel corso ordinario, e in più acquista 70 settimane di pratica. Il sistema ebbe così buon risultato colla « General Electric Company » che quattro altre Società sono venute agli stessi accordi colla Sezione di Ingegneria Elettrotecnica, cosicchè si può dire che oggi c'è la più stretta cooperazione tra l'Istituto e quasi ogni ramo dell'industria elettrotecnica: la « General Electric Company » rappresenta l'industria delle costruzioni elettromeccaniche, « Stone & Webster Inc. » i progetti, le costruzioni e l'esercizio di impianti di pubblica utilità, la Edison Electric Illuminating Company » di Boston la generazione e distribuzione d'energia elettrica, la « Boston Elevated Railway » il campo della trazione, il « Bell Telephone System » le comunicazioni con e senza fili. Recentemente la Sezione di Ingegneria Civile, in accordo colla « Boston and Maine Railroad », iniziò un corso analogo per studenti interessati nell'esercizio ferroviario.

Questo sistema rappresenta la più stretta cooperazione tra insegnamento e industria, offrendo allo studente i vantaggi di entrambi. Le ore di insegnamento nell'Istituto non variano nei due tipi di corsi, nè la materia è in alcun modo « condensata ». Il quinto anno di corso consiste completamente nel lavoro di laurea.

Da parte sua, la Società «cooperante» offre allo studente l'occasione di divenir famigliare colla direzione, col personale e collo spirito dei vari reparti e impianti sotto la sua vigilanza. I compiti assegnati agli studenti non sono scelti casualmente, ma studiati in una serie di esperienze nei vari reparti, colla stessa cura colla quale è organizzato il piano degli studi all'Istituto. Il lavoro diventa di natura sempre più difficile, di responsabilità sempre maggiore, l'iniziativa e lo spirito «condottiero» dello studente devono svolgersi sempre maggiormente. Si tratta di dar il maggior valore istruttivo che sia possibile al tempo speso dallo studente nell'industria. Egli deve imparare come si lavora in una grande organizzazione, ma deve imparare lavorando egli stesso attivamente, come pure osservando. Egli diventa un regolare impiegato della Società «cooperante» ed acquista un grado in relazione al valore del suo lavoro per la Società. Perchè egli possa passare da un reparto all'altro secondo il programma d'insegnamento, il suo stipendio è leggermente inferiore a quello degli impiegati regolari. Ci pare che questo metodo, adattato a uno sviluppo sempre maggiore delle capacità individuali dello studente, sia uno dei più importanti vantaggi del sistema cooperativo.

Un'altra caratteristica di importanza altrettanto grande è stata l'introduzione di corsi serali durante i periodi che lo studente passa colla Società. Due volte alla settimana, professori dell'Istituto danno lezioni nelle materie regolari insegnate all'Istituto. Una di queste è l'elettrotecnica. Così lo studente si mantiene in continuo contatto col suo studio principale, pur trovandosi allo stabilimento. L'Istituto mantiene a sue spese dei regolari professori per queste lezioni serali agli studenti che si trovino a lavorare in stabilimenti lontani dall'Istituto. (Così a Pittsfield, Schenectady, New York). Lo scopo di far continuare allo studente uno studio di natura puramente culturale nel periodo che passa nello stabilimento, è di compensare quella — reale o immaginaria — tendenza materialistica che il continuo contatto colla vita industriale potrebbe, secondo alcuni insegnanti, produrre nello studente. Ma in ogni modo siamo lieti di poter affermare che negli studenti del sistema cooperativo non si è riscontrata nessuna conseguenza di spirito materialistico o grossolano.

Queste lezioni dimostrano anche che il metodo cooperativo sa trar vantaggi dal tirocinio industriale per rivolgere l'attenzione dello studente a fasi del suo lavoro anche di natura non puramente tecnica. Per esempio, il soggetto di uno di questi corsi serali è il «Lavoro di Comitato» ed ha lo scopo di insegnare allo studente a scrivere un rapporto accurato e leggibile, che deve poi abituarsi a «presentare» realmente. Gli studenti del corso sono divisi in piccoli Comitati. Ogni Comitato sceglie in un largo numero di soggetti quello che desidera studiare e farne rapporto al corso intero. Il corso intero è organizzato a sua volta in Comitato, uno degli studenti ne è nominato Presidente, un altro Segretario. La sessione solita consiste nel rapporto di un progetto da parte di uno dei sotto-comitati. I progetti possono essere di natura tecnica o di carattere finanziario, o anche una questione sociale, ma il soggetto si riferisce sempre alla vita industriale. Per esempio un tipo di soggetto potrebbe essere: «Se un aggruppamento industriale debba produrre esso stesso l'energia elettrica di cui ha bisogno, o se debba comperarla da una Società elettrica locale». Allo scopo di discutere tale questione, il corso si organizzerà in Consiglio di Amministrazione o in Comitato Esecutivo di una piccola società industriale. Uno dei membri presenterà un rapporto in cui chiede che l'energia venga comprata da una società elettrica locale. Un altro membro sosterrà i vantaggi derivanti alla Società dal produrre essa stessa l'energia. Dopo che i due argomenti sono stati rispettivamente esposti, la questione sarà discussa dal Comitato (formato da tutto il corso) e si faranno le votazioni. Si domanderà ai due oppositori di presentare un rapporto scritto sul loro lavoro, e il Segretario scriverà un rapporto della riunione. Altri soggetti di differente natura, già stati discussi, sono: «La scelta della località per una fabbrica o per un impianto idroelettrico», «Uno studio comparativo dei vantaggi derivanti dall'impiantare un cotonificio in una regione settentrionale o in una meridionale», «Il canale di navigazione S. Lorenzo».

Lo sviluppo e la stabilità di un'industria moderna dipende sia dalla lealtà, fedeltà, costanza e dal lavoro degli ingegneri e operai, sia dalle loro qualità individuali e cognizioni scientifiche. Il metodo d'insegnamento cooperativo offre un'occasione unica per l'abitudine alla lealtà e al lavoro. Per acquistare ciò, ogni studente deve compiere tutto il suo periodo di tirocinio negli impianti di una delle Società «cooperanti», e non passare da una Società a un'altra. Questo gli permette di farsi una concezione unitaria dell'organizzazione della Società e di penetrarne lo spirito di fedeltà (lealtà) che ha tanta importanza in ogni attuale successo industriale.

Il corso elettrotecnico cooperativo dell'Istituto di Tecnologia del Massachusetts ha quindi stabilito come principio fondamentale che ogni Società cooperante debba essere di tale importanza, e le sue attività di tale natura, da permettere allo studente di passare con profitto diciotto mesi nei suoi varii reparti. Rimanendo per 3 anni a contatto con una sola Società lo studente apprende che lealtà ed entusiamo sono i primi requisiti per il suo successo e per la sua carriera. Egli vede quegli impiegati che si lamentano rimanere ai posti più bassi, mentre quelli che salgono sempre più in alto, sono i più entusiasti e i più fidi alla Società. Uno studente da principio tende ad analizzare ogni compito che gli viene assegnato e a farsi la domanda: «Che cosa c'è qui, che mi possa giovare?». Ma prima della fine del suo tirocinio egli avrà imparato a intraprendere ogni nuovo lavoro colla domanda: «In che modo posso rendere il massimo servizio nel compiere questo lavoro?». L'uso del pronome «Io» diventa sempre meno frequente quanto più egli progredisce nel suo tirocinio, e il pronome «noi» e il termine «la nostra società» entrano sempre più nel suo pensiero e nella sua parola.

Tutto questo risulta dallo studio che lo studente fa subito delle relazioni tra i capi e gli operai nell'industria moderna. Egli non solo impara a lavorare lavorando, ma si sa mettere a tutti i punti di vista dei differenti «gradi» della Società, accostandosi a ogni lavoratore direttamente. Questo è veramente il mezzo migliore per lo studente di farsi un'esatta «prospettiva» industriale. E' la mancanza di tali cognizioni ed esperienze che rende così difficile a un laureato del vecchio stampo di trovarsi prontamente un posto nell'industria moderna. La sua istruzione largamente teorica includerà forse anche qualche cognizione industriale, ma egli non sa che cosa sia l'industria per contatto personale. Dovrà quindi cominciare un nuovo tirocinio in ogni ramo industriale, cominciando coi lavori più bassi e terra-a-terra. Questo non sarà piacevole per lui, dopo gli anni spesi in lavoro puramente mentale, e sapendo anche che spesso parecchi altri anni devono passare prima che egli possa mettere a profitto il materiale scientifico acquistato. Invece lo studente del corso cooperativo arriva alla laurea avendo già fatto la sua pratica in tutti i lavori più materiali ed è subito in grado di assumere una carica di maggiore responsabilità. Secondo i capi di industria, questo è uno dei più reali benefici di questa forma di cooperazione tra industria e insegnamento.

Uno dei più importanti risultati dei corsi serali durante il periodo di tirocinio è che lo studente prende l'abitudine di studiare due o tre sere alla settimana pur essendo impiegato durante il giorno. Si verifica che anche da laureati la conservano e, secondo i loro principali, basterebbe questo risultato a giustificare il metodo d'insegnamento.

Un altro risultato è che durante le settanta settimane spese per il tirocinio industriale, lo studente compie lo studio equivalente a un intero programma dell'Istituto. Questo gli permette di laurearsi circa quattro mesi prima di quello che farebbe altrimenti.

Il programma è inoltre così conforme al regolare programma dell'Istituto, che lo studente non resta affatto privato delle solite attività studentesche, ma trova il tempo di partecipare ai corsi ginnastici, musicali, sportivi, ecc.

Uno studio sui laureati del corso cooperativo dell'Istituto di Tecnologia del Massachusetts prova i suoi ottimi fondamenti. Lo stipendio di questi laureati aumenta in media del 55 %, più rapidamente che quello dei laureati delle altre scuole d'ingegneria ordinarie della regione. Così, non solo il laureato «cooperativo» comincia la carriera da un punto di partenza più alto del solito laureato, ma avanza a un passo più veloce. In altre parole, industria e insegnamento cooperanti permettono ai giovani di applicare con maggiore profitto il tirocinio e le cognizioni acquistate durante gli anni di Università.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Centrali termiche o centrali idrauliche?

Riceviamo:

Bruxelles, 11 marzo 1931.

Ho letto l'articolo dell'Ing. Forzani, comparso sul numero 5 del giornale L'Elettrotecnica *(15 febbraio).*

Non è mia intenzione di entrare nella discussione del complesso problema della produzione dell'energia nel nostro Paese, non potendosi a parer mio pretendere di dare una soluzione d'indole generale: mi pare che la convenienza di costruire un impianto termico piuttosto che un impianto idraulico non potrà risultare che dal calcolo di confronto che, in un determinato momento, un'Azienda potrà fare, tenendo conto dei dati del mercato e dei gruppi di lavori da farsi nei due casi.

Purtroppo nelle condizioni della crisi attuale non è argomento di attualità discutere di nuovi impianti siano essi dell'uno o dell'altro tipo, ma quando le condizioni del mercato saranno ristabilite e le Società elettriche si troveranno ancora, come tutti speriamo, di fronte ad un incremento del consumo e dovranno sopperirvi con nuovi impianti, il problema si porrà certo per ciascuna di esse con dati concreti e sarà facile a risolversi.

Non mancheranno casi di impianti idraulici assai convenienti e non mancheranno neanche i casi in cui la soluzione termica verrà preferita.

Certo si è che nell'avvenire il problema si sposterà a tutto vantaggio degli impianti termici perchè solo questi sono suscettibili di grandi progressi come vediamo compiersi anno per anno. I risultati industriali ormai raggiunti dall'impianto a vapore di mercurio di Hartford, il progetto della più grossa centrale di Schenectady pure a vapore di mercurio ed attualmente in costruzione ed i risultati industriali già raggiunti dagli impianti a vapore a pressione critica sono già tali da far prevedere un'ulteriore notevole economia di consumi senza un esagerato aumento delle spese di installazione e, sembra, senza aumento di spesa di manutenzione.

In quanto all'interesse nazionale, io sono personalmente d'avviso che esso coincide quasi sempre con l'interesse industriale. Non si parli poi del caso di guerra perchè in una guerra futura, tutto fa pensare che gli impianti di produzione d'energia, sia idraulici che termici, saranno i primi ad essere esposti all'offesa aerea, ed il caso di un impianto termico senza macchine e combustibile non sarà meno brillante di quello di un impianto idraulico senza condotta forzata.

Ciò premesso e pur non volendo mettermi a sostenitore dell'una o dell'altra tesi, l'Ing. Forzani voglia permettermi di rettificare qualcuna delle inesattezze in cui mi sembra incorso, certamente trascinato dal desiderio di dare maggior forza alla sua dimostrazione.

Voglio in particolare far notare all'Ing. Forzani che non ritengo esatte le sue conclusioni specialmente per quanto riguarda i punti seguenti: determinazione dell'orario di utilizzazione sulla potenza di esercizio, coefficiente di riserva necessario, costo per kW installato da prevedersi per una moderna centrale termoelettrica.

1) *Per l'orario di utilizzazione, l'Ing. Forzani parte dalla situazione attuale del complesso di tutti gli impianti idraulici e termici italiani, facendo il rapporto fra la somma delle potenze installate idrauliche e termiche e la somma delle produzioni, che per il 1928 risultano:*

Produzione totale kWh 8.900.000.000
Potenza globale installata kW 3.550.000
Utilizzazione ore 2500.

Ora è certo che una così bassa utilizzazione dipende sia dal fatto che il macchinario installato nelle centrali termiche, che sono tutte ferme, è sovrabbondante e previsto per l'estensione avvenire, sia in più gran parte dal fatto che il macchinario installato nelle centrali idrauliche è proporzionato per smaltire le portate di morbida per non molti mesi dell'anno.

Nelle centrali con serbatoio giornaliero, settimanale o stagionale la potenza installata è in proporzione assai forte a quella media di esercizio: ed è frequentissimo il caso di centrali a serbatoio, specie se appenniniche che hanno un orario di utilizzazione sul macchinario installato inferiore alle 1500 ore annue. Non è in ogni modo rigoroso dedurre dalla situazione globale attuale quale sarebbe l'utilizzazione del macchinario tanto nel caso puramente ideale che tutta la rete italiana fosse servita da sole centrali termiche, che nel caso delle centrali termiche preconizzate dall'Ing. Neri, che dovrebbero funzionare a carico costante in parallelo ad un sistema di altre centrali preesistenti.

E' noto che i diagrammi di produzione delle principali aziende elettriche italiane danno un orario di utilizzazione, riferito alla potenza massima normale raggiunta dal diagramma, di circa 5000 ore: Vogliamo anche ammettere che questa buona utilizzazione sia dovuta agli usi elettrochimici e metallurgici che forse non esisterebbero nel caso di sole centrali termiche, usi nei quali si raggiunge l'utilizzazione di 7000 e più ore (non di sole 4000 o 5000 come dice l'Ing. Forzani). Ma poichè questi usi elettrochimici od elettrometallurgici non sorpassano in Italia il 20 % della produzione totale, resta pur sempre per l'altro 80 % un'utilizzazione sulla punta normale dell'ordine di 4500 ore.

Tale dunque sarebbe l'utilizzazione sulla potenza di esercizio nel caso di una grossa rete alimentata da centrali termoelettriche, e tenendo anche conto di una riserva del 100 %, si arriverebbe pur sempre ad un'utilizzazione di 2200 ore annue sulla potenza installata, invece delle 1700 ore annue indicate dall'Ing. Forzani. E' da notare che nel caso di più centrali termoelettriche collegate da una rete, il valore della riserva globale necessaria si abbassa notevolmente e può con tutta prudenza ritenersi sufficiente la riserva del 50 %, ciò che porterebbe l'utilizzazione a 3000 ore.

2°) *Su quanto riguarda il coefficiente da prendersi per le riserve, l'Ing. Forzani dice che « Esercenti di modernissime centrali termiche ci hanno dichiarato che per assicurare la continuità dell'esercizio è necessaria una centrale tipo su tre gruppi di cui uno sia in smontaggio per revisioni periodiche, un secondo in esercizio ed uno di riserva ». Non so quali siano gli esercenti che abbiano fatto questa dichiarazione all'Ing. Forzani, ma è certo che è piuttosto diffuso il concetto della centrale tipo su tre gruppi di cui due funzionanti ed uno di riserva e che la sicurezza di marcia delle moderne turbine a vapore non giustifica un coefficiente di riserva più elevato.*

Così potremo dire che le due ultime grosse centrali termoelettriche costruite in Belgio, la centrale di Schelle della Società Inter. Escaut e la centrale di Schaerbeck della Soc. InterBrabant, prevedono la prima tre gruppi di cui due funzionanti ed uno di riserva, la seconda quattro gruppi di cui tre necessari per raggiungere la punta massima prevista ed uno di riserva.

Sempre nel Belgio la centrale di Langërbrugge delle « Centrales Electriques des Flandres et du Brabant » ha funzionato fino all'anno 1930 con una potenza installata totale di 50.000 kW per sopperire a una punta massima di kW 27.000.

Nell'anno 1930 si sono bensì installati in detta centrale altri due gruppi da 25.000 kW cadauno, ma in previsione di un aumento del carico. La potenza installata è ora in totale di 100.000 kW con una punta prevista di 50.000 kW. Fra parentesi è da notare che l'ingrandimento di detta centrale è stato fatto per alimentare uno stabilimento elettrochimico di produzione di calciocianamide, il che dimostra indirettamente che col basso prezzo del carbone che può ottenersi nella località (circa L. 70 per tonn., 7000 cal. per kg) può farsi concorrenza all'energia idraulica venduta per usi elettrochimici e quindi a prezzi assai bassi, tenuto però il dovuto conto della spesa di trasporto del prodotto. L'energia viene ceduta dalla Società elettrica a quella elettrochimica al prezzo di circa 9 cent. di lira per kWh.

In Olanda l'ultima centrale costruita per servizio pubblico è quella di Gertruidemberg nel Nord Brabant con 75.000 kW installati divisi su tre gruppi e con una previsione di punta di 50.000 kW.

Questi ultimi sono esempi, presi a caso perchè da me conosciuti, di centrali termiche non collegate con altre centrali con linee aeree e che assicurano cioè con i propri mezzi la continuità del servizio, continuità nel senso assoluto della parola e che forse è sconosciuta da noi.

Se poi entriamo nel campo delle centrali autonome destinate a fornire l'energia a stabilimenti industriali, troviamo numerosi esempi con tre gruppi di cui due funzionanti ed uno di riserva, per quanto siano più numerosi i casi con due unità di cui una funzionante e l'altra di riserva.

In quest'ultimo tipo di centrali la riserva è così del 100 %, ma il funzionamento è meno sicuro del tipo con tre gruppi di cui due funzionanti (riserva 50 %) poichè in questo caso il guasto contemporaneo di due macchine lascia sempre disponibile una potenza che tenendo conto dei sovraccarichi è circa del 75 % di quella normale.

Se l'Ing. Forzani invece di riferirsi ai gruppi generatori si fosse riferito alle caldaie, che sono il punto debole degli impianti termici, avrebbe avuto ragione di sostenere il tipo con quattro unità di cui due funzionanti, una di riserva ed una in revisione periodica, che è del resto il tipo preferito (riserva 100 %). Ci sembra equo dunque assumere un coefficiente globale per le riserve per la centrale termica autonoma del 100 %, come del resto fa anche l'Ing. Forzani, ma non come limite minimo, bensì come limite massimo per assicurare un esercizio di tutta tranquillità e continuità.

Se poi si tratta di più centrali termoelettriche collegate fra loro da una rete ad alta tensione è evidente che il coefficiente globale di riserva può notevolmente diminuire. Trovo nel numero di luglio 1930 del « Power Plant Engineering » nell'articolo « Steam turbine economies in power generation » che nella generalità dei sistemi di generazione e trasmissione americani, l'installazione globale di riserve è del 20 e 25 % della potenza domandata dal sistema.

Da notizie pubblicate dalla « Société Intercomunale Belge d'Electricité » risulta che nel 1927 il sistema di centrali termiche collegato alla rete ad a. t. che la Società esercisce possedeva una potenza totale installata di 180.000 kW contro una domanda possibile di 130.000 kW.

3°) *Per quanto riguarda il costo delle centrali termiche, mi pare che non ci si debba riferire ai costi realizzati in impianti costruiti qualche anno fa; bensì a quelli raggiunti nelle ultime costruzioni del genere.*

Così dai dati che mi sono stati comunicati sulla centrale di Schaerbeck (Bruxelles) entrata in funzione solo parzialmente nel mese di dicembre 1930 e che possiede tutti i perfezionamenti ed i dispositivi che la tecnica attuale suggerisce per ridurre i consumi specifici (pressione 37 kg per cm², temperatura del vapore 450° C, turbine in tre corpi, preriscaldamento acqua di alimentazione con rigenerazione, economizzatori, preriscaldatori d'aria), mi risulta che il costo è stato di 1500 fr. belgi circa equivalenti a L. 800 per kW installato, compresa tutta l'apparecchiatura elettrica alla tensione di generazione.

La « Montecatini » società alla quale appartengo, ha, nell'anno 1930, costruito in Olanda (Sluiskil) una centrale per l'alimentazione di un grande stabilimento con la potenza installata di 40.000 kW suddivisa in due gruppi di 20.000 kW ciascuno di cui uno funzionante e l'altro di riserva, e con quattro caldaie di 1200 m² ciascuna, due funzionanti, una in revisione periodica, una di riserva.

I consuntivi di questa centrale entrata in esercizio nel novembre 1930, che dà in esercizio corrente un rendimento termico globale di oltre il 25 % per energia netta alle uscite dalla Centrale, (pressione 38 kg per cm² temperatura del vapore 450° C. alla caldaia, 430° C. alla turbina, economizzaotri, preriscaldatori d'aria, turbine in tre corpi, ciclo a parziale rigenerazione con preriscaldamento dell'acqua di alimentazione con tre prese di vapore dalla turbina principale) ed in cui furono installati solo materiali e macchinari di primaria e più costosa costruzione (Brown Boveri, Asea, Weir, Babcok e Wilcox) hanno portato ad una spesa di L. 700 a kW installato, comprendendosi in questa cifra tutte le installazioni di carico e trasporto meccanico del combustibile, canali d'acqua ed opere idrauliche, e tutta l'apparecchiatura elettrica alla tensione di 600 volt.

Il costo riferito alla potenza più economica delle turbine anzichè alla loro massima potenza è stato di L. 800 per kW installato, cifra assai lontana da quella di L. 1200 indicata dall'Ing. Forzani.

In questa centrale i collaudi hanno dato un consumo specifico

di kg 0,480 di carbone da 7000 cal. per kWh netto alle uscite dalla centrale e il consumo medio di due mesi di funzionamento è stato di kg 0,550 per kWh.

4°) *Per quanto riguarda quella che l'Ing. Forzani chiama «influenza degli elementi indiretti» mi pare che non sia esatto rilevare che per gli impianti idroelettrici si possono usare macchinari di produzione italiana e che il materiale d'opera è pure tutto di produzione italiana, mentre per gli impianti termici si debba ricorrere all'estero. Difatti esistono in Italia ditte costruttrici che possono dare le caldaie e le turbine occorrenti per l'impianto termico di ottima qualità; e d'altra parte è certo che un aumento di installazioni potrebbe ancora perfezionare la costruzione del materiale nazionale e rendere così un altro non trascurabile utile indiretto.*

Come ho già sopra accennato io credo che l'interesse nazionale collimi quasi sempre con l'interesse industriale, inteso questo complessivamente e non nel caso singolo: ammesso per un momento che con un capitale X si possa costruire un impianto idroelettrico di una determinata produzione e che con lo stesso capitale X si possa non solo costruire la centrale termica di pari produzione ma acquistare anche il fabbisogno corrispondente del carbone e che per giunta, il capitale X debba essere preso all'estero non capisco quale sia la differenza fra i due casi nei riflessi dell'economia nazionale.

L'Ing. Forzani dice che: «nel caso di centrali idrauliche l'acqua dei fiumi viene utilizzata importando denaro per produrre energia e poi col ricavo di questa si restituisce il denaro, ma in questo movimento si è prodotto una maggior quantità di ricchezza che resta nella Nazione».

E nel caso di centrali termiche?

Si importa denaro e carbone per una somma complessiva annuale uguale e si produce lo stesso la maggior quantità di ricchezza che resta nella Nazione.

L'Ing. Forzani dice poi che «nel primo caso si è consumato il combustibile e si è prodotto un determinato quantitativo di energia mentre un'equivalente quantità di energia andava dispersa per le acque dei torrenti, il totale delle due quantità di energia disponibile, termica ed idraulica, è sfruttato solo al 50%. Nel secondo caso la energia necessaria si è prodotta con le acque dei torrenti ed il carbone è rimasto inconsumato nelle miniere e quindi ancora disponibile: si ha un rendimento del 100%.

Se si volessero prendere alla lettera queste conclusioni si potrebbe arrivare a sostenere che in paesi come l'America dove (beati loro) posseggono dei fiumi invece che dei torrenti, non si dovrebbero più far impianti termici! e andando al limite si arriverebbe a concludere che non solo la centrale idraulica sarebbe conveniente anche se costasse dieci volte di più di quel che costa attualmente, ma si dovrebbe, una volta esaurite le risorse idrauliche utilizzare il vento, le maree e magari seguire l'esempio di Claude per utilizzare l'energia termica dei mari, anche se con spesa e prezzo di costo formidabili per lasciare ai posteri integro il tesoro delle miniere di carbone!

Ing. CLAUDIO CASTELLANI.

*

Riceviamo:

Milano, 5 maggio 1931-IX.

Non mi fermo sulla prima parte delle osservazioni dell'Ing. Castellani, per la quale non ho che da confermare quanto ho precedentemente scritto, tanto più che si tratta di apprezzamenti soggettivi del contraddittore, o ripetizione di affermazioni prima fatte dall'Ing. Neri e che io ritengo di aver dimostrate inesatte.

Passo quindi a considerare i punti in cui l'Ing. Castellani ritiene di poter rilevare alcune mie inesattezze:

1°) Orario di utilizzazione. — *I dati da me assunti, riguardo l'anno 1928, sono dati positivi. In quell'anno (come nel successivo 1929) il consumo di energia era in aumento, e non vi era affatto esuberanza eccezionale di energia nè erano ancora entrate in efficiente esercizio, e quindi censite, tutte le nuove grandi centrali costruite in Italia.*

Inoltre l'Ufficio Idrografico valuta la potenza in principio d'anno ed il consumo in fine d'anno, per cui alcune centrali entrano in servizio nell'anno e producono kWh senza essere valutate in potenza, e l'utilizzazione risultante, è superiore e non inferiore a quella reale.

Quindi niente centrali ferme, niente esuberanze e di canali e macchinari idraulici, perchè io ed i miei colleghi tutti che abbiamo in esercizio centrali idrauliche abbiamo sempre lottato contro la scarsità delle dimensioni dei canali e della potenza dei macchinari. male assai diffuso delle centrali idroelettriche.

Il mio contradditore parla di diagrammi di utilizzazione delle società elettriche di 5000 ore annue.

Ho sott'occhio i dati relativi al gruppo Edison ricavati dalle relazioni ufficiali. Da questi rilevo, come l'utilizzazione annua rispetto al macchiario sia stata nell'anno 1918 di ore 2.800, nell'anno 1919 di ore 2.700, nell'anno 1930 di ore 2.400. Anche questi sono dati positivi e non opinati.

Questi valori sono un po' superiori a quelli dell'Ufficio Idrografico, ed è naturale trattandosi della maggior rete italiana, quella cioè in migliore condizione per una razionale utilizzazione, ma sono con gli stessi perfettamente coerenti.

Anche facendo riferimento alla punta massima piuttosto che alla potenza installata non potremo mai arrivare alle 5.000 ore, perchè occorrerebbe supporre l'esistenza di una riserva di macchinario fermo del 100%, cosa che tutti sanno non essere vera.

L'Ing. Castellani non reca documentazione per le sue asserzioni le quali perciò credo non possano portare variazione alle conclusioni da me raggiunte in base a precisi elementi statistici.

Mi pare, in seguito a ciò, inutile entrare in discussioni su altre particolari osservazioni delle obiezioni Castellani, sulle quali avrei pure molto da osservare.

2°) Entità della riserva. — *Pare a me che l'Ing. Castellani non giunga a conclusioni diverse dalle mie. Infatti fra gli esempi che Egli porta delle Centrali Belghe vi è una installazione di kW 50.000 per una punta di kW 27.000 e una di kW 100.000 per una punta di 50.000.*

E' proprio la proporzione che io ho determinato essere necessaria e quindi mi pare che venga qui dimostrata l'esattezza e non l'inesattezza delle mie osservazioni.

Che in altri casi si sia ritenuto fare uso di una riserva inferiore non ha proprio importanza perchè il caso singolo non distrugge la regola generale, specie poi quando questo caso singolo si riferisce ad utenti diretti consumatori, ed a lavorazioni che richiedono energia a speciale basso prezzo.

Qualsiasi dirigente di stabilimento industriale protesterà accanitamente contro il fornitore d'energia se gli farà una interruzione di 15 minuti, ma dovrà rassegnarsi alla realtà se dovrà ridurre la lavorazione perchè alcune macchine della propria centrale dovranno essere messe fuori servizio.

Qualche industriale giunge anche ad alimentare il proprio stabilimento con una sola motrice, ma non è certo questo un esempio da imitare.

Coi collegamenti fra le centrali si può certo ridurre la riserva, ma con questi collegamenti si ritorna a... quelle tali linee elettriche che gli zelatori del carbone nero dicono non essere necessarie nel caso di centrali termiche.

Che poi questa riserva del 100% sia da me ed altri miei colleghi, considerata come minima, mentre sia dai miei contraddittori considerata come massima, non ha evidentemente importanza alcuna agli effetti della discussione.

Ritengo opportuno soffermarmi a considerare il prezzo di cent. 9 che sarebbe fatto in Belgio su produzione termica per fabbricazione di calciocianamide.

Tenuto conto del maggior costo del carbone detto prezzo diventerebbe in Italia almeno di cent. 12,5, al porto di mare e di cent. 14,0 nell'interno.

Sappiamo ben tutti che in Italia con questi prezzi non si potrebbe nemmeno lontanamente parlare di produzioni elettrochimiche per le quali sarebbe forse ancora eccessivo lo stesso prezzo di cent. 9 praticato nel Belgio. E quindi niente concorrenza in questo campo.

Del resto questi prezzi sono superiori a quelli da me ricavati per la produzione combinata idraulica-termica.

3°) Costo degli impianti. — *Quando ho scritto su questo argomento sapevo già che qualche contradditore sarebbe venuto a dire: «ma la centrale A è stata fatta con sole L. m, la centrale B con sole L. n, dunque avete torto».*

E' perciò ho avvertito che si doveva prescindere dai casi particolari.

Allo stesso modo potrei rispondere che la centrale idraulica X o Y costa solo cent. z al kWh senza perciò dire nulla di convincente.

Evidentemente bisogna riferirsi ai costi medi e non a quelli delle condizioni più favorevoli.

Che i prezzi delle centrali termiche siano diminuiti dal 1928 ad oggi è positivo, ma qui siamo in campo comparativo; e quindi non si deve dimenticare che sono diminuiti di pari passo i costi anche delle centrali idroelettriche.

Quel tale impianto che costava L. 1 al kWh costruito nel 1928, costerebbe ora 70 o 75 centesimi.

Diminuito è pure il costo del denaro ed il nuovo paragone risulterebbe, anche più sensibilmente di prima favorevole alle centrali idroelettriche.

Noto poi che valutare il costo delle centrali da costruirsi in Italia riportando il costo di centrali elettriche costruite all'estero al valore in lire, colla sola valutazione del cambio, è per certo inesatto, e ciò risulta evidente dalla disparità dei risultati che si ottengono ripetendo il calcolo per centrali costruite in diversi Paesi.

Il costo in Italia deve essere determinato in base ad elementi ricavati in Italia i quali portano, in massima, ai valori da me determinati.

Anche in questo punto nulla di particolarmente inesatto nelle mie osservazioni.

4°) Elementi indiretti. — *Che l'interesse nazionale collimi quasi sempre con quello industriale è dubbio, ma può anche essere ammesso: io però ritengo di aver dimostrato, nè il mio contradditore ha confutato, che non è vero e sano interesse industriale quello che si ferma all'abbaglio del breve momento, specie per un'industria, come la idroelettrica, di natura pubblica e vitale per il paese ed il cui ciclo si svolge in forma perenne.*

Basta dare uno sguardo alla tabella da me pubblicata dei costi dei kWh nel caso di rincaro del carbone per vedere dove sia l'interesse industriale ad ascoltare ingannevoli sirene!

In fine rilevo poi la frase: «ammesso per un momento che». Con questa frase si può arrivare molto lontani, ma poichè ritengo di aver ben dimostrato che le condizioni ammesse, non corrispondono a realtà è inutile proseguire la discussione in merito.

Il mio contradditore dice di non vedere quale sia a parità di spesa, la differenza nei due casi nei riflessi della economia nazionale, ma io non posso che confermare le mie conclusioni.

Forse il mio egregio contradditore ha dimenticato che si tratta

di ragionamenti a parità di condizioni, *e questa considerazione mi sorge spontanea leggendo l'ultimo capoverso della sua lettera.*

In questa chiusa il mio pensiero viene male interpretato.

Prima di tutto è notorio come appunto l'America sia alla testa anche nell'utilizzazione delle riserve idrauliche.

Mi pare poi che la «parità» messa a base dei miei ragionamenti sia in contrasto con la frase «anche se costasse dieci volte» usata ad effetto dal contradditore, frase che non si attaglia affatto al caso in discussione.

Ebbene io affermo con piena sicurezza che a parità di risultati è dovere di chi abbia la capacità di farlo il tentare di risolvere anche il problema dell'utilizzazione del vento, delle maree, dell'energia termica dei mari.

Per conto mio ammiro Claude e gli altri pionieri che più spesso con avversa che con buona fortuna cimentarono il loro ingegno ed i loro mezzi alla risoluzione di questi annosi e pur grandi problemi e tanto li considero più venerabili e più degni di rispetto, quanto meno i loro sforzi sono coronati di successo.

E non pensa il mio egregio contradditore quante misconosciute fatiche e quanti insuccessi sono costati nei tempi passati quegli stessi progressi che egli ora invoca? Ing. LORENZO VITTORIO FORZANI.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

H. S. LITTLEWOOD — **Gli apparecchi elettrici di manovra automatici sono adottati anche nelle miniere.** (The El. J., maggio 1930, pag. 253).

L'umidità delle miniere rende difficile la conservazione degli strumenti elettrici e delle strutture in ferro dei quadri di manovra elettrici. Si usano quadri completamente chiusi mediante lamiere di 3,2 millimetri di spessore; il collegamento con le macchine è assicurato con cavi elettrici sotto pimbo. L'impianto viene di solito protetto contro l'eventualità di sovraccarichi con un sistema di sezionamento automatico dei circuiti di alimentazione della miniera; con ciò resta semplificata la ricerca di eventuali guasti alle linee. Il sezionatore automatico utilizza il principio del rélais a minima resistenza. Tutti i circuiti ad alta tensione sono tenuti separati dai quadri di manovra e fanno capo a dei cassoni metallici stagni nei quali sono sistemati i trasformatori di misura e gli interruttori in olio o in aria.

Negli impianti di conversione sono largamente applicati i raddrizzatori di corrente ad ossido di rame per garantire sempre la stessa polarità alla c. c. prodotta dalle convertitrici; il raddrizzatore funziona già da 3 anni in modo soddisfacente avendo già servito a 3.000 manovre di avviamento. Il dispositivo automatico consta di un raddrizzatore ad onda completa che dà una c. c., indipendente dal funzionamento della convertitrice, utilizzabile nel circuito di eccitazione di questa e di un raddrizzatore a semionda che lascia circolare nell'eccitazione soltanto le semionde positive della corrente indotta del campo magnetico rotante generato dal sistema trifase applicato agli anelli. Questa corrente pulsante favorisce la messa in parallelo automatica della convertitrice perchè il campo magnetico principale viene rinforzato quando la macchina è prossima al sincronismo, e può perciò fissare il campo rotante sempre nella stessa posizione rispetto allo stator (vedi la recensione pubblicata a pag. 469, luglio 1930, sullo stesso argomento). L'impianto di conversione è completato con gli apparecchi di protezione contro il surriscaldamento dei sopporti e il dispositivo di sollevamento automatico delle spazzole alla fine del periodo di avviamento. Per la protezione contro le sovracorrenti sono stati sistemati dei rélais termici ad azione ritardata. *I. L.*

M. P. DUFFING — **Interruttore trifase in cassone unico per 60 e 100 kV.** (Revue Siemens, N. 3, 1930, pag. 59).

L'A. descrive un nuovo tipo di interruttore trifase in cassone unico per altissime tensioni. La particolarità maggiore di tale tipo è quella di avere il cassone di forma cilindrica a sezione circolare disposto con l'asse orizzontale anzichè verticale come è comunemente usato negli interruttori unipolari per altissime tensioni, dimodochè gli isolatori passanti penetrano nel cassone in direzione radiale anzichè in direzione all'incirca assiale. I contatti vengono a trovarsi al centro della sezione circolare del cassone. Secondo l'A. tale disposizione offre una maggior accessibilità e ispezionabilità dei conduttori all'esterno dell'interruttore e, sopratutto, un miglior sfruttamento della capacità del cassone aumentando, a parità di essa, la distanza tra le parti sotto tensione e le pareti del cassone. Anche la distanza tra le fasi ha potuto essere notevolmente aumentata senza dover per questo aumentare in modo esagerato le dimensioni del cassone, giacchè l'aumento di distanza tra le fasi provoca nel cassone cilindrico ad asse orizzontale il solo aumento della lunghezza e non quello del diametro. L'A. descrive quindi i particolari costruttivi dell'interruttore come le entrate nel cassone che sono distinte per fase e sono chiuse da robusti coperchi di forma parallepipeda che portano gli isolatori passanti. Questi sono formati da un nastro di carta arrotolato con interposizione di lamine di condensatore. L'interruzione è quadrupla: due contatti sono fissati ai conduttori in arrivo, gli altri due su un porta-contatti metallico fissato a un tubo isolante. Per la guida rettilinea della parte superiore del tirante isolato è stata usata un'estensione del dispositivo a direttrice d'elisse che rende possibile il comando dal punto morto superiore a quello inferiore, ottenendo così notevoli miglioramenti tanto riguardo agli sforzi, quanto riguardo alle velocità di azionamento. *A. Bs.*

APPLICAZIONI AGRICOLE.

B. W. FABER — **L'energia elettrica può trovare molte applicazioni nelle aziende rurali.** (The El. J., agosto 1930, pag. 449).

Una serie di applicazioni dell'elettricità per diversi servizi che di solito sono eseguiti a mano sono descritte in questo articolo. La mungitura meccanica di 10 mucche richiede un consumo mensile di energia fra i 15 e i 30 kWh con motori di potenza compresa fra 0,12 e 0,40 kW; la conservazione del latte prodotto giornalmente, con refrigeranti, assorbe da 25 a 30 kWh al mese per 45 litri di latte al giorno. L'incubazione delle uova assorbe mensilmente da 20 a 25 kWh per ogni covata di 1.000 uova con incubatrici elettriche che hanno una capacità di 15.000 uova. L'allevamento dei pulcini nelle stagioni fredde richiede circa 0,5 kWh per ogni pulcino e per un'intiera stagione. Per lavori pesanti come il riempimento dei silos, il taglio della legna, ecc. si può usare un motore da 3,5 kW in media, facilmente trasportabile ed adattabile a tutte le macchine mediante cinghia. Alcune macchine agricole hanno subito delle modificazioni sostanziali per diminuire la loro velocità di lavorazione e renderle adatte a funzionare con un motore di potenza ridotta.

La macinatura del grano assorbe da 0,5 a 1 kWh per ogni 100 kg di grano mentre per l'avena il consumo è da 2 a 4 kWh e per l'orzo si ha un consumo intermedio. Anche per usi casalinghi l'elettricità trova frequenti applicazioni nelle fattorie americane a causa delle difficoltà sempre crescenti di procurarsi il combustibile; il consumo per persona è in media di 37 kWh al mese. Ad es. per la lavatura delle stoviglie in una casa con 5 persone può convenire di installare una lavatrice meccanica che consuma 2,5 kWh al mese. Il maggiore consumo di energia nelle case è però sempre prodotto dal riscaldamento degli ambienti, dalle cucine elettriche e dall'illuminazione.

I. L.

APPLICAZIONI TERMICHE.

FR. MÖRTZSCH — **La scelta dei fornelli elettrici più adatti per le cucine di aziende agricole di diverse grandezze.** (Elektrizitätswirtschaft-Mitteilungen der VDEW, N. 522, dicembre 1930, pag. 664).

L'A. esamina i fabbisogni delle diverse aziende agricole e determina in proporzione ad essi i tipi di apparecchi elettrici più adatti per le loro cucine. Questo dimensionamento razionale è della massima importanza per rendere l'elettrificazione di tali cucine, economica e pratica, e non può essere, d'altro lato, eseguito in base ai dati raccolti per le città. L'A. ha eseguito il suo studio sulla base delle statistiche tedesche dividendo le diverse aziende agricole, superiori ai due ettari in: piccole (da 2 a 5 ettari); medie (da 5 a 20); grandi (da 20 a 100) e latifondi (oltre 100 ettari). Per ognuna ha determinato il numero delle persone impiegate classificandole in: proprietari e famigliari; salariati, e personale stagionale.

Per le piccole e medie aziende l'A. consiglia i soliti tipi di fornelli domestici, con piastre riscaldanti fino a 220 mm ϕ, forni da 230 × × 330 × 460 mm e potenze di 3,5 ÷ 4,5 kW (due piastre) fino a 3 persone; 5,5 kW (tre piastre) fino a 5 persone; 6,5 kW (quattro piastre) fino a 8 persone. Consiglia poi di munire ciascun fornello di un bollitore a riscaldamento diretto, di servirsi di bollitori separati alimentati con corrente notturna per la preparazione del mangime per il bestiame, e del forno per la preparazione del pane (ciò che è risultato perfettamente possibile, con un consumo di 0,3 ÷ 0,4 kWh per kg di pane) e di installare una stufa elettrica apposita per il riscaldamento invernale della cucina. Per le grandi aziende, con 12 o più persone non bastano più i tipi normali per famiglia; e l'A., sulla base di una porzione di 3/4 di litro di minestra a persona e pasto e di un consumo settimanale di 25 ÷ 30 kg di pane per 12 persone indica come conveniente delle piastre riscaldanti di 300 mm ϕ e dei forni di 500 × 400 mm di pianta. Per un'azienda di 12 persone il fornello dovrebbe comprendere due di tali forni e quattro piastre (due da 300 e due da 220 mm ϕ). Per i latifondi infine (30 ÷ 50 persone e più, con forti percentuali di personale stagionale), l'elettrificazione completa si presenta difficile specialmente a causa delle forti spese di impianto. L'A. esamina alcuni tipi di elettrificazione parziale e conclude indicando come conveniente quella della sola cucina per i proprietari e famigliari. *A. Bs.*

G. R. EXLEY — **Classificazione e prove meccaniche su vari tipi di giunti saldati.** (Gen. Elec. Rev., ottobre 1930, pag. 581).

Nello studio delle giunzioni saldate è necessario tener presente che il metallo «base» e quello «di saldatura» vengono ambedue sollecitati simultaneamente, qualora siano sottoposti ad uno sforzo, e la rottura può avvenire nell'uno oppure nell'altro a seconda delle caratteristiche fisiche del provino, considerato come un assieme unico, ma non come un assieme dei metalli. Il provino composto *non può* dare le caratteristiche del metallo base o del metallo riportato per

saldatura. Quando si vogliano ottenere tali caratteristiche, è necessario ricavarle da pezzi costituiti interamente dell'uno o dell'altro metallo. In un provino composto, qualunque variazione nella qualità, nelle dimensioni o nella disposizione di uno degli elementi costitutivi può influenzare notevolmente il comportamento degli altri elementi.

Gli sforzi diretti sono più uniformemente distribuiti negli elementi con sezione uniforme e simmetrica che non in quelli con cambiamenti bruschi o dissimmetrici di sezione; questi ultimi importano momenti di sforzo complessi, che si sommano agli sforzi elementari. Una variazione brusca complica lo scorrimento del metallo, mentre il lavoro di rottura resta confinato alla sezione minima, dando luogo a sforzi localizzati che prendono sede negli spigoli acuti e negli angoli rientranti. In una classificazione accurata dei vari tipi di giunzione intervengono come variabili le caratteristiche geometriche del giunto, e tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche del metallo base e di quello riportato per saldatura.

La struttura di quest'ultimo costituisce l'oggetto di maggiore considerazione, essendo la variabile più complessa dell'intero gruppo.

E' possibile, facendo dei provini saldati con diverse specie di giunti, determinare le caratteristiche elastiche e lo sforzo di rottura nei vari casi, per stabilire il valore della giunzione in «*per cento*» delle stesse caratteristiche ricavate da provini analoghi senza saldatura.

Perciò la saldatura va eseguita con dimensioni opportune, tali che risultino adatte ad ogni caso; inoltre il rinforzo che da tale eccesso di dimensioni si può ricavare assicura la buona riuscita della saldatura stessa contro irregolarità nel metallo deposto e contro eventuali sovraccarichi dovuti a sforzi di flessione accidentali. L'entità del rinforzo richiesto dipende esclusivamente dal grado di perfezione raggiunto nell'esecuzione del lavoro, e il rinforzo stesso deve essere quanto più simmetrico possibile. La duttilità è la caratteristica maggiormente desiderabile nelle saldature dell'acciaio comune. *C. G. E.*

APPLICAZIONI VARIE.

WILLARD CHAMPE — **Nelle miniere di Wildwood il carbone si estrae con mezzi esclusivamente meccanici.** (The El. J., maggio 1930, p. 261).

La miniera di Wildwood ha una produzione giornaliera di 5.000 tonn. di carbone; il carbone vi si trova in due strati di 75 cm. di spessore separati da uno strato di roccia schistosa di 35 cm. L'avanzata nella miniera si compie a mezzo di gallerie di 3,6 m di larghezza e 1,85 di altezza, sul fondo delle quali si devono praticare da 4 a 8 fori di 2,7 m di profondità a mezzo di una perforatrice elettrica; prima di mettere l'esplosivo in questi fori si toglie lo strato di roccia intermedio con una macchina speciale del peso di 12 tonn nella quale l'utensile ha la forma di una catena Galle con tanti coltelli sporgenti che la catena porta successivamente a sfregare contro la roccia in modo da segnare una profonda incassatura orizzontale. L'eliminazione di questo strato di roccia rende poi più facile l'azione dell'esplosivo.

Il carbone frantumato viene caricatò sui carrelli a mezzo di una caricatrice meccanica che occupa tutta la larghezza della fronte di attacco; i carri sono poi trascinati all'esterno della miniera con locomotori elettrici ad accumulatori e sono scaricati su un tapis roulant di 550 m di lunghezza per 1,4 m di larghezza, il nastro è tenuto in movimento con due motori elettrici uno da 180 kW e l'altro da 55 kW. Da questo nastro il carbone passa nei crivelli dove viene selezionato a seconda della pezzatura. Si tengono i pezzi che hanno una dimensione minima di 10 cm mentre tutti i pezzi più piccoli sono portati ad un separatore meccanico della capacità di 300 tonn all'ora; il carbone è così completamente separato dalla roccia schistosa. La separazione si compie con aria soffiata attraverso il miscuglio disteso su una superficie forata; il carbone più leggero si solleva mentre la roccia più pesante si porta ai lati. La ventilazione nella miniera è assicurata da un ventilatore di 8.500 m³ di portata al minuto e capace di dare all'aria una pressione di 75 mm d'acqua. La produzione di carbone è di 15 tonn. al giorno estraibili con l'ordinario sistema manuale. *I. L.*

B. JONES — **Determinazione del consumo di energia da parte di ascensori col calcolo delle probabilità.** Parte II: Normalizzazione del metodo per la scelta dei cavi di alimentazione. (Gen. Elec. Rev., nov. 1930, p. 650).

Nella prima parte dell'articolo, l'A. ha esposto il metodo di calcolo della potenza assorbita dagli ascensori, allo scopo di determinare sia il carico medio, sia il riscaldamento medio dei cavi di alimentazione. Applicando il metodo già esposto a gruppi di ascensori della portata di 1150 kg e con velocità contrattuale di 183 metri al minuto, l'A. dà in una tabella i dati che permettono di determinare il valore efficace della corrente, a seconda della lunghezza media della corsa, supponendo una durata media delle fermate di 7 secondi. Questa corrente raggiunge un massimo per un determinato valore della lunghezza media, valore che è di poco superiore alla corrente di sollevamento. In pratica però si può ritenere che la corrente efficace per ogni singolo ascensore sia eguale a quella di sollevamento. Anche per i casi di alimentazione di gruppi di ascensori vengono date tabelle che permettono di calcolare la corrente efficace per ogni gruppo. *C. G. E.*

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

W. K. KEARSLEY — **Regolazione della intensità di corrente nei tubi per raggi X a mezzo dei Thyratron.** (Gen. Elec. Rev., ottobre 1930, pag. 571).

Un tubo Coolidge per raggi X è costituito da un diodo ad altissima tensione, nel quale gli elettroni acquistano velocità tanto grandi da provocare la emissione di raggi X, quando essi urtano contro la placca anodica, costituita da tungsteno; l'intensità dei raggi X è allora proporzionale all'intensità della corrente anodica del diodo. Questo ha un filamento, alimentato a corrente alternata, dalle condizioni fisiche del quale (temperatura e stato della superficie) dipende l'intensità dei raggi X: le alterazioni della superficie catodica per combinazione chimica coi gas liberati dalla placca diminuiscono l'emissione, sicchè per mantenere costante l'intensità dei raggi X, è necessario aumentare la corrente di filamento e così aumentare la temperatura del catodo. Tale regolazione, finora fatta a mano, viene ora ottenuta automaticamente utilizzando il Thyratron. Questo è, come è noto, un tubo a gas estremamente rarefatto, munito di griglia di controllo: la scarica nel gas non può avvenire quando il tubo sia utilizzato in corrente alternata, se la griglia è polarizzata negativamente, ed invece si stabilisce la scarica se la griglia ha polarizzazione nulla o leggermente positiva.

Un tale tubo a gas viene messo in parallelo nel circuito di accensione del diodo per raggi X, facendo in modo che la polarizzazione della griglia venga ottenuta per differenza fra la tensione di una batteria e la caduta di tensione, provocata dalla stessa corrente anodica del diodo, su di una resistenza regolabile. Con tale disposizione in ogni semi periodo positivo si avrà un istante definito, nel quale la polarizzazione della griglia diventa nulla per poi conservarsi leggermente positiva; sicchè a causa della scarica, che si stabilisce attraverso il Thyratron, la corrente di accensione del filamento viene quasi completamente annullata fino all'istante, in cui l'inversione della tensione applicata al Thyratron fa cessare la scarica. In conclusione il filamento del tubo per raggi X sarà percorso da una corrente alternativa a carattere pulsante, ma, data la grande massa metalica che lo costituisce, la temperatura media, alla quale rimane scaldato, è sufficiente a mantenerlo in funzionamento normale.

L'azione regolatrice del dispositivo si palesa quando la corrente anodica diminuisce: in tal caso l'istante d'inizio della scarica nel Thyratron viene ritardata rispetto alle condizioni normali e quindi la corrente circola nel filamento per un maggiore intervallo di tempo aumentando così la temperatura media catodica. *C. G. E.*

W. K. KEARSLEY — **Riduzione della tensione inversa sui diodi per raggi X a mezzo di un diodo sul primario dell'anodica.** (Gen. Elec. Rev., ottobre 1930, pag. 572).

Quando un diodo è alimentato in corrente alternata, durante il semiperiodo positivo attivo è sottoposto ad una differenza di potenziale uguale alla tensione del trasformatore diminuita dalla caduta di tensione sul carico; invece nel semiperiodo negativo tutta la tensione del trasformatore è applicata sul diodo, non essendovi più caduta di tensione sul carico. Tale fatto esige una grande cura nella costruzione dei diodi e dei trasformatori di anodica, specialmente per quei tubi, i quali, come nelle applicazioni per raggi X, hanno delle tensioni anodiche elevatissime (dell'ordine di 100 kV). Per eliminare una eccessiva tensione inversa, viene montato un diodo normale sul primario del trasformatore di anodica, tenendo conto della opposizione fra vettori primari e secondari. Con tale accorgimento il trasformatore stesso viene percorso da corrente soltanto nella fase utile e quindi le dimensioni di questo possono, a parità di potenza, essere diminuite notevolmente; di più la caduta di tensione sulla linea, durante la fase attiva viene diminuita. *C. G. E.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

W. BEETZ — **La forza di repulsione fra due conduttori paralleli.** (E. u. M., n. 33, 17 agosto 1930).

La forza repulsiva che si esercita fra due conduttori paralleli percorsi da correnti eguali e contrarie J viene notoriamente espressa dalla relazione:

$$F = \frac{2J^2}{s_m} 10^{-8} \text{ kg}$$

quando le dimensioni dei conduttori sono trascurabili rispetto alla distanza media s_m (cm) fra gli assi dei medesimi. Quando, però, le dimensioni dei conduttori sono dello stesso ordine di grandezza della distanza media s_m, la formula suddetta non dà più risultati esatti, ma soltanto approssimati per difetto.

L'A., calcolando l'azione repulsiva mutua fra i due conduttori, in questo caso, come la somma delle azioni elementari di essi, dimostra che una formula analoga è ancora applicabile, quando al posto della distanza media s_m viene costituita una distanza fittizia che si calcola in funzione delle caratteristiche geometriche del sistema. In modo analogo, viene dimostrato che l'azione mutua fra due conduttori coassiali, di dimensioni non trascurabili rispetto alla loro distanza media, si esprime ancora con una formula simile a quella valida quando la larghezza della corona anulare del conduttore esterno è trascurabile; basta sostituire al raggio di quest'ultima corona, un raggio fittizio, funzione logaritmica delle dimensioni del sistema.

I risultati teorici non concordano rigorosamente con quelli sperimentali perchè essi prescindono da una causa di errore: l'effetto pellicolare che altera la uniformità nella distribuzione della corrente nei conduttori e quindi l'azione mutua fra essi. Per frequenze industriali, tuttavia, l'errore è ridotto a qualche unità per mille e si può ritenere, pertanto, come trascurabile. *V. D. Ma.*

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

D. W. Mc Lenegan - A. G. Ferriss — **Sistema d'avviamento dei motori sincroni con avvolgimento multiplo.** (Gen. Elec. Rev., ottobre 1930, pag. 574).

Dopo l'uso fatto di avvolgimenti multipli nei turbogeneratori, allo scopo di ottenere una forte reattanza per ridurre la corrente di cortocircuito, si pensò di adoperare una disposizione analoga per l'avviamento dei motori sincroni, e cioè di disporre nello statore del sincrono un avvolgimento composto di due o più circuiti, che all'avviamento fossero collegati in modo da avere una reattanza elevata, mentre, raggiunta una certa velocità, venissero, mediante commutatore a mano o automatico, collegati in modo da ottenere una reattanza normale. In questo modo può essere eliminato sia l'autotrasformatore che il reattore in serie, ottenendosi lo stesso effetto di quest'ultimo.

Nel caso di un avvolgimento composto di due soli circuiti A e B si può ottenere uno schema d'avvolgimento assai semplice disponendo il circuito A nelle cave di numero dispari, e il B nelle cave di numero pari. I due circuiti sono in parallelo, ma, mentre il neutro di A è chiuso permanentemente, i tre capi del neutro di B sono portati fuori a un commutatore bipolare. All'avviamento si chiude l'interruttore di macchina, lasciando aperto l'interruttore bipolare, in modo che la corrente passa solo attraverso l'avvolgimento A. L'effetto di aumento di reattanza è dovuto al fatto che, alimentando soltanto la metà dell'avvolgimento distribuito su cave alternate, si ha che il circuito magnetico attorno ai conduttori percorsi da corrente presenta riluttanza molto ridotta e quindi si verifica un aumento del flusso di dispersione. Raggiunta una velocità uguale al 90 % circa di quella normale, con l'interruttore bipolare si chiude il punto neutro del circuito B, in modo che anch'esso viene alimentato a tensione normale in parallelo con A e il motore è pronto per essere sincronizzato applicando l'eccitazione. La coppia di spunto e la corrente sono circa la metà, rispettivamente due terzi di quelle corrispondenti alla alimentazione diretta a piena tensione. Man mano che la velocità aumenta, anche questi rapporti crescono finchè, in vicinanza del sincronismo, sono quasi uguali all'unità. Questa disposizione è quindi molto vantaggiosa per motori azionanti pompe o ventilatori, la cui coppia d'avviamento aumenta con la velocità, mentre non è adottabile per grandi sincroni che si avviano a vuoto e che, poichè assorbono allo spunto una corrente non superiore alla normale, hanno bisogno di una presa molto bassa sull'autotrasformatore. In tutti i casi normali di motori di media potenza e con tensione non troppo elevata, questa disposizione ha anche il grande vantaggio di ridurre lo spazio occupato dagli accessori, non richiedendosi per l'avviamento che un interruttore di linea e un interruttore bipolare di dimensioni modeste.

Si può usare anche un avvolgimento triplo, ma il vantaggio, rispetto all'avvolgimento doppio, non è molto sensibile; perciò questo sistema non viene applicato che in qualche caso particolare.

C. G. E.

IDRAULICA.

E. Campini — **Contributo alla teoria delle piene nelle reti idrauliche** (Energia Elettrica, luglio 1930, pag. 580).

Nello studio delle reti idrauliche a pelo libero si giunge all'integrazione di un'equazione differenziale che tiene conto del volume di acqua affluente, del volume dell'acqua defluente nella sezione di sbocco, del volume immagazzinato nella rete. Varie sono le ipotesi semplificative che permettono di rappresentare le suddette quantità come funzioni di altre variabili note, e così integrare l'equazione.

Riprendendo studi antecedenti è fatto un confronto dei risultati a cui portano le varie ipotesi, estendendone l'applicazione alle reti naturali. E' risultato così che generalmente si ha una sufficiente approssimazione considerando costante l'afflusso alla rete durante la pioggia e variabili con legge lineare il volume accumulato e la portata di sbocco, in funzione dell'area di sbocco stessa. In alcuni casi particolari, come per esempio quando la portata allo sbocco in confronto dell'afflusso e dell'accumulazione, fosse rilevante, risultano però convenienti altre ipotesi circa gli afflussi, che sono stati considerati dall'A. variabili in modo lineare, parabolico o sinusoidale.

E' riportata la bibliografia italiana sull'argomento. *I. P.*

IMPIANTI.

A. Roncaldier — **La marcia in parallelo delle grandi reti.** (Energia Elettrica, settembre 1930, pag. 786).

L'A. riassume i risultati a cui si è giunti nelle discussioni avutesi nell'ultima sessione dell'Unipède (1928), nella Conferenza internazionale sulle grandi reti (Parigi 1929) e in altri lavori ultimamente comparsi nella stampa tecnica circa l'importante problema.

In una prima parte sono analizzate le caratteristiche proprie alla interconnessione di grandi reti, la quale avendo per scopo uno scambio d'energia che può avvenire in diversa misura e direzione fra due o più centrali, se da un lato permette una migliore utilizzazione di tutti gli impianti con minori spese e maggiore sicurezza del servizio, dall'altro determina complicazioni nell'esercizio e rende possibile l'estendersi di incidenti a porzioni più vaste dell'impianto, cimentando in ogni caso gli apparecchi tanto più quanto più estesa è la rete.

Per ciò che riguarda i rapporti contrattuali fra i sistemi collegati, gli accordi relativi presentano pure delle difficoltà, come anche la ripartizione del carico, che per essere la più perfetta dovrebbe essere centralizzata col sistema cioè del cosidetto dirigente unico.

Per la soluzione tecnica del problema si deve tener presente in primo luogo che le tensioni di due centrali fra loro connesse non sono regolabili senz'altro una indipendentemente dall'altra, ma abbisognano in generale dell'interposizione di trasformatori a rapporto regolabile. Tutti i sistemi che anche in caso di perturbazione tendano a mantenere costante la tensione favoriranno il regolare andamento dell'esercizio, perchè la potenza massima trasmissibile senza che le macchine perdano il passo dipende appunto dal quadrato della tensione. Vanno esclusi quindi i limitatori di tensione, mentre si fa sentire il bisogno di relais e interruttori tali da interrompere in tempo brevissimo potenze eccezionali, in modo che l'effetto dei cortocircuiti non sia risentito dalle macchine. *I. P.*

A. Segall — **Reti di distribuzione sotterranea a bassa tensione senza protezioni speciali contro le sovracorrenti.** (R. G. E., 1° novembre 1930, pag. 693).

L'A. dopo aver illustrato i vantaggi delle reti a maglie, considerando i varii guasti che possono avvenire nel caso che dette reti siano sotterranee ed alimentate direttamente a bassa tensione, analizza i varii sistemi ora in uso per le protezioni contro le sovratensioni. Dopo aver rilevato come in America (salvo a Filadelfia), si sono ottenuti ottimi risultati adoperando il cavo stesso come disgiuntore, permettendo cioè che il guasto abbia corso distruggendo il cavo nel punto ove esso si è manifestato, l'A. analizza gli esperimenti fatti dal Dott. Krohne della Berliner Elektricitätswerke-Aktien-Gesellschaft.

Dopo aver analizzato i vari tipi di cavi ed i vari metodi di posa, vengono esaminati i guasti che si possono presentare, i mezzi adottati per realizzarli artificialmente, ed i risultati delle prove.

L'A. conclude che i risultati sono stati soddisfacenti, e gli accorgimenti da adottarsi per limitare gli squilibri e dare la quasi assoluta certezza della eliminazione del guasto, sono talmente semplici, che la Berliner Elektricitätswerke-Aktien-Gesellschaft si è decisa a mettere in servizio quest'anno una rete concepita con tali criteri per quanto riguarda la protezione contro le sovracorrenti. *C. R.*

J. Hak — **Alcuni rilievi sulla concorrenza dell'energia termica con l'energia idraulica e sulla fornitura dell'energia di punta.** (R. G. E., 4 ottobre 1930, pag. 529).

L'A. comincia col rilevare che il semplice paragone del costo di produzione dell'energia prodotta per via termica e per via idraulica non è elemento sufficiente di giudizio. Occorre innanzitutto distinguere tra energia di base e di punta. Questo semplice concetto ingenera l'introduzione nel problema di numerose costanti (quali i prezzi di installazione riferiti al kW, il rendimento termico, ecc.) estremamente variabili da caso a caso. Di queste costanti uno, che ha una notevole influenza sul costo di produzione dell'energia termica, è il rendimento termico, che a sua volta è funzione del carico della centrale stessa. Si comprende quindi come sia oltremodo difficile il poter stabilire a priori una suddivisione economicamente razionale del diagramma di carico tra una centrale termica ed una idraulica funzionanti in parallelo. L'A. cerca appunto di stabilire delle equazioni di carattere generale per risolvere il problema, limitandosi però solamente al caso di centrale termica con o senza accumulatori di energia, e di centrale idraulica senza serbatoio stagionale e con o senza serbatoio di regolazione diurna.

L'A. conclude dicendo che la soluzione più economica in caso di funzionamento in parallelo è quella di una giudiziosa ripartizione del carico tra i tre elementi: centrale termica, accumulatore dell'energia prodotta per via termica, centrale idraulica. *C. R.*

A. J. Cowan — **Apparecchiatura per la centrale termica di 250.000 kW di Stalingrado.** (Gen. Elec. Rev., ottobre 1930, pag. 577).

Il programma di espansione industriale della Repubblica Sovietica per il quinquennio 1928-1933 comprende un aumento di energia elettrica erogata da 5 a 22 miliardi di kWh. Per realizzare questo programma è stata intrapresa la costruzione di importanti centrali a vapore fra cui è da menzionare quella di Stalingrado sul Volga. Essa è provvista di gruppi turbo-generatori, e avrà un potenza iniziale di 60.000 kVA aumentabile in seguito a 170.000 e a 250.000 kVA. La energia prodotta a 11.000 volt, 50 periodi, viene trasformata a 115.000 volt per il trasporto con una linea della lunghezza di circa 200 km. L'apparecchiatura, sia per i circuiti principali che per quelli ausiliari, rappresenta quanto di più recente è stato ottenuto in questo campo della tecnica.

I quadri sono tutti in metallo con intelaiatura in ferri saldati. Sui pannelli frontali del quadro per i circuiti principali sono disposti gli strumenti indicatori e i dispositivi di comando per i generatori, i trasformatori e le linee di trasmissione. Sui pannelli posteriori sono

montati invece i contatori, i wattmetri registratori e i necessari relais. I circuiti ausiliari della centrale a 3300 volt e inoltre tutti quelli delle sottostazioni collegate alla centrale saranno controllati mediante quadri pure metallici del tipo «duplex».

I pannelli posteriori a cerniera, distanti circa 50 cm da quelli anteriori, fissi, permettono l'accesso ai collegamenti e formano un unico complesso chiuso di piccolo ingombro e facilmente trasportabile. L'assegnazione degli strumenti e degli apparecchi sui due quadri viene fatta come per i circuiti principali. I relais e i regolatori per gli alternatori sono montati su pannelli a cerniera per fissaggio a parete; lo spazio posteriore è accessibile solo quando i pannelli sono ruotati dalla posizione normale. Tutti gli strumenti sono provvisti di opportuni apparecchi per la prova e la taratura degli strumenti stessi.

L'indicazione dell'energia erogata, integrata da un wattmetro registratore, viene trasmessa, mediante un generatore Selsyn e relativi indicatori al pannello anteriore del quadro principale, all'ufficio del capo centrale, alla sala turbine e alla sala caldaie. Pure con Selsyn vengono comunicate alla sala turbine e alla sala caldaie le previste variazioni di carico. Gli interruttori in olio sono bloccati elettricamente coi coltelli separatori per impedire la manovra di questi ultimi sotto carico. *C. G. E.*

MATERIALI.

F. Beldi — Migliorie nell'isolamento delle macchine ad alta tensione. (Revue Brown Boveri, n. 10, ottobre 1930).

La necessità di costruire macchine elettriche ad alta tensione ed, in particolare, il turbo-alternatore a 36.000 V per le centrali di Langerbrugge nelle Fiandre, ha indotto la Brown Boveri ad esaminare a fondo il problema dell'isolamento delle macchine ed a cercare le condizioni a cui devono soddisfare gli isolanti di esse.

Lo studio dell'A. concerne, appunto, un tipo perfezionato di isolante per alternatori. I componenti noti: mica, carta e lacca sono stati conservati, ma prove approfondite sono state effettuate allo scopo di determinare l'influenza della proporzione dei diversi elementi sul valore delle perdite dielettriche dell'isolante. Si è riscontrato che la gomma lacca, della qualità utilizzata fino ad oggidì, come agglomerante, non è adatta per la preparazione degli isolanti per le alte tensioni. Per tale preparazione è stata invece impiegata una lacca speciale che presenta perdite dielettriche alquanto più ridotte delle perdite del primitivo isolante.

E' stata pure studiata l'influenza del processo di fabbricazione sulle qualità dell'isolante e si è arrivati a ridurre ad 1/20 le perdite dell'isolamento ordinario e ad ottenere un prodotto a grande rigidità dielettrica, tanto in servizio permanente a caldo, quanto in occasione di sovratensioni passeggere. Si è constatato, infatti, che sbarre destinate ad un alternatore a 36 kV, poste in condizioni identiche alle condizioni di servizio, hanno sopportato, durante parecchie ore, una tensione di 60 kV senza che si verificassero perforazioni: aumentando rapidamente la tensione si è arrivati a realizzare delle tensioni di perforazione superiori a 200 kV.

Dal punto di vista meccanico, il nuovo isolante si è rivelato molto più resistente di quello ordinario.

L'A. cita anche gli studi fatti per migliorare il problema dell'isolamento dei conduttori all'uscita delle cave. L'impiego di un dispositivo di protezione contro gli effluvi ha permesso di far sì che anche con tensioni molto più elevate di quelle d'esercizio, le scariche che si verificano sono di proporzioni molto limitate, tali da riuscire appena visibili. *V. D. Ma.*

A. Smurow — Prove sperimentali sull'invecchiamento di olii per trasformatori. (E. T. Z., n. 44 del 30 ottobre 1930, pag. 1515).

Nel laboratorio per alte tensioni del'Istituto Elettrotecnico di Leningrado si sono fatte prove su olii di trasformatori alla scopo di determinare la dipendenza delle loro perdite dielettriche dall'invecchiamento, che si verifica in seguito all'ossidazione dell'olio stesso.

I risultati di questi esperimenti si possono riassumere come segue:

1) La tangente dell'angolo delle perdite dell'olio cresce colla temperatura.

2) La stessa tangente cresce colla durata dell'ossidazione.

3) La stessa tangente è tanto più grande quanto maggiori sono le alterazioni chimiche nell'olio durante l'ossidazione.

4) Le perdite aumentano più fortemente colla temperatura, quando l'olio viene riscaldato in presenza del deposito, che esso lascia, che non quando venga filtrato prima del riscaldamento. *T. S.*

MISURE.

L. Brueckman - I. Reichert — Un misuratore termico di potenza di moderna costruzione. (E. u. M., n. 34, 24 agosto 1930).

L'A. descrive un istrumento termico di misura della potenza, basato nel principio differenziale, che si può impiegare utilmente nella pratica quando l'istrumento elettrodinamico non dà più risultati attendibili. Contrariamente ad un'opinione assai diffusa, il wattmetro termico, costruito con accorgimento, non presenta un'inerzia eccessiva, non è meno raccomandabile dell'istrumento elettrodinamico e non assorbe molta corrente. Va notato, inoltre, che il funzionamento non è soggetto a disturbi dovuti ad induzione od a capacità ed è pressochè indipendente dalla frequenza della rete, fino a frequenze molto elevate. Col wattmetro termico è pure possibile misurare potenze a tensioni assai ridotte (3 V) e piccole intensità di corrente.

Coll'istrumento descritto è possibile misurare, oltre che la potenza di un circuito anche la tensione oppure la corrente; è sufficiente a questo scopo, effettuare apposite commutazioni. *V. D. Ma.*

A. Körblein — Misura di valori variabili di corrente per mezzo di lampade a raggi catodici. (E. T. Z., n. 43 del 23 ottobre 1930, pag. 1486).

Per determinare l'intensità di punte di corrente di breve durata (corti circuiti in valvole o in interruttori automatici, corrente di avviamento di motori) si fa uso della tensione di accensione di lampade a raggi catodici. Queste vengono collegate con schema potenziometrico a una resistenza di misura nota, attraverso la quale passa la corrente da misurare. Se sono disponibili solo piccole tensioni, esse vengono portate fino al valore dell'accensione delle lampade per mezzo di una tensione di compensazione e per corrente alternata, mediante inserzione di un trasformatore. Di solito misure di questo genere esigono l'impiego dell'oscillografo: però tale strumento si presta solo ad essere usato in laboratorio: invece i metodi sopradescritti si possono usare praticamente anche sui montaggi, pur ottenendosi la stessa precisione dei risultati ottenuti coll'oscillografo. *T. S.*

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

A. Lang — L'influenza del dimensionamento dei motori trifasi nel prezzo di costo dei medesimi. (E. u. M., n. 33, 17 agosto 1930).

E' noto che l'aumento delle dimensioni di un motore trifase, a parità di prestazioni, porta ad una maggior facilità di avvolgimento del medesimo e quindi ad una diminuzione del costo di lavorazione. L'A., sulla scorta di alcuni esempi, dimostra che, in generale, questa diminuzione è compensata da un maggior costo dei materiali impiegati in modo che il prezzo di costo del motore subisce un aumento in luogo di una diminuzione. *V. D. Ma.*

H. Heinrich — I motori ausiliari per le motonavi devono offrire delle particolari garanzie. (The El. J., agosto 1930, pag. 463).

Il «City of New York» è un bastimento da carico e per passeggeri fornito di due motori da 200 kW ad olio pesante ed a 4 cilindri; esso ha fatto il suo primo viaggio nei mari antartici. Tutti i servizi ausiliari di questa motonave sono affidati a motori elettrici a c. c. di tipo diverso a seconda che sono montati sopra o sotto coperta. L'energia elettrica per tali servizî è prodotta da due dinamo da 220 kW e 230 volt accoppiate con motori Diesel; un terzo gruppo elettrogeno da 20 kW serve nei periodi di massimo carico. I motori sono tutti di tipo veloce con riduttori ad ingranaggi in modo da ridurre al minimo l'ingombro; lo stator è costruito in ferro fucinato ed è perciò più leggero e resistente alle sollecitazioni meccaniche quando il mare è in burrasca. I sopporti dei motori sono a tenuta d'olio in previsione della possibilità che l'olio avrebbe di uscire quando la nave si inclina. Speciali vernici proteggono l'isolante contro l'umidità e gli sgocciolamenti di acqua salata. Il timone è comandato a distanza con tre diversi sistemi: idraulico, a motore elettrico ed a mano. L'olio in pressione necessario per la manovra del timone è fornito da due motopompe ad olio che funzionano normalmente a vuoto e sotto carico soltanto quando si vuole girare il timone. Il comando dell'ancora è fatto con un motore elettrico che ha due velocità di regime che stanno nel rapporto di 1 a 2,5 a seconda che si tratta di sollevare o di abbassare l'ancora. La messa a punto dei motori Diesel per l'avviamento è pure compiuta con un motore elettrico con un rapporto di riduzione degli ingranaggi molto elevato. *I. L.*

MOTORI PRIMI.

S. Ruberti — Esame dei mezzi adottati per aumentare il rendimento nelle macchine a vapore. (Energia Elettrica, ottobre 1930, pag. 861).

La trattazione si prefigge di completare le osservazioni e i risultati relativi all'argomento con diagrammi capaci di sintetizzare l'andamento dei fenomeni e le conclusioni inerenti. Per l'aumento della pressione in caldaia si vede come, al disopra di una certa pressione sia lieve l'aumento del lavoro disponibile e del coefficiente economico del ciclo; ma essendo tale fattore il più piccolo dei tre che dànno il rendimento totale un aumento anche di pochi centesimi, produce miglioramenti sensibili. Oggi la pressione è limitata, si può dire, dalla temperatura in caldaia poichè l'acciaio comincia già a risentirne a 400°. Volendo limitare la pressione pur conservando alte temperature si varia il fluido intermediario adottando ad esempio il mercurio.

Le variazioni del lavoro disponibile, del coefficiente economico e del consumo di carbone col surriscaldamento sono messi in evidenza in funzione delle temperature del vapore.

Per quanto riguarda il riscaldamento dell'acqua d'alimentazione sono illustrati i due metodi; con i gas caldi che abbandonano il generatore e col vapore di estrazione. Per quest'ultimo caso l'aumento di rendimento tende a declinare man mano che l'estrazione si fa a temperature sempre più prossime alla massima e alla minima del ciclo. In pratica si adottano tre estrazioni. Utilissima è l'intensificazione del vuoto nel condensatore e a questo scopo meritano riguardo le cure

montati invece i contatori, i wattmetri registratori e i necessari relais. I circuiti ausiliari della centrale a 3300 volt e inoltre tutti quelli delle sottostazioni collegate alla centrale saranno controllati mediante quadri pure metallici del tipo «duplex».

I pannelli posteriori a cerniera, distanti circa 50 cm da quelli anteriori, fissi, permettono l'accesso ai collegamenti e formano un unico complesso chiuso di piccolo ingombro e facilmente trasportabile. L'assegnazione degli strumenti e degli apparecchi sui due quadri viene fatta come per i circuiti principali. I relais e i regolatori per gli alternatori sono montati su pannelli a cerniera per fissaggio a parete; lo spazio posteriore è accessibile solo quando i pannelli sono ruotati dalla posizione normale. Tutti gli strumenti sono provvisti di opportuni apparecchi per la prova e la taratura degli strumenti stessi.

L'indicazione dell'energia erogata, integrata da un wattmetro registratore, viene trasmessa, mediante un generatore Selsyn e relativi indicatori al pannello anteriore del quadro principale, all'ufficio del capo centrale, alla sala turbine e alla sala caldaie. Pure con Selsyn vengono comunicate alla sala turbine e alla sala caldaie le previste variazioni di carico. Gli interruttori in olio sono bloccati elettricamente coi coltelli separatori per impedire la manovra di questi ultimi sotto carico. *C. G. E.*

MATERIALI.

F. Beldi — **Migliorie nell'isolamento delle macchine ad alta tensione.** (Revue Brown Boveri, n. 10, ottobre 1930).

La necessità di costruire macchine elettriche ad alta tensione ed, in particolare, il turbo-alternatore a 36.000 V per le centrali di Langerbrugge nelle Fiandre, ha indotto la Brown Boveri ad esaminare a fondo il problema dell'isolamento delle macchine ed a cercare le condizioni a cui devono soddisfare gli isolanti di esse.

Lo studio dell'A. concerne, appunto, un tipo perfezionato di isolante per alternatori. I componenti noti: mica, carta e lacca sono stati conservati, ma prove approfondite sono state effettuate allo scopo di determinare l'influenza della proporzione dei diversi elementi sul valore delle perdite dielettriche dell'isolante. Si è riscontrato che la gomma lacca, della qualità utilizzata fino ad oggidì, come agglomerante, non è adatta per la preparazione degli isolanti per le alte tensioni. Per tale preparazione è stata invece impiegata una lacca speciale che presenta perdite dielettriche alquanto più ridotte delle perdite del primitivo isolante.

E' stata pure studiata l'influenza del processo di fabbricazione sulle qualità dell'isolante e si è arrivati a ridurre ad 1/20 le perdite dell'isolamento ordinario e ad ottenere un prodotto a grande rigidità dielettrica, tanto in servizio permanente a caldo, quanto in occasione di sovratensioni passeggere. Si è constatato, infatti, che sbarre destinate ad un alternatore a 36 kV, poste in condizioni identiche alle condizioni di servizio, hanno sopportato, durante parecchie ore, una tensione di 60 kV senza che si verificassero perforazioni: aumentando rapidamente la tensione si è arrivati a realizzare delle tensioni di perforazione superiori a 200 kV.

Dal punto di vista meccanico, il nuovo isolante si è rivelato molto più resistente di quello ordinario.

L'A. cita anche gli studi fatti per migliorare il problema dell'isolamento dei conduttori all'uscita delle cave. L'impiego di un dispositivo di protezione contro gli effluvi ha permesso di far sì che anche con tensioni molto più elevate di quelle d'esercizio, le scariche che si verificano sono di proporzioni molto limitate, tali da riuscire appena visibili. *V. D. Ma.*

A. Smurow — **Prove sperimentali sull'invecchiamento di olii per trasformatori.** (E. T. Z., n. 44 del 30 ottobre 1930, pag. 1515).

Nel laboratorio per alte tensioni del'Istituto Elettrotecnico di Leningrado si sono fatte prove su olii di trasformatori alla scopo di determinare la dipendenza delle loro perdite dielettriche dall'invecchiamento, che si verifica in seguito all'ossidazione dell'olio stesso.

I risultati di questi esperimenti si possono riassumere come segue:

1) La tangente dell'angolo delle perdite dell'olio cresce colla temperatura.

2) La stessa tangente cresce colla durata dell'ossidazione.

3) La stessa tangente è tanto più grande quanto maggiori sono le alterazioni chimiche nell'olio durante l'ossidazione.

4) Le perdite aumentano più fortemente colla temperatura, quando l'olio viene riscaldato in presenza del deposito, che esso lascia, che non quando venga filtrato prima del riscaldamento. *T. S.*

MISURE.

L. Brueckman - I. Reichert — **Un misuratore termico di potenza di moderna costruzione.** (E. u. M., n. 34, 24 agosto 1930).

L'A. descrive un istrumento termico di misura della potenza, basato nel principio differenziale, che si può impiegare utilmente nella pratica quando l'istrumento elettrodinamico non dà più risultati attendibili. Contrariamente ad un'opinione assai diffusa, il wattmetro termico, costruito con accorgimento, non presenta un'inerzia eccessiva, non è meno raccomandabile dell'istrumento elettrodinamico e non assorbe molta corrente. Va notato, inoltre, che il funzionamento non è soggetto a disturbi dovuti ad induzione od a capacità ed è pressochè indipendente dalla frequenza della rete, fino a frequenze molto elevate. Col wattmetro termico è pure possibile misurare potenze a tensioni assai ridotte (3 V) e piccole intensità di corrente.

Coll'istrumento descritto è possibile misurare, oltre che la potenza di un circuito anche la tensione oppure la corrente; è sufficiente a questo scopo, effettuare apposite commutazioni. *V. D. Ma.*

A. Körblein — **Misura di valori variabili di corrente per mezzo di lampade a raggi catodici.** (E. T. Z., n. 43 del 23 ottobre 1930, pag. 1486).

Per determinare l'intensità di punte di corrente di breve durata (corti circuiti in valvole o in interruttori automatici, corrente di avviamento di motori) si fa uso della tensione di accensione di lampade a raggi catodici. Queste vengono collegate con schema potenziometrico a una resistenza di misura nota, attraverso la quale passa la corrente da misurare. Se sono disponibili solo piccole tensioni, esse vengono portate fino al valore dell'accensione delle lampade per mezzo di una tensione di compensazione e per corrente alternata, mediante inserzione di un trasformatore. Di solito misure di questo genere esigono l'impiego dell'oscillografo: però tale strumento si presta solo ad essere usato in laboratorio: invece i metodi sopradescritti si possono usare praticamente anche sui montaggi, pur ottenendosi la stessa precisione dei risultati ottenuti coll'oscillografo. *T. S.*

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

A. Lang — **L'influenza del dimensionamento dei motori trifasi nel prezzo di costo dei medesimi.** (E. u. M., n. 33, 17 agosto 1930).

E' noto che l'aumento delle dimensioni di un motore trifase, a parità di prestazioni, porta ad una maggior facilità di avvolgimento del medesimo e quindi ad una diminuzione del costo di lavorazione. L'A., sulla scorta di alcuni esempi, dimostra che, in generale, questa diminuzione è compensata da un maggior costo dei materiali impiegati in modo che il prezzo di costo del motore subisce un aumento in luogo di una diminuzione. *V. D. Ma.*

H. Heinrich — **I motori ausiliari per le motonavi devono offrire delle particolari garanzie.** (The El. J., agosto 1930, pag. 463).

Il «City of New York» è un bastimento da carico e per passeggeri fornito di due motori da 200 kW ad olio pesante ed a 4 cilindri; esso ha fatto il suo primo viaggio nei mari antartici. Tutti i servizi ausiliari di questa motonave sono affidati a motori elettrici a c. c. di tipo diverso a seconda che sono montati sopra o sotto coperta. L'energia elettrica per tali servizî è prodotta da due dinamo da 220 kW e 230 volt accoppiate con motori Diesel; un terzo gruppo elettrogeno da 20 kW serve nei periodi di massimo carico. I motori sono tutti di tipo veloce con riduttori ad ingranaggi in modo da ridurre al minimo l'ingombro; lo stator è costruito in ferro fucinato ed è perciò più leggero e resistente alle sollecitazioni meccaniche quando il mare è in burrasca. I sopporti dei motori sono a tenuta d'olio in previsione della possibilità che l'olio avrebbe di uscire quando la nave si inclina. Speciali vernici proteggono l'isolante contro l'umidità e gli sgocciolamenti di acqua salata. Il timone è comandato a distanza con tre diversi sistemi: idraulico, a motore elettrico ed a mano. L'olio in pressione necessario per la manovra del timone è fornito da due motopompe ad olio che funzionano normalmente a vuoto e sotto carico soltanto quando si vuole girare il timone. Il comando dell'ancora è fatto con un motore elettrico che ha due velocità di regime che stanno nel rapporto di 1 a 2,5 a seconda che si tratta di sollevare o di abbassare l'ancora. La messa a punto dei motori Diesel per l'avviamento è pure compiuta con un motore elettrico con un rapporto di riduzione degli ingranaggi molto elevato. *I. L.*

MOTORI PRIMI.

S. Ruberti — **Esame dei mezzi adottati per aumentare il rendimento nelle macchine a vapore.** (Energia Elettrica, ottobre 1930, pag. 861).

La trattazione si prefigge di completare le osservazioni e i risultati relativi all'argomento con diagrammi capaci di sintetizzare l'andamento dei fenomeni e le conclusioni inerenti. Per l'aumento della pressione in caldaia si vede come, al disopra di una certa pressione sia lieve l'aumento del lavoro disponibile e del coefficiente economico del ciclo; ma essendo tale fattore il più piccolo dei tre che dànno il rendimento totale un aumento anche di pochi centesimi, produce miglioramenti sensibili. Oggi la pressione è limitata, si può dire, dalla temperatura in caldaia poichè l'acciaio comincia già a risentirne a 400°. Volendo limitare la pressione pur conservando alte temperature si varia il fluido intermediario adottando ad esempio il mercurio.

Le variazioni del lavoro disponibile, del coefficiente economico e del consumo di carbone col surriscaldamento sono messi in evidenza in funzione delle temperature del vapore.

Per quanto riguarda il riscaldamento dell'acqua d'alimentazione sono illustrati i due metodi; con i gas caldi che abbandonano il generatore e col vapore di estrazione. Per quest'ultimo caso l'aumento di rendimento tende a declinare man mano che l'estrazione si fa a temperature sempre più prossime alla massima e alla minima del ciclo. In pratica si adottano tre estrazioni. Utilissima è l'intensificazione dei vuoto nel condensatore e a questo scopo meritano riguardo le cure

il distributore giacchè sono molto distribuite nello spazio, e concentrate nel tempo, e che possono essere migliorate dalla trebbiatura consorziale, la tariffa dovrebbe essere tale da favorire la formazione di tali consorzi. Dopo aver criticato i sistemi di tariffa attualmente usati nella Germania meridionale e cioè quelli a tasso base per potenza impegnata, a ore di utilizzazione, a contatore semplice, e a quantum fisso, l'A. consiglia una combinazione tra una tariffa a tasso base e una tariffa a contatore semplice; nel senso che ciascun proprietario debba avere un piccolo motore pagato secondo una tariffa a tasso base, che serva ai suoi diversi fabbisogni particolari, mentre un certo numero di proprietari, riunito in consorzio (viene fissato il minimo) possiede un motore destinato alla trebbiatura, che viene pagato secondo una tariffa semplice a contatore, oppure secondo una tariffa a tasso base ridotto. L'A. esemplifica l'applicazione di tale tariffa in confronto alle altre, e ne mette in evidenza i vantaggi.

A. Bs.

TRASFORMATORI.

H. C. BECK — **Sottostazioni con raddrizzatori a vapore di mercurio, per impianti elettrolitici.** (Revue Brown Boveri, n. 10, ottobre 1930).

L'A. espone le ragioni per le quali la « Consolidatet Mining e Smelting Company » di Trail nella Columbia Britannica, che costituisce una delle più grandi società produttrici di zinco elettrolitico, ha deciso di impiegare su vasta scala i raddrizzatori a vapore di mercurio per l'alimentazione dei bagni elettrolitici. A questo scopo, sono stati impiegati fino al 1928, dei gruppi convertitori e delle commutatrici a forti intensità.

Si è riscontrato che i vapori acidi, penetrando, malgrado ogni precauzione, nella sala macchine, si condensavano sopra i collettori che dovevano esser sottoposti a frequenti revisioni. A causa delle variazioni improvvise della tensione e della frequenza della linea d'alimentazione, le commutatrici presentavano frequentemente dei colpi di fuoco, con fenomeni che provocavano la messa fuori servizio di tutte le macchine sincrone. Questi inconvenienti non sussistono coll'impiego dei raddrizzatori i quali non vengono intaccati dai vapori acidi e sono affatto insensibili alle brusche variazioni di tensione o di frequenza. Inoltre, la sicurezza più assoluta contro le inversioni di polarità evita uno dei pericoli più gravi che sono connessi all'impiego delle commutatrici per la preparazione dell'idrogeno: la possibile formazione di una miscela esplosiva di ossigeno ed idrogeno a causa dell'inversione di polarità agli elettrodi del bagno elettrolitico.

I gruppi raddrizzatori, attualmente in esercizio per la produzione dello zinco elettrolitico, sono tre, costituiti ciascuno da due cilindri da 5000 A a 460-560 V. Ciascun gruppo viene alimentato da un trasformatore con primario a 13.200 V; le sbarre a quest'ultima tensione sono connesse alle linee d'alimentazione a 60.000 V, 60 per/sec attraverso a tre trasformatori monofasi da 8800 kVA.

I gruppi che verranno installati per la preparazione elettrolitica dell'idrogeno saranno due, ciascuno composto di due cilindri da 5000 A, 683 V; i trasformatori dei raddrizzatori saranno alimentati direttamente a 60.000 V.

L'A. descrive gli impianti nei loro particolari e mette in rilievo un notevole vantaggio che essi hanno realizzato: la grande economia di spazio, in relazione colla potenza installata.

V. D. Ma.

W. MULDER - H DUINKER — **Un raddrizzatore con trasformatore trifase-tetrafase.** (E. u. M., n. 36, 7 settembre 1930).

Dovendo impiegare raddrizzatori per trasformare corrente monofase o trifase si procura di alimentare questi con corrente avente un numero di fasi più alto possibile. Si viene in tal modo a realizzare un miglior equilibrio del carico nella rete d'alimentazione, a diminuire la pulsazione dell'onda di tensione raddrizzata, a ridurre, a parità di tensione lato c. c., la tensione secondaria.

Coll'adozione dei tubi raddrizzatori a due anodi, per potenze limitate, si presenta opportuna l'alimentazione tetrafase. Per ottenere la corrente a quattro fasi, gli AA. utilizzano il collegamento Scott, realizzato mediante un trasformatore a tre colonne delle quali la mediana non porta avvolgimenti ed ha una sezione eguale a $\sqrt{2}$ volte quella delle altre due. Rispetto al sistema Scott con due trasformatori, si ottiene a questo modo una notevole semplificazione ed un risparmio di materiali. Gli AA. indicano la caratteristica esterna e la curva del rendimento di un raddrizzatore per il quale è applicato il sistema descritto.

V. D. Ma.

F. W. PEEK, JR. — **Prove ad impulso su trasformatori di potenza.** (Gen. Elec. Rev., ottobre 1930, pag. 592).

L'A. dà notizia di un'interessante prova effettuata nelle officine di Pittsfield su di un trasformatore non risonante da 13.000 kVA, 220.000 volt. Dopo eseguite le comuni prove, il trasformatore venne connesso al generatore di impulsi con un breve tratto di linea con isolamento normale costituito da una catena di 14 isolatori spaziati di 145 mm. Le onde usate avevano la fronte di mezzo microsecondo e la coda variabile da cinque a centocinquanta microsecondi. Alla prima prova avvenne la scarica ad uno spinterometro con distanza m 1.60 inserito in circuito; tolto lo spinterometro e ripetuta la prova avvenne la scarica sulla catena di isolatori. Infine venne aumentato l'isolamento di linea fino a fare avvenire la scarica sul passante del trasformatore. Durante le prove di cui sopra, venne misurata la distribuzione della tensione lungo gli avvolgimenti e fu riscontrata uniforme; alla fine di essa, vennero ripetute tutte le prove normali ed il trasformatore fu riscontrato in condizioni perfette. Ciò è tanto più notevole in quanto tali prove non erano previste quando il trasformatore fu studiato, e quindi non vennero adottati, nella costruzione, accorgimenti particolari, ma fu seguito il metodo normale.

C. G. E.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

C. A. POWELL — **Si può costruire una linea elettrica resistente ai fulmini?** (The El. J., luglio 1930, pag. 395).

Le recenti ricerche sperimentali hanno permesso di conoscere meglio il modo di prodursi di un fulmine in seno ad una nube. La nube si deve considerare come una zona dell'atmosfera perfettamente isolata in quanto le cariche di elettricità che vi si trovano distribuite non possono muoversi essendo racchiuse dalle goccioline d'acqua; l'aria che circonda la nube è invece conduttrice perchè contiene degli ioni liberi. La scarica atmosferica prende origine da un punto della nube nel quale il gradiente del potenziale ha subito un aumento molto forte, la scarica si propaga poi agli altri punti con una velocità che è da 1/10 a 1/50 di quella della luce. La velocità di propagazione delle cariche di elettricità lungo il percorso visibile del fulmine è molto prossima a quella della luce. Il fulmine risulta perciò costituito da una serie di scariche parziali; se la nube fosse perfettamente conduttrice le scariche atmosferiche avrebbero degli effetto ben più grandiosi.

Per proteggere una linea di trasmissione contro il fulmine si possono seguire tre vie. Si può migliorare la messa a terra dei fili di terra in modo da evitare che la scarica del fulmine su di essi possa aumentarne la tensione al punto da adescare delle scariche laterali sui conduttori della linea. A risultati più sicuri si giunge però sistemando degli scaricatori autovalvolari lungo la linea a breve intervallo l'uno dall'altro; la facilità di costruire tali scaricatori fa prevedere che in avvenire tale soluzione sarà anche economicamente accettabile. Un terzo sistema è di isolare i fili di terra rispetto ai sostegni in ferro a mezzo di paletti di legno che offrono una notevole impedenza alle scariche ad impulso; in tal modo si evita il pericolo di elevare il potenziale del sostegno di ferro e di produrre una scarica superficiale attraverso agli isolatori. La linea di terra dovrebbe perciò essere isolata dai sostegni metallici e messa a terra con dei conduttori indipendenti.

I. L.

M. TAMA — **L'uso dei condensatori per il miglioramento del fattore di potenza con particolare riguardo ai risultati dell'esperienza.** (E. T. Z., n. 35 del 28 agosto 1930, pag. 1227).

I condensatori elettrostatici, che finora erano stati usati solo in misura limitata per il miglioramento del fattore di potenza, sono stati invece largamente impiegati nelle officine della Hirsch, Kupfer und Messingwerke A. G. in Germania. Queste lavorano con una potenza massima di 7500 kW con un cosfi di oltre 0,99 ottenuto con condensatori statici. Essi sono principalmente installati sulle sbarre omnibus dell'impianto di fonderia, la quale è equipaggiata con forni a induzione per una potenza complessiva di circa 3500 kW: con condensatori statici installati si ha un miglioramento del fattore di potenza da 0,7 a 0,99.

Circa i condensatori da usare, l'A. sconsiglia di impiegare condensatori costituiti da cavi, perchè in essi non si può praticare un buon raffreddamento.

I condensatori impiegati nell'impianto descritto sono del tipo in olio: questo ha lo scopo di migliorare le proprietà dielettriche della carta e di sottrarre il calore.

Circa la convenienza economica dei condensatori bisogna tener conto del loro costo e delle perdite: da alcune curve riprodotte dall'A. si vede che, per potenze medie e grandi, conviene il condensatore rotante, mentre per piccole potenze conviene quello statico. Circa le perdite, il condensatore statico presenta una grande superiorità, perchè lavora con perdite del 0,2 %, mentre quelle dei condensatori rotanti sono notevolmente superiori.

T. S.

H. A. TRAVERS - W. W. PARKER — **Un quadro per lo studio dei circuiti con corrente alternata.** (The El. J., maggio 1930, pag. 266).

Questo nuovo tipo di quadro è una modificazione di un modello studiato per funzionare con c. c.; lo scopo è di permettere una risoluzione rapida dei seguenti problemi: distribuzione del carico in una rete di conduttori comunque complessa, studio della stabilità di funzionamento degli impianti elettrici, valutazione degli effetti induttivi fra linee parallele, analisi delle correnti di corto circuito nei punti di collegamento fra linee di trasporto dell'energia elettrica. La c. a. a 220 volt e 440 periodi/sec è prodotta da un gruppo motore-generatore sincrono e viene mandata al quadro attraverso un regolatore di tensione asincrono ad induzione che permette di variarne la tensione con continuità da 0 a 440 volt. Si può variare anche la fase della c. a. con uno sfasatore, pure ad induzione, sistemato dopo il regolatore di tensione. Il quadro porta una serie di resistenze ohmiche combinabili in modo da realizzare qualsiasi resistenza da 1 a 999 ohm; un'altra serie di reattanze induttive pure variabili da 1 a 1.100 ohm e una di condensatori di capacità compresa fra 0,01 e 4,05 microfarad sono sistemate sullo stesso quadro. La frequenza è stata scelta di valore piuttosto elevato perchè così si possono costruire delle linee artificiali simili alle reali, ma con induttanze e capacità molto minori senza incorrere in gravi errori.

il distributore giacchè sono molto distribuite nello spazio, e concentrate nel tempo, e che possono essere migliorate dalla trebbiatura consorziale, la tariffa dovrebbe essere tale da favorire la formazione di tali consorzi. Dopo aver criticato i sistemi di tariffa attualmente usati nella Germania meridionale e cioè quelli a tasso base per potenza impegnata, a ore di utilizzazione, a contatore semplice, e a quantum fisso, l'A. consiglia una combinazione tra una tariffa a tasso base e una tariffa a contatore semplice; nel senso che ciascun proprietario debba avere un piccolo motore pagato secondo una tariffa a tasso base, che serva ai suoi diversi fabbisogni particolari, mentre un certo numero di proprietari, riunito in consorzio (viene fissato il minimo) possiede un motore destinato alla trebbiatura, che viene pagato secondo una tariffa semplice a contatore, oppure secondo una tariffa a tasso base ridotto. L'A. esemplifica l'applicazione di tale tariffa in confronto alle altre, e ne mette in evidenza i vantaggi.

A. Bs.

TRASFORMATORI.

H. C. BECK — **Sottostazioni con raddrizzatori a vapore di mercurio, per impianti elettrolitici.** (Revue Brown Boveri, n. 10, ottobre 1930).

L'A. espone le ragioni per le quali la «Consolidatet Mining e Smelting Company» di Trail nella Columbia Britannica, che costituisce una delle più grandi società produttrici di zinco elettrolitico, ha deciso di impiegare su vasta scala i raddrizzatori a vapore di mercurio per l'alimentazione dei bagni elettrolitici. A questo scopo, sono stati impiegati fino al 1928, dei gruppi convertitori e delle commutatrici a forti intensità.

Si è riscontrato che i vapori acidi, penetrando, malgrado ogni precauzione, nella sala macchine, si condensavano sopra i collettori che dovevano esser sottoposti a frequenti revisioni. A causa delle variazioni improvvise della tensione e della frequenza della linea d'alimentazione, le commutatrici presentavano frequentemente dei colpi di fuoco, con fenomeni che provocavano la messa fuori servizio di tutte le macchine sincrone. Questi inconvenienti non sussistono coll'impiego dei raddrizzatori i quali non vengono intaccati dai vapori acidi e sono affatto insensibili alle brusche variazioni di tensione o di frequenza. Inoltre, la sicurezza più assoluta contro le inversioni di polarità evita uno dei pericoli più gravi che sono connessi all'impiego delle commutatrici per la preparazione dell'idrogeno: la possibile formazione di una miscela esplosiva di ossigeno ed idrogeno a causa dell'inversione di polarità agli elettrodi del bagno elettrolitico.

I gruppi raddrizzatori, attualmente in esercizio per la produzione dello zinco elettrolitico, sono tre, costituiti ciascuno da due cilindri da 5000 A a 460-560 V. Ciascun gruppo viene alimentato da un trasformatore con primario a 13.200 V; le sbarre a quest'ultima tensione sono connesse alle linee d'alimentazione a 60.000 V, 60 per/sec attraverso a tre trasformatori monofasi da 8800 kVA.

I gruppi che verranno installati per la preparazione elettrolitica dell'idrogeno saranno due, ciascuno composto di due cilindri da 5000 A, 683 V; i trasformatori dei raddrizzatori saranno alimentati direttamente a 60.000 V.

L'A. descrive gli impianti nei loro particolari e mette in rilievo un notevole vantaggio che essi hanno realizzato: la grande economia di spazio, in relazione colla potenza installata.

V. D. Ma.

W. MULDER - H DUINKER — **Un raddrizzatore con trasformatore trifase-tetrafase.** (E. u. M., n. 36, 7 settembre 1930).

Dovendo impiegare raddrizzatori per trasformare corrente monofase o trifase si procura di alimentare questi con corrente avente un numero di fasi più alto possibile. Si viene in tal modo a realizzare un miglior equilibrio del carico nella rete d'alimentazione, a diminuire la pulsazione dell'onda di tensione raddrizzata, a ridurre, a parità di tensione lato c. c., la tensione secondaria.

Coll'adozione dei tubi raddrizzatori a due anodi, per potenze limitate, si presenta opportuna l'alimentazione tetrafase. Per ottenere la corrente a quattro fasi, gli AA. utilizzano il collegamento Scott, realizzato mediante un trasformatore a tre colonne delle quali la mediana non porta avvolgimenti ed ha una sezione eguale a $\sqrt{2}$ volte quella delle altre due. Rispetto al sistema Scott con due trasformatori, si ottiene a questo modo una notevole semplificazione ed un risparmio di materiali. Gli AA. indicano la carateristica esterna e la curva del rendimento di un raddrizzatore per il quale è applicato il sistema descritto.

V. D. Ma.

F. W. PEEK, JR. — **Prove ad impulso su trasformatori di potenza.** (Gen. Elec. Rev., ottobre 1930, pag. 592).

L'A. dà notizia di un'interessante prova effettuata nelle officine di Pittsfield su di un trasformatore non risonante da 13.000 kVA, 220.000 volt. Dopo eseguite le comuni prove, il trasformatore venne connesso al generatore di impulsi con un breve tratto di linea con isolamento normale costituito da una catena di 14 isolatori spaziati di 145 mm. Le onde usate avevano la fronte di mezzo microsecondo e la coda variabile da cinque a centocinquanta microsecondi. Alla prima prova avvenne la scarica ad uno spinterometro con distanza m 1.60 inserito in circuito; tolto lo spinterometro e ripetuta la prova avvenne la scarica sulla catena di isolatori. Infine venne aumentato l'isolamento di linea fino a fare avvenire la scarica sul passante del trasformatore. Durante le prove di cui sopra, venne misurata la distribuzione della tensione lungo gli avvolgimenti e fu riscontrata uniforme; alla fine di essa, vennero ripetute tutte le prove normali ed il trasformatore fu riscontrato in condizioni perfette. Ciò è tanto più notevole in quanto tali prove non erano previste quando il trasformatore fu studiato, e quindi non vennero adottati, nella costruzione, accorgimenti particolari, ma fu seguito il metodo normale.

C. G. E.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

C. A. POWELL — **Si può costruire una linea elettrica resistente ai fulmini?** (The El. J., luglio 1930, pag. 395).

Le recenti ricerche sperimentali hanno permesso di conoscere meglio il modo di prodursi di un fulmine in seno ad una nube. La nube si deve considerare come una zona dell'atmosfera perfettamente isolata in quanto le cariche di elettricità che vi si trovano distribuite non possono muoversi essendo racchiuse dalle goccioline d'acqua; l'aria che circonda la nube è invece conduttrice perchè contiene degli ioni liberi. La scarica atmosferica prende origine da un punto della nube nel quale il gradiente del potenziale ha subito un aumento molto forte, la scarica si propaga poi agli altri punti con una velocità che è da 1/10 a 1/50 di quella della luce. La velocità di propagazione delle cariche di elettricità lungo il percorso visibile del fulmine è molto prossima a quella della luce. Il fulmine risulta perciò costituito da una serie di scariche parziali; se la nube fosse perfettamente conduttrice le scariche atmosferiche avrebbero degli effetto ben più grandiosi.

Per proteggere una linea di trasmissione contro il fulmine si possono seguire tre vie. Si può migliorare la messa a terra dei fili di terra in modo da evitare che la scarica del fulmine su di essi possa aumentarne la tensione al punto da adescare delle scariche laterali sui conduttori della linea. A risultati più sicuri si giunge però sistemando degli scaricatori autovalvolari lungo la linea a breve intervallo l'uno dall'altro; la facilità di costruire tali scaricatori fà prevedere che in avvenire tale soluzione sarà anche economicamente accettabile. Un terzo sistema è di isolare i fili di terra rispetto ai sostegni in ferro a mezzo di paletti di legno che offrono una notevole impedenza alle scariche ad impulso; in tal modo si evita il pericolo di elevare il potenziale del sostegno di ferro e di produrre una scarica superficiale attraverso agli isolatori. La linea di terra dovrebbe perciò essere isolata dai sostegni metallici e messa a terra con dei conduttori indipendenti.

I. L.

M. TAMA — **L'uso dei condensatori per il miglioramento del fattore di potenza con particolare riguardo ai risultati dell'esperienza.** (E. T. Z., n. 35 del 28 agosto 1930, pag. 1227).

I condensatori elettrostatici, che finora erano stati usati solo in misura limitata per il miglioramento del fattore di potenza, sono stati invece largamente impiegati nelle officine della Hirsch, Kupfer und Messingwerke A. G. in Germania. Queste lavorano con una potenza massima di 7500 kW con un cosfi di oltre 0,99 ottenuto con condensatori statici. Essi sono principalmente installati sulle sbarre omnibus dell'impianto di fonderia, la quale è equipaggiata con forni a induzione per una potenza complessiva di circa 3500 kW: con condensatori statici installati si ha un miglioramento del fattore di potenza da 0,7 a 0,99.

Circa i condensatori da usare, l'A. sconsiglia di impiegare condensatori costituiti da cavi, perchè in essi non si può praticare un buon raffreddamento.

I condensatori impiegati nell'impianto descritto sono del tipo in olio: questo ha lo scopo di migliorare le proprietà dielettriche della carta e di sottrarre il calore.

Circa la convenienza economica dei condensatori bisogna tener conto del loro costo e delle perdite: da alcune curve riprodotte dall'A. si vede che, per potenze medie e grandi, conviene il condensatore rotante, mentre per piccole potenze conviene quello statico. Circa le perdite, il condensatore statico presenta una grande superiorità, perchè lavora con perdite del 0,2 %, mentre quelle dei condensatori rotanti sono notevolmente superiori.

T. S.

H. A. TRAVERS - W. W. PARKER — **Un quadro per lo studio dei circuiti con corrente alternata.** (The El. J., maggio 1930, pag. 266).

Questo nuovo tipo di quadro è una modificazione di un modello studiato per funzionare con c. c.; lo scopo è di permettere una risoluzione rapida dei seguenti problemi: distribuzione del carico in una rete di conduttori comunque complessa, studio della stabilità di funzionamento degli impianti elettrici, valutazione degli effetti induttivi fra linee parallele, analisi delle correnti di corto circuito nei punti di collegamento fra linee di trasporto dell'energia elettrica. La c. a. a 220 volt e 440 periodi/sec è prodotta da un gruppo motore-generatore sincrono e viene mandata al quadro attraverso un regolatore di tensione asincrono ad induzione che permette di variarne la tensione con continuità da 0 a 440 volt. Si può variare anche la fase della c. a. con uno sfasatore, pure ad induzione, sistemato dopo il regolatore di tensione. Il quadro porta una serie di resistenze ohmiche combinabili in modo da realizzare qualsiasi resistenza da 1 a 999 ohm; un'altra serie di reattanze induttive pure variabili da 1 a 1.100 ohm e una di condensatori di capacità compresa fra 0,01 e 4,05 microfarad sono sistemate sullo stesso quadro. La frequenza è stata scelta di valore piuttosto elevato perchè così si possono costruire delle linee artificiali simili alle reali, ma con induttanze e capacità molto minori senza incorrere in gravi errori.

drizzatori e da un vagone di servizio, può essere trasportata nelle adiacenze di ciascuna sottostazione fissa della rete urbana. (*Révue Brown Boveri,* gennaio 1931). *V. D. Ma.*

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

Gli elementi fondamentali per il calcolo e la costruzione dei *generatori per le prove di corto circuito* si possono desumere da una memoria di F. Nietkaumer riportata in *E. U. M.* del 7 dicembre 1930.

IDRAULICA.

I risultati di alcune esperienze effettuate da B. Eck per studiare il *comportamento dei fluidi che percorrono condotte di forme diverse* sono riportati in *E. u. M.* del 16 novembre 1930. Gli esperimenti vennero effettuati sopra una colonna d'acqua che percorreva un canale a pelo libero la cui superficie veniva cosparsa di polvere d'alluminio. La distribuzione delle velocità e delle pressioni lungo il canale ed il verificarsi di moti vorticosi in condizioni particolari, venivano messi in rilievo dal mutuo comportamento delle particelle di alluminio.
V. D. Ma.

LIBRI E PUBBLICAZIONI.

Una nuova rivista tecnica del titolo « Forschung auf dem Gebiete des Ingenieurwesens » ha iniziato le pubblicazioni per cura del V.D.I., a Berlino. La rivista, mensile, è una trasformazione della Zeit. Technische Mechanik und Thermodinamik. Essa si propone di pubblicare lavori di ricerca e di sperimentazione nel campo dell'ingegneria in generale. Ad ogni numero della rivista è allegato un opuscolo, dello stesso formato, contenente una monografia su un argomento particolare, sempre di carattere sperimentale. La nuova pubblicazione si presenta di grande interesse per tutti gli ingegneri.

Il *Journal American Institute of Electrical Engineering,* organo degli elettrotecnici americani, coll'anno in corso ha mutato il titolo assumendo quello di « Electrical Engineering ». Anche il testo del giornale è cambiato; mentre il Journal era riservato agli Atti dell'Istituto, la nuova pubblicazione accoglie anche articoli di interesse generale e informativo, cronache e notiziario vario, analogamente a quanto è fatto dalle solite riviste tecniche.

MOTORI PRIMI.

L'impiego sempre più diffuso delle *turbine idrauliche di grande potenza* e ad alta velocità comporta la risoluzione di alcuni problemi di carattere costruttivo e di esercizio, sui quali R. Thomann si sofferma in *E. u. M.* del 28 settembre 1930. L'A. presuppone nota la teoria generale delle macchine idrauliche e dimostra come essa va applicata alla costruzione delle turbine a sovrapressione e delle ruote Pelton. Sono pure illustrati alcuni dettagli costruttivi dei due tipi di macchine. *V. D. Ma.*

RADIOTECNICA.

Interessanti *esperienze di radiotelefonia con onde cortissime* sono state eseguite alla fine del mese di marzo 1931 fra Dover e Calais. La trasmissione è avvenuta con onde da 18 centimetri di lunghezza (frequenza di 1600 milioni di periodi), con aerei di trasmissione e di ricezione lunghi 25 millimetri, e con potenza d'antenna di 0,5 W. Una valvola speciale detta « microradion » non molto dissimile dalle ordinarie valvole radio, genera la corrente ad altissima frequenza che viene,



Fig. 1. — Stazioni trasmittente e ricevente a Dover.

da due brevi linee, portata al piccolo aereo. Le radiazioni emesse vengono concentrate in un fascio molto sottile per mezzo di 2 riflettori il più grande dei quali ha diametro di circa tre metri e viene orientato verso la stazione ricevente. Qui i « microraggi », come vengono chiamati, sono raccolti da un'altra serie di riflettori e concentrati su un altro aereo di 25 mm di lunghezza. Il trasmettitore e il ricevitore di ciascuna stazione sulle due coste della Manica distavano fra loro di circa 100 metri ed erano collegati in modo da rendere intercambiabile la conversazione nei due sensi.

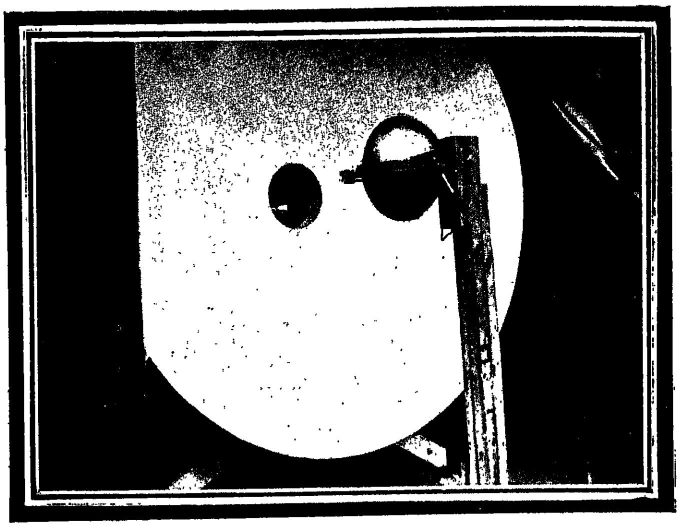


Fig. 2. — Stazione ricevente a micro-raggi.

Secondo le informazioni del Notiziario della « Standard Elettrica Italiana » le comunicazioni si sono svolte con perfetta soddisfazione e colla massima chiarezza. I « microraggi » non sono soggetti a fenomeni di « fading » e la trasmissione non è disturbata dalle vicende metereologiche, di pioggie o nebbie, ecc. I microraggi non seguono la

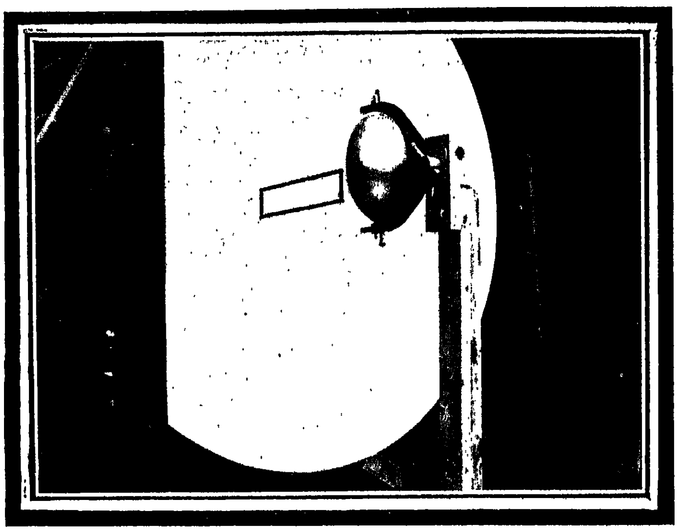


Fig. 3. — Stazione trasmittente a micro-raggi.

curvatura del globo, però possono essere deviati, quando sia necessario, mediante specchi o prismi speciali.

L'interesse di queste esperienze oltrechè nelle numerose dirette applicazioni, consiste nel fatto che la possibilità di usare onde così corte estende in modo notevolissimo la gamma di frequenze disponibili.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Una interessante *applicazione dell'elettricità alla marina* è costituita da uno speciale regolatore elettrico « Brenda » per le motrici marine. Come è noto, nel caso di mare agitato si richiede dal personale di macchina un continuo e faticoso lavoro di comando a mano della regolazione delle macchine per evitare che esse assumano eccessive velocità quando pei movimenti della nave e del mare l'elica tende ad emergere dai flutti.

Col regolatore Brenda la regolazione avviene in modo del tutto meccanico. L'organo sensibile è costituito dal così detto « apparecchio segnalatore » il cui funzionamento dipende dalla pressione della colonna d'acqua sull'elica: quando l'elica tende a sollevarsi fuori dall'acqua (ad una profondità regolabile a piacere) il segnalatore chiude un contatto elettrico provocando l'intervento dell'apparecchio « dispositore » installato nel locale macchina, il quale a sua volta fa agire in un senso o nell'altro un braccio dell'apparecchio « manovratore » che agisce sulla valvola di ammissione nel senso voluto. Gli apparecchi sono a funzionamento esclusivamente elettrico; hanno dimensioni ridottissime e il loro intervento è molto rapido avvenendo in una frazione di secondo. Il regolatore Brenda ha già trovato applicazione, con risultati soddisfacenti, su parecchi piroscafi della nostra marina mercantile.

drizzatori e da un vagone di servizio, può essere trasportata nelle adiacenze di ciascuna sottostazione fissa della rete urbana. (*Révue Brown Boveri,* gennaio 1931). *V. D. Ma.*

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

Gli elementi fondamentali per il calcolo e la costruzione dei *generatori per le prove di corto circuito* si possono desumere da una memoria di F. Nietkaumer riportata in *E. U. M.* del 7 dicembre 1930.

IDRAULICA.

I risultati di alcune esperienze effettuate da B. Eck per studiare il *comportamento dei fluidi che percorrono condotte di forme diverse* sono riportati in *E. u. M.* del 16 novembre 1930. Gli esperimenti vennero effettuati sopra una colonna d'acqua che percorreva un canale a pelo libero la cui superficie veniva cosparsa di polvere d'alluminio. La distribuzione delle velocità e delle pressioni lungo il canale ed il verificarsi di moti vorticosi in condizioni particolari, venivano messi in rilievo dal mutuo comportamento delle particelle di alluminio. *V. D. Ma.*

LIBRI E PUBBLICAZIONI.

Una nuova rivista tecnica del titolo « Forschung auf dem Gebiete des Ingenieurwesens » ha iniziato le pubblicazioni per cura del V.D.I., a Berlino. La rivista, mensile, è una trasformazione della Zeit. Technische Mechanik und Thermodinamik. Essa si propone di pubblicare lavori di ricerca e di sperimentazione nel campo dell'ingegneria in generale. Ad ogni numero della rivista è allegato un opuscolo, dello stesso formato, contenente una monografia su un argomento particolare, sempre di carattere sperimentale. La nuova pubblicazione si presenta di grande interesse per tutti gli ingegneri.

Il *Journal American Institute of Electrical Engineering,* organo degli elettrotecnici americani, coll'anno in corso ha mutato il titolo assumendo quello di « Electrical Engineering ». Anche il testo del giornale è cambiato; mentre il Journal era riservato agli Atti dell'Istituto, la nuova pubblicazione accoglie anche articoli di interesse generale e informativo, cronache e notiziario vario, analogamente a quanto è fatto dalle solite riviste tecniche.

MOTORI PRIMI.

L'impiego sempre più diffuso delle *turbine idrauliche di grande potenza* e ad alta velocità comporta la risoluzione di alcuni problemi di carattere costruttivo e di esercizio, sui quali R. Thomann si sofferma in *E. u. M.* del 28 settembre 1930. L'A. presuppone nota la teoria generale delle macchine idrauliche e dimostra come essa va applicata alla costruzione delle turbine a sovrapressione e delle ruote Pelton. Sono pure illustrati alcuni dettagli costruttivi dei due tipi di macchine. *V. D. Ma.*

RADIOTECNICA.

Interessanti *esperienze di radiotelefonia con onde cortissime* sono state eseguite alla fine del mese di marzo 1931 fra Dover e Calais. La trasmissione è avvenuta con onde da 18 centimetri di lunghezza (frequenza di 1600 milioni di periodi), con aerei di trasmissione e di ricezione lunghi 25 millimetri, e con potenza d'antenna di 0,5 W. Una valvola speciale detta « microradion » non molto dissimile dalle ordinarie valvole radio, genera la corrente ad altissima frequenza che viene,

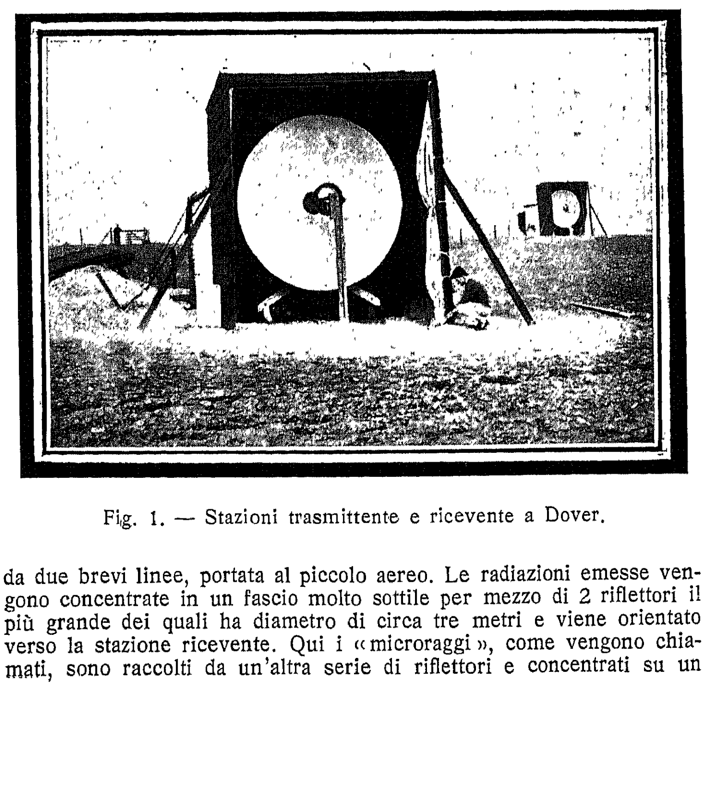


Fig. 1. — Stazioni trasmittente e ricevente a Dover.

da due brevi linee, portata al piccolo aereo. Le radiazioni emesse vengono concentrate in un fascio molto sottile per mezzo di 2 riflettori il più grande dei quali ha diametro di circa tre metri e viene orientato verso la stazione ricevente. Qui i « microraggi », come vengono chiamati, sono raccolti da un'altra serie di riflettori e concentrati su un altro aereo di 25 mm di lunghezza. Il trasmettitore e il ricevitore di ciascuna stazione sulle due coste della Manica distavano fra loro di circa 100 metri ed erano collegati in modo da rendere intercambiabile la conversazione nei due sensi.

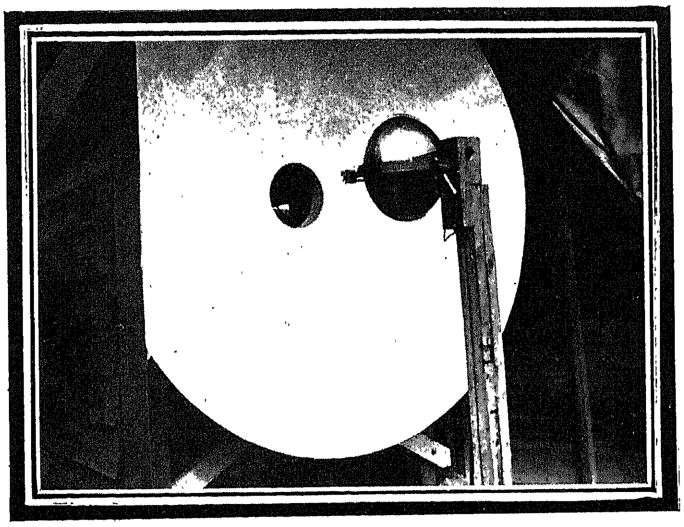


Fig. 2. — Stazione ricevente a micro-raggi.

Secondo le informazioni del Notiziario della « Standard Elettrica Italiana » le comunicazioni si sono svolte con perfetta soddisfazione e colla massima chiarezza. I « microraggi » non sono soggetti a fenomeni di « fading » e la trasmissione non è disturbata dalle vicende metereologiche, di pioggie o nebbie, ecc. I microraggi non seguono la

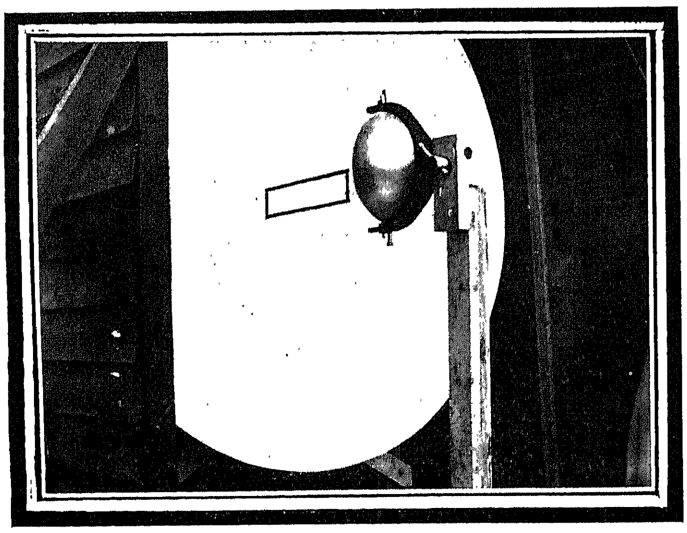


Fig. 3. — Stazione trasmittente a micro-raggi.

curvatura del globo, però possono essere deviati, quando sia necessario, mediante specchi o prismi speciali.

L'interesse di queste esperienze oltrechè nelle numerose dirette applicazioni, consiste nel fatto che la possibilità di usare onde così corte estende in modo notevolissimo la gamma di frequenze disponibili.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Una interessante *applicazione dell'elettricità alla marina* è costituita da uno speciale regolatore elettrico « Brenda » per le motrici marine. Come è noto, nel caso di mare agitato si richiede dal personale di macchina un continuo e faticoso lavoro di comando a mano della regolazione delle macchine per evitare che esse assumano eccessive velocità quando pei movimenti della nave e del mare l'elica tende ad emergere dai flutti.

Col regolatore Brenda la regolazione avviene in modo del tutto meccanico. L'organo sensibile è costituito dal così detto « apparecchio segnalatore » il cui funzionamento dipende dalla pressione della colonna d'acqua sull'elica: quando l'elica tende a sollevarsi fuori dall'acqua (ad una profondità regolabile a piacere) il segnalatore chiude un contatto elettrico provocando l'intervento dell'apparecchio « dispositore » installato nel locale macchina, il quale a sua volta fa agire in un senso o nell'altro un braccio dell'apparecchio « manovratore » che agisce sulla valvola di ammissione nel senso voluto. Gli apparecchi sono a funzionamento esclusivamente elettrico; hanno dimensioni ridottissime e il loro intervento è molto rapido avvenendo in una frazione di secondo. Il regolatore Brenda ha già trovato applicazione, con risultati soddisfacenti, su parecchi piroscafi della nostra marina mercantile.

dopo la bella escursione in sfere così elevate, con un arido elenco di cifre alla mano per la discussione di un bilancio.

L'Ing. Comm. Thovez, prendendo argomento da un cortese accenno fatto dal conferenziere ai suoi studi in materia, ringrazia l'Ing. Peri di averlo ricordato e riconferma i suoi concetti sulla architettura atomica, sostanzialmente diversi da quelli introdotti nella fisica moderna, specialmente dal Bohr, e universalmente seguiti. Tali concetti egli ha già reso noti in libri e conferenze e si ripromette di esporli in una prossima comunicazione ai soci.

Passando al secondo punto dell'ordine del giorno il Presidente comunica che si sono avute nei primi mesi del corrente anno 25 nuove iscrizioni di soci contro 32 dimissioni e 11 passaggi ad altre Sezioni. Si sono inoltre radiati 25 soci morosi. Complessivamente si sono perduti poco più di 40 soci, cifra che non deve destare preoccupazioni data la crisi economica che stiamo attraversando.

Il nuovo Statuto-Regolamento, approvato nell'assemblea Generale del 22 dicembre 1930, il Catalogo della Biblioteca, recentemente riordinata, e il relativo Regolamento per il prestito dei libri, sono in corso di stampa: essi verranno riuniti in un volumetto che sarà quanto prima distribuito ai soci.

Terminate le comunicazioni del Presidente si passa al terzo punto dell'Ordine del giorno. Erano già stati distribuiti ai presenti il bilancio consuntivo 1930 e preventivo 1931.

Il Presidente osserva che le entrate dell'anno 1930 sono state di poco inferiori al previsto in causa della leggera contrazione nel numero dei soci e del numero relativamente alto di soci morosi.

Il bilancio consuntivo accusa tuttavia un avanzo di L. 6.417,10, dovuto ai criteri di oculata parsimonia coi quali è stata amministrata la Sezione.

Per l'anno in corso si prevede una ulteriore diminuzione delle entrate in relazione al diminuito numero dei soci: in conseguenza diminuisce pure la spesa per contributi alla Sede Centrale. Il contributo da versarsi alla «Unione Sindacati e A. E. I.» per spese inerenti alla sede sociale risulta pure alquanto inferiore a quello dell'anno scorso in seguito alla riduzione del 10 % sulla pigione.

Il bilancio 1931, salvo imprevisti, consentirà un avanzo di L. 3415, pari a circa il 5 % delle entrate. In queste condizioni è evidente che non si può pensare, almeno per il momento, a diminuire le quote sociali.

I bilanci, posti in votazione, sono approvati alla unanimità.

La seduta è sciolta alle ore 23.

BILANCIO CONSUNTIVO 1930.

Entrate:

Contributo soci:			
Individuali effettivi residenti	N. 292	a L. 100	L. 29.200,—
» » residenti Sindacati	» 98	» 75	» 7.350,—
» » non residenti	» 166	» 85	» 14.110,—
» » esteri	» 15		» 1.877,25
Collettivi	» 43	» 300	» 12.900,—
Studenti	» 22	» 60	» 1.320,—
Vitalizi	» 5		» 235,—
Interessi attivi			» 3.045,45
Varie			» 1.560,20
Totale entrate			L. 71.597,90

Uscite:

Contributi alla Sede Centrale per soci:				
Individuali effettivi	N. 556	a L. 50	L. 27.800	
» esteri	» 15	» 95	» 1.425	
Collettivi	» 43	» 150	» 6.450	
Studenti	» 22	» 40	» 880	
Morosi individuali	» 26	» 25	» 650	
				L. 37.205,—
Contributi all'Unione Sindacati e Assoc. Elettrotecnica				» 13.964,—
Biblioteca: periodici e libri				» 4.241,25
Amministrazione: personale, posta, cancelleria, stampati				» 7.565,50
Spese per conferenze, gite, ecc.				» 1.420,05
Impreviste e varie				» 785,—
Totale uscite				L. 65.180,80
Avanzo esercizio 1930				» 6.417,10
Totale				L. 71.597,90

SITUAZIONE PATRIMONIALE AL 31 DICEMBRE 1930.

Attivo:

Contanti in cassa	L. 11.567,70
Titoli Consolidato 5 % (nominale L. 49.200) valore d'acquisto (81,85 %)	» 40.270,20
Quota parte dei mobili di proprietà dell'Unione, mobili, biblioteca di proprietà della Sezione	
Totale attivo	L. 51.837,90

Passivo:

Patrimonio al 31 dicembre 1929:		
Titoli Consolidato 5 % - Nom. L. 49.200 (L. 81,85%)	L. 40.270,20	
Contanti cassa	» 5.150,60	
		L. 45.420,80
Avanzo esercizio 1930		» 6.417,10
Totale		L. 51.837,90

BILANCIO PREVENTIVO 1931.

Entrate:

Contributo soci:			
Individuali effettivi residenti	N. 271	a L. 100	L. 27.100,—
» » residenti Sindacati	» 101	» 75	» 7.575,—
» » non residenti	» 159	» 85	» 13.515,—
» » esteri	» 14	» 130	» 1.820,—
Collettivi	» 41	» 300	» 12.300,—
Studenti	» 20	» 60	» 1.200,—
Vitalizi	» 5		» 235,—
Interessi attivi al 31 dicembre 1931			» 3.300,—
Totale entrate			L. 67.045,—

Uscite:

Contributi alla Sede Centrale per soci:				
Individuali effettivi	N. 537	a L. 50	L. 26.850	
» esteri	» 14	» 95	» 1.330	
Collettivi	» 41	» 150	» 6.150	
Studenti	» 20	» 40	» 800	
Morosi individuali	» 20	» 25	» 500	
				L. 35.630,—
Contributi all'Unione Sindacati e Assoc. Elettrotecnica				» 13.630,—
Biblioteca: periodici e libri				» 5.000,—
Amministrazione: personale, posta, cancelleria, stampati				» 7.500,—
Spese per conferenze, gite, ecc.				» 2.000,—
Impreviste e varie a pareggio				» 3.415,—
Totale uscite				L. 67.045,—

Errata - corrige

Nella seconda puntata della comunicazione del Prof. Lombardi sul «Giappone industriale», pubblicata nel N. 13 del 5 corrente, sono incorsi alcuni errori che qui rettifichiamo.

Le figure 22 (pag. 296) e 29 (pag. 297) devono essere scambiate fra loro.

A pagina 299, prima colonna, alla riga 21 contando dal basso, dove è scritto «abbassarsi» si deve leggere «allargarsi».

A pagina 300, prima colonna, a riga 24 contando dal basso, anzichè «224 mila volt» deve leggersi «224 mila chilowatt».

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE DI BOLOGNA (Piazza de' Celestini, 4).

22 Maggio - ore 21. — PIAZZA Ing. Edoardo: «Recenti progressi nel campo della trazione elettrica».

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).

29 Maggio - ore 21,15. — TIMPANARO Dott. Sebastiano: «Fenomeni elettrici dell'atmosfera».

5 Giugno - ore 21,15. — LORI Prof. Ing. Gr. Uff. Ferdinando: «L'opera di J. Clerk Maxwell nel quadro della filosofia naturale» (in occasione del centenario della nascita).

SEZIONE DI NAPOLI (Via Chiaia, 216).

15 Maggio - ore 17 (presso la R. Scuola d'Ingegneria). — CASINI Ing. Piero: «Cenni sulla distribuzione e gli usi della energia elettrica in agricoltura e specialmente in quella meridionale».

29 Maggio - ore 17 (presso la R. Scuola d'Ingegneria). — MORTARA Ing. Mario: «Costruzione delle dighe in terra».

SEZIONE DI ROMA (Via delle Coppelle, 35).

22 Maggio - ore 21,15. — S. E. FERMI Prof. Enrico: «La corrente elettrica nei metalli».

24 Maggio - ore 10. — Visita alla Stazione ambulante di trasformazione da 60.000 V, 45 periodi, a 3000 V c. c. delle FF. SS.

SEZIONE VENETA (presso Soc. Cellina - Venezia).

29 Maggio - ore 17 (presso la R. Scuola d'Ingegneria di Padova). — REVESSI Prof. Ing. Giuseppe: «Sul concetto di sicurezza degli impianti elettrici».

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.*

(I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

dopo la bella escursione in sfere così elevate, con un arido elenco di cifre alla mano per la discussione di un bilancio.

L'Ing. Comm. Thovez, prendendo argomento da un cortese accenno fatto dal conferenziere ai suoi studi in materia, ringrazia l'Ing. Peri di averlo ricordato e riconferma i suoi concetti sulla architettura atomica, sostanzialmente diversi da quelli introdotti nella fisica moderna, specialmente dal Bohr, e universalmente seguiti. Tali concetti egli ha già reso noti in libri e conferenze e si ripromette di esporli in una prossima comunicazione ai soci.

Passando al secondo punto dell'ordine del giorno il Presidente comunica che si sono avute nei primi mesi del corrente anno 25 nuove iscrizioni di soci contro 32 dimissioni e 11 passaggi ad altre Sezioni. Si sono inoltre radiati 25 soci morosi. Complessivamente si sono perduti poco più di 40 soci, cifra che non deve destare preoccupazioni data la crisi economica che stiamo attraversando.

Il nuovo Statuto-Regolamento, approvato nell'assemblea Generale del 22 dicembre 1930, il Catalogo della Biblioteca, recentemente riordinata, e il relativo Regolamento per il prestito dei libri, sono in corso di stampa: essi verranno riuniti in un volumetto che sarà quanto prima distribuito ai soci.

Terminate le comunicazioni del Presidente si passa al terzo punto dell'Ordine del giorno. Erano già stati distribuiti ai presenti il bilancio consuntivo 1930 e preventivo 1931.

Il Presidente osserva che le entrate dell'anno 1930 sono state di poco inferiori al previsto in causa della leggera contrazione nel numero dei soci e del numero relativamente alto di soci morosi.

Il bilancio consuntivo accusa tuttavia un avanzo di L. 6.417,10, dovuto ai criteri di oculata parsimonia coi quali è stata amministrata la Sezione.

Per l'anno in corso si prevede una ulteriore diminuzione delle entrate in relazione al diminuito numero dei soci: in conseguenza diminuisce pure la spesa per contributi alla Sede Centrale. Il contributo da versarsi alla «Unione Sindacati e A. E. I.» per spese inerenti alla sede sociale risulta pure alquanto inferiore a quello dell'anno scorso in seguito alla riduzione del 10 % sulla pigione.

Il bilancio 1931, salvo imprevisti, consentirà un avanzo di L. 3415, pari a circa il 5 % delle entrate. In queste condizioni è evidente che non si può pensare, almeno per il momento, a diminuire le quote sociali.

I bilanci, posti in votazione, sono approvati alla unanimità.

La seduta è sciolta alle ore 23.

BILANCIO CONSUNTIVO 1930.

Entrate:

Contributo soci:					
Individuali effettivi residenti	N. 292	a L. 100			L. 29.200,—
» » residenti Sindacati	» 98	» » 75			» 7.350,—
» » non residenti	» 166	» » 85			» 14.110,—
» » esteri	» 15				» 1.877,25
Collettivi	» 43	» » 300			» 12.900,—
Studenti	» 22	» » 60			» 1.320,—
Vitalizi	» 5				» 235,—
Interessi attivi					» 3.045,45
Varie					» 1.560,20
Totale entrate					L. 71.597,90

Uscite:

Contributi alla Sede Centrale per soci:				
Individuali effettivi	N. 556	a L. 50	L. 27.800	
» esteri	» 15	» » 95	» 1.425	
Collettivi	» 43	» » 150	» 6.450	
Studenti	» 22	» » 40	» 880	
Morosi individuali	» 26	» » 25	» 650	
				L. 37.205,—
Contributi all'Unione Sindacati e Assoc. Elettrotecnica				» 13.964,—
Biblioteca: periodici e libri				» 4.241,25
Amministrazione: personale, posta, cancelleria, stampati				» 7.565,50
Spese per conferenze, gite, ecc.				» 1.420,05
Impreviste e varie				» 785,—
Totale uscite				L. 65.180,80
Avanzo esercizio 1930				» 6.417,10
Totale				L. 71.597,90

SITUAZIONE PATRIMONIALE AL 31 DICEMBRE 1930.

Attivo:

Contanti in cassa	L. 11.567,70
Titoli Consolidato 5 % (nominale L. 49.200) valore d'acquisto (81,85 %)	» 40.270,20
Quota parte dei mobili di proprietà dell'Unione, mobili, biblioteca di proprietà della Sezione	
Totale attivo	L. 51.837,90

Passivo:

Patrimonio al 31 dicembre 1929:		
Titoli Consolidato 5 % - Nom. L. 49.200 (L. 81,85%)	L. 40.270,20	
Contanti cassa	» 5.150,60	
		L. 45.420,80
Avanzo esercizio 1930		» 6.417,10
Totale		L. 51.837,90

BILANCIO PREVENTIVO 1931.

Entrate:

Contributo soci:			
Individuali effettivi residenti	N. 271	a L. 100	L. 27.100,—
» » residenti Sindacati	» 101	» » 75	» 7.575,—
» » non residenti	» 159	» » 85	» 13.515,—
» » esteri	» 14	» » 130	» 1.820,—
Collettivi	» 41	» » 300	» 12.300,—
Studenti	» 20	» » 60	» 1.200,—
Vitalizi	» 5		» 235,—
Interessi attivi al 31 dicembre 1931			» 3.300,—
Totale entrate			L. 67.045,—

Uscite:

Contributi alla Sede Centrale per soci:				
Individuali effettivi	N. 537	a L. 50	L. 26.850	
» esteri	» 14	» » 95	» 1.330	
Collettivi	» 41	» » 150	» 6.150	
Studenti	» 20	» » 40	» 800	
Morosi individuali	» 20	» » 25	» 500	
				L. 35.630,—
Contributi all'Unione Sindacati e Assoc. Elettrotecnica				» 13.630,—
Biblioteca: periodici e libri				» 5.000,—
Amministrazione: personale, posta, cancelleria, stampati				» 7.500,—
Spese per conferenze, gite, ecc.				» 2.000,—
Impreviste e varie a pareggio				» 3.415,—
Totale uscite				L. 67.045,—

Errata - corrige

Nella seconda puntata della comunicazione del Prof. Lombardi sul «Giappone industriale», pubblicata nel N. 13 del 5 corrente, sono incorsi alcuni errori che qui rettifichiamo.

Le figure 22 (pag. 296) e 29 (pag. 297) devono essere scambiate fra loro.

A pagina 299, prima colonna, alla riga 21 contando dal basso, dove è scritto «abbassarsi» si deve leggere «allargarsi».

A pagina 300, prima colonna, a riga 24 contando dal basso, anzichè «224 mila volt» deve leggersi «224 mila chilowatt».

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE DI BOLOGNA (Piazza de' Celestini, 4).

22 Maggio - ore 21. — PIAZZA Ing. Edoardo: «Recenti progressi nel campo della trazione elettrica».

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).

29 Maggio - ore 21,15. — TIMPANARO Dott. Sebastiano: «Fenomeni elettrici dell'atmosfera».

5 Giugno - ore 21,15. — LORI Prof. Ing. Gr. Uff. Ferdinando: «L'opera di J. Clerk Maxwell nel quadro della filosofia naturale» (in occasione del centenario della nascita).

SEZIONE DI NAPOLI (Via Chiaia, 216).

15 Maggio - ore 17 (presso la R. Scuola d'Ingegneria). — CASINI Ing. Piero: «Cenni sulla distribuzione e gli usi della energia elettrica in agricoltura e specialmente in quella meridionale».

29 Maggio - ore 17 (presso la R. Scuola d'Ingegneria). — MORTARA Ing. Mario: «Costruzione delle dighe in terra».

SEZIONE DI ROMA (Via delle Coppelle, 35).

22 Maggio - ore 21,15. — S. E. FERMI Prof. Enrico: «La corrente elettrica nei metalli».

24 Maggio - ore 10. — Visita alla Stazione ambulante di trasformazione da 60.000 V, 45 periodi, a 3000 V c. c. delle FF. SS.

SEZIONE VENETA (presso Soc. Cellina - Venezia).

29 Maggio - ore 17 (presso la R. Scuola d'Ingegneria di Padova). — REVESSI Prof. Ing. Giuseppe: «Sul concetto di sicurezza degli impianti elettrici».

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile*.

(I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

abbandonarsi come pericolose. Tutto va isolato, ricoperto, fortemente protetto.

Purtroppo un controllo diretto dell'isolamento delle connessioni e degli ingressi non può farsi a macchina completa. Bisogna anche qui accontentarsi per ora di prove convenzionali sperimentando su di uno spezzone.

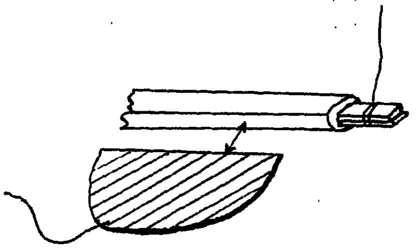


Fig. 1.

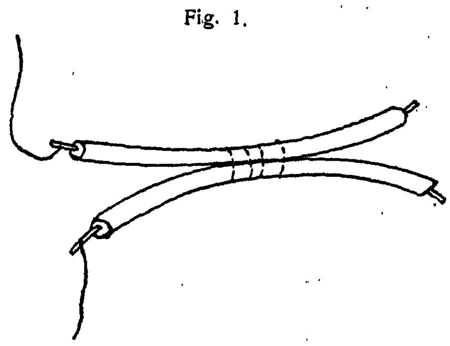


Fig. 2.

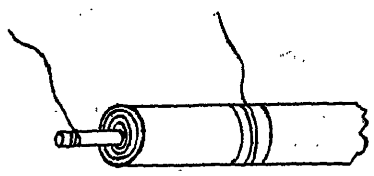


Fig. 3.

Il conduttore di connessione è bene sia provato per ogni tipo di macchina per giudicare della sua attitudine a resistere alle sovratensioni transitorie inevitabili.

Le figg. 1, 2, 3, indicano a colpo d'occhio le prove:

1) tra collegamenti e massa a determinata distanza (fig. 1);

2) tra due collegamenti (messi in doppino) (fig. 2);

3) tra conduttore del collegamento e superficie esterna dell'isolante (fig. 3).

La prova conviene, al solito, sia divisa in due tempi.

Prima, sollecitare l'isolante per 1 minuto ad una data tensione. Poi se ha resistito, proseguire lentamente aumentando la tensione fino a perforazione; notando il tempo intercorso tra la fine della prova di un minuto e l'istante della distruzione dell'isolante.

Grande è l'importanza del materiale impiegato nell'isolare il conduttore di collegamento. Infatti i materiali fragili, che si spezzano e si incrinano per una piegatura un pò brusca sono da sconsigliarsi perchè in sede di messa in opera il valore dell'isolamento del conduttore di cui si è provato un campione buono potrà peggiorare tanto, a causa di una piegatura, da condurre a pessimi risultati in esercizio.

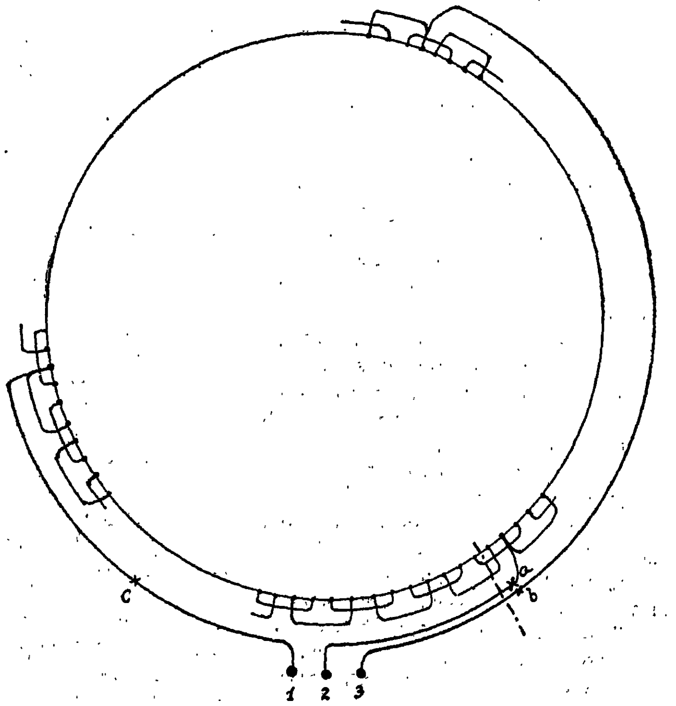


Fig. 4.

Punti di speciale cura devono essere i morsetti in legno, carta bakelizzata e simili che fissano e trattengono i collegamenti.

Riassumendo i punti sostanziali:

— Studio del materiale isolante da applicarsi sul conduttore della connessione.

— Prova dielettrica del collegamento contro massa.

— Disposizione buona ed accurata del collegamento lungo le testate e in corrispondenza dei punti di ancoraggio.

— Continuità ed omogeneità dell'isolamento dell'avvolgimento vero e proprio, lungo tutta la connessione fin fuori dalla macchina.

— Allontanamento di ogni causa capace di provocare effetti corona.

Ad illustrare quanto ho esposto segnalo qualche caso caratteristico ed istruttivo.

La fig. 4 contempla il caso di un alternatore di 2000 kVA, 28 poli, 8000 V, 180 giri, con avvolgimento isolato secondo le buone norme. In esso si ebbero due guasti in occasione di ordinari fenomeni di servizio. Una prima volta si sviluppò un arco in *c* tra collegamenti di ingresso (fase 1) e massa.

Una seconda volta l'arco, si adescò tra i due ingressi *a*, *b*, (fasi 2, 3) presso un ancoraggio.

Notevoli furono i danni per causa estranea all'avvolgimento vero e proprio ma per sola colpa delle connessioni.

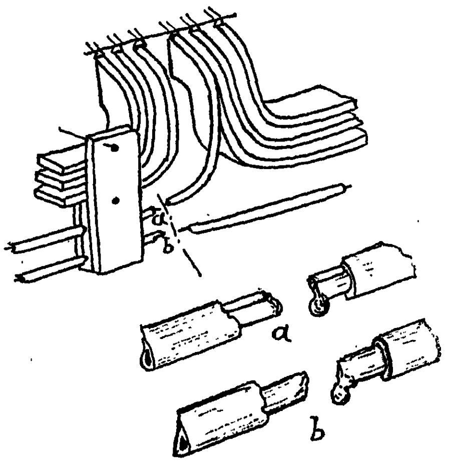


Fig. 5.

La fig. 5 indica i particolari in corrispondenza al guasto tra i capi *a*, *b*. Il conduttore in questione era formato da filo rame di 50 mm² isolato con 1,5 mm di mica e nastro verniciato. Esecuzione mediocre.

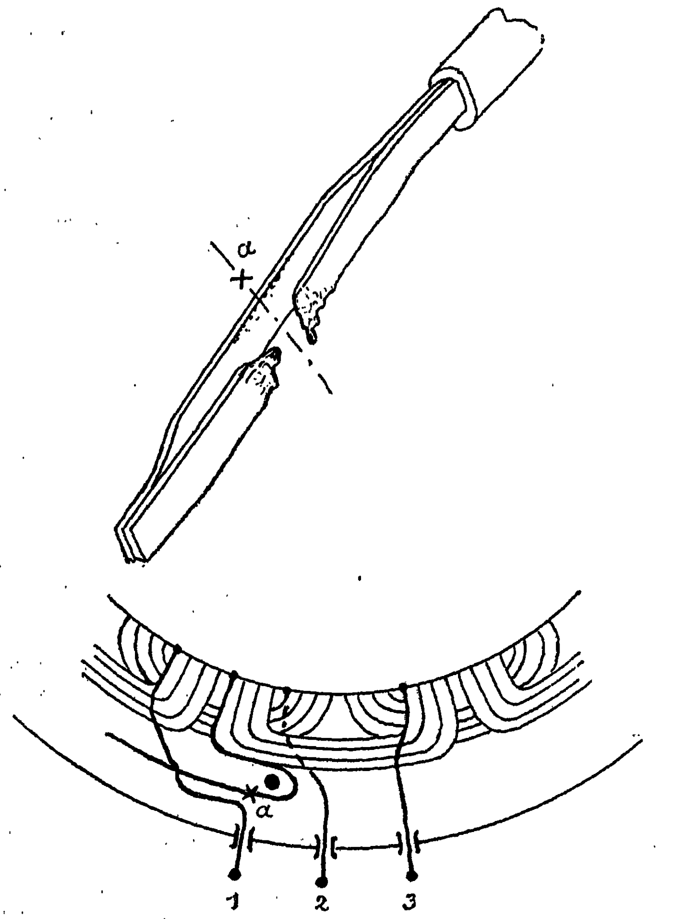


Fig. 6.

Provato uno spezzone tra rame ed esterno la perforazione è avvenuta a 7500 V.

*

Per fortuna l'aumento dell'isolamento sulle connessioni mentre ha tanto peso nel funzionamento della macchina non trae seco alcuna difficoltà nè tecnologica, nè economica. Basta prevedere e provvedere.

abbandonarsi come pericolose. Tutto va isolato, ricoperto, fortemente protetto.

Purtroppo un controllo diretto dell'isolamento delle connessioni e degli ingressi non può farsi a macchina completa. Bisogna anche qui accontentarsi per ora di prove convenzionali sperimentando su di uno spezzone.

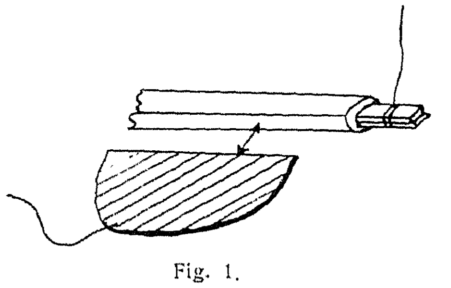


Fig. 1.

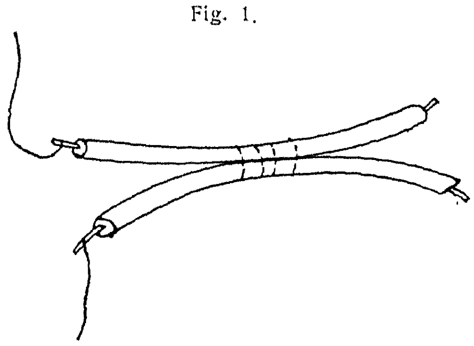


Fig. 2.

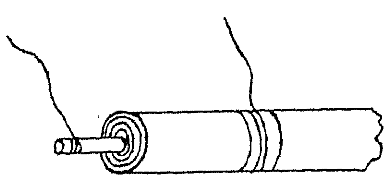


Fig. 3.

Il conduttore di connessione è bene sia provato per ogni tipo di macchina per giudicare della sua attitudine a resistere alle sovratensioni transitorie inevitabili.

Le figg. 1, 2, 3, indicano a colpo d'occhio le prove :

1) tra collegamenti e massa a determinata distanza (fig. 1);

2) tra due collegamenti (messi in doppino) (fig. 2);

3) tra conduttore del collegamento e superficie esterna dell'isolante (fig. 3).

La prova conviene, al solito, sia divisa in due tempi.

Prima, sollecitare l'isolante per 1 minuto ad una data tensione. Poi se ha resistito, proseguire lentamente aumentando la tensione fino a perforazione; notando il tempo intercorso tra la fine della prova di un minuto e l'istante della distruzione dell'isolante.

Grande è l'importanza del materiale impiegato nell'isolare il conduttore di collegamento. Infatti i materiali fragili, che si spezzano e si incrinano per una piegatura un pò brusca sono da sconsigliarsi perchè in sede di messa in opera il valore dell'isolamento del conduttore di cui si è provato un campione buono potrà peggiorare tanto, a causa di una piegatura, da condurre a pessimi risultati in esercizio.

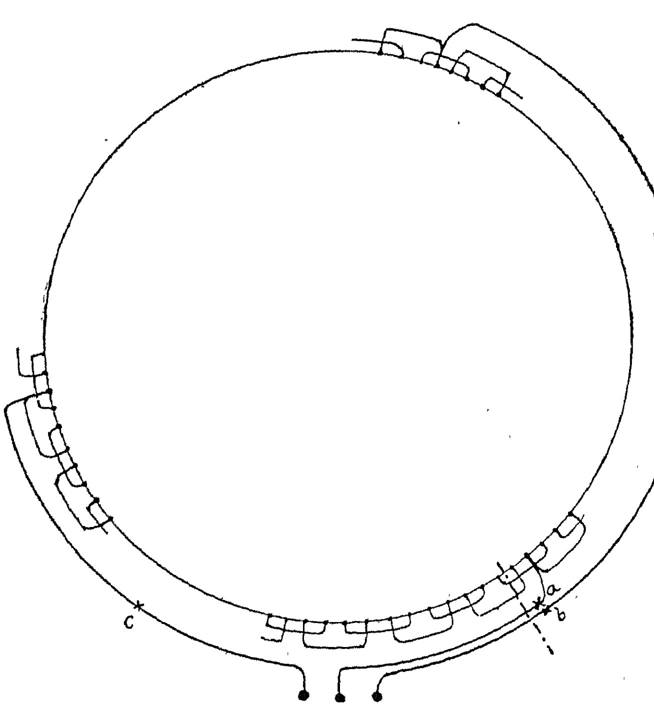


Fig. 4.

Punti di speciale cura devono essere i morsetti in legno, carta bakelizzata e simili che fissano e trattengono i collegamenti.

Riassumendo i punti sostanziali :

— Studio del materiale isolante da applicarsi sul conduttore della connessione.

— Prova dielettrica del collegamento contro massa.

— Disposizione buona ed accurata del collegamento lungo le testate e in corrispondenza dei punti di ancoraggio.

— Continuità ed omogeneità dell'isolamento dell'avvolgimento vero e proprio, lungo tutta la connessione fin fuori dalla macchina.

— Allontanamento di ogni causa capace di provocare effetti corona.

Ad illustrare quanto ho esposto segnalo qualche caso caratteristico ed istruttivo.

La fig. 4 contempla il caso di un alternatore di 2000 kVA, 28 poli, 8000 V, 180 giri, con avvolgimento isolato secondo le buone norme. In esso si ebbero due guasti in occasione di ordinari fenomeni di servizio. Una prima volta si sviluppò un arco in *c* tra collegamenti di ingresso (fase 1) e massa.

Una seconda volta l'arco, si adescò tra i due ingressi *a*, *b*, (fasi 2, 3) presso un ancoraggio.

Notevoli furono i danni per causa estranea all'avvolgimento vero e proprio ma per sola colpa delle connessioni.

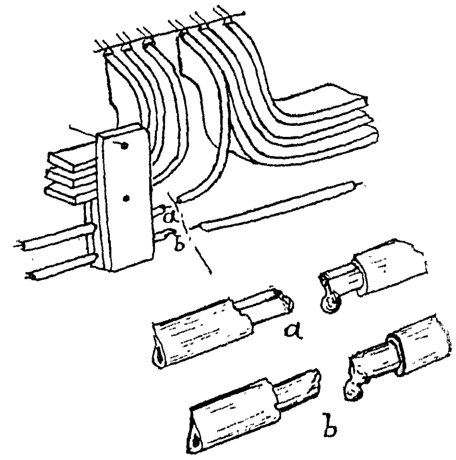


Fig. 5.

La fig. 5 indica i particolari in corrispondenza al guasto tra i capi *a*, *b*. Il conduttore in questione era formato da filo rame di 50 mm² isolato con 1,5 mm di mica e nastro verniciato. Esecuzione mediocre.

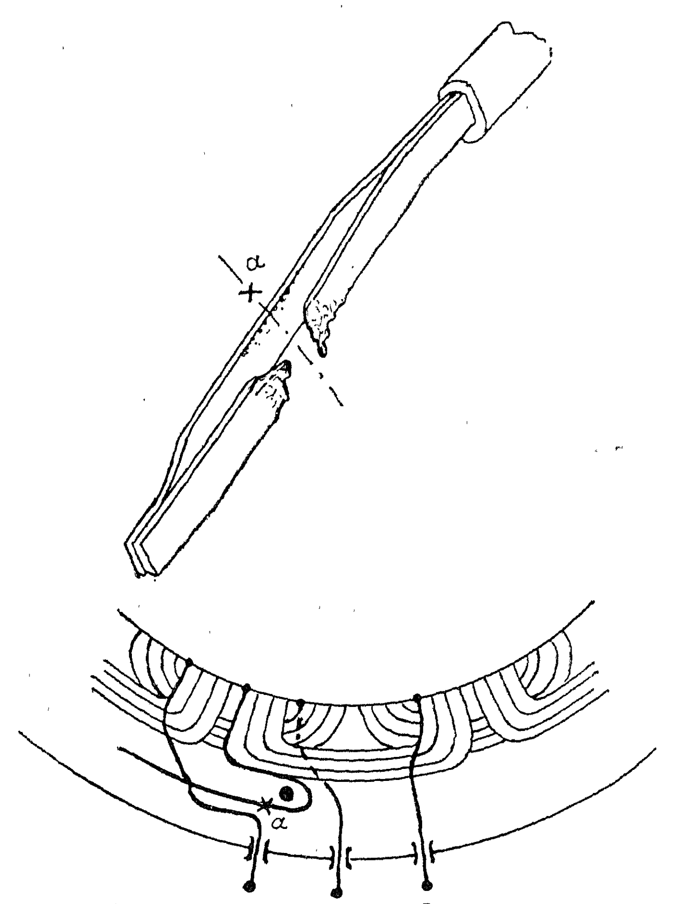


Fig. 6.

Provato uno spezzone tra rame ed esterno la perforazione è avvenuta a 7500 V.

❋

Per fortuna l'aumento dell'isolamento sulle connessioni mentre ha tanto peso nel funzionamento della macchina non trae seco alcuna difficoltà nè tecnologica, nè economica. Basta prevedere e provvedere.

plesso, per mezzo di una linea, attraverso trasformatori, ad un centro distributore, il suo limite di stabilità può ridursi in maniera notevole e rendere impossibile di sfruttare tutta quanta la potenzialità di macchine disponibile.

Il problema della stabilità di sistemi è diventato in America negli ultimi anni quasi assillante: innumeri sono gli studi apparsi su questo argomento e altrettanto numerose le proposte avanzate per risolverlo nella maniera migliore. Interi stati maggiori di tecnici delle grandi Case costruttrici, che dispongono di mezzi pressochè illimitati, hanno collaborato e collaborano cogli ingegneri esercenti delle società di produzione e di distribuzione per escogitare nuovi metodi per lo studio della stabilità dei grandi sistemi, per provarne l'attendibilità dei risultati, per sperimentare e per applicare le soluzioni ritenute più appropriate. L'analisi di sistemi complessi coinvolge però tanti fattori di natura talmente complicata, e rende necessaria l'assunzione di non poche premesse semplificative, che in realtà si possono verificare solo in parte, da fare apparire in molti casi pressochè impossibile uno studio esatto quantitativo.

Ciò nonostante sembra che i risultati di studi fatti su diversi sistemi concordino in maniera sufficiente con quelli pratici d'esercizio.

I progressi fatti negli ultimi anni sono notevoli e fanno prevedere che essi continueranno per l'avvenire, pure essendo stato generalmente possibile di risolvere il problema in modo soltanto parziale e rimanendo ancora molti lati da chiarire.

Le caratteristiche peculiari dei sistemi americani sono d'altronde alquanto diverse da quelle della maggior parte dei sistemi europei e differenti ne sono pure le condizioni di esercizio.

E' quindi in certo qual modo spiegabile il motivo per cui in Europa il problema della stabilità non sia ancora entrato in una fase di tanta attualità come in America.

Una seconda ragione di questo fatto può venire attribuita al motivo che i fenomeni di instabilità divengono più frequenti e sensibili, quanto più è elevata la tensione delle linee di trasmissione e quanto maggiore è il loro sviluppo e la loro lunghezza. Ed è stato appunto in America dove sono sorti i primi impianti ad altissima tensione e si sono sviluppati su scala assai vasta già prima della guerra, mentre in Europa il loro sviluppo prese inizio, si può dire, solo nel periodo posteriore alla guerra.

Tuttavia, pure esistendo la rete internazionale europea, prevista per servizio a 380 kV, solo sotto forma alquanto vaga di progetto, tutto fa supporre che nei prossimi anni i collegamenti fra i grandi gruppi di produzione, sia interregionali, sia interstatali, aumenteranno di numero e metteranno anche per i nostri tecnici all'ordine del giorno il problema della stabilità.

Quanto abbiamo esposto però non vuol dire che fenomeni di instabilità non si verifichino e non si siano verificati nei nostri impianti europei e che molti casi non siano già messi in opera provvedimenti atti ad eliminarli. Tutt'altro: l'adozione di tensioni altissime per le linee di trasmissione, l'interconnessione degli impianti di produzione non sono state scevre di inconvenienti di questo genere neanche in Europa.

b) Fattori che interessano la stabilità.

Fra i fattori che maggiormente interessano la stabilità dei sistemi sono:

1) La capacità delle reti, o meglio la potenza capacitiva da esse assorbita.

2) La reattanza delle linee, dei trasformatori e delle macchine. Ambedue hanno effetto nocivo sulla stabilità.

Il carico capacitivo che, come si è visto nei precedenti capitoli, costituisce l'eccitazione statorica di una macchina sincrona, fa sì che per funzionare alla tensione d'esercizio essa debba venire eccitata con una corrente rotorica tanto inferiore, quanto maggiore è il carico capacitivo e quindi la sua eccitazione statorica.

Dalle considerazioni precedentemente svolte, per es. dal diagramma a fig. 56, si rileva però che quanto più preponderante è la eccitazione statorica di una macchina rispetto a quella rotorica, tanto più prossima essa è al suo limite di stabilità. Basta allora un piccolo abbassamento di tensione perchè essa esca di passo.

Un esempio elementare di instabilità sotto questo aspetto è quello che può verificarsi alla messa in tensione di una lunga linea ad altissima tensione con una macchina caricata al limite della sua potenza capacitiva.

Per necessità di cose, non potendosi ridurre eccessivamente la eccitazione rotorica della macchina, la tensione d'arrivo della linea (alla sua estremità) risulterà quasi sempre sensibilmente più alta di quella del sistema col quale essa deve essere messa in parallelo. Ciò non rappresenta per sè nessun inconveniente, perchè in condizioni normali una differenza anche sensibile fra le tensioni di due sistemi da collegare in parallelo non preoccupa: quello che più interessa è che le due tensioni siano in fase al momento del parallelo. Questa sarà però nel caso nostro una condizione assai difficile da raggiungersi, data la distanza che intercorre fra la macchina che determina la frequenza della linea e l'estremità di questa ultima. L'interruttore di parallelo verrà perciò nella maggior parte dei casi chiuso quando i vettori delle due tensioni non saranno in esatta concordanza di fase. Il parallelo sarà allora accompagnato da una brusca fluttuazione di potenza in un senso o nell'altro fra la macchina al principio della linea e il sistema. Contemporaneamente però, in causa della diversità dei valori delle due tensioni esistenti nell'attimo immediatamente precedente alla chiusura dell'interruttore, la linea che fino allora dava tutta la sua potenza reattiva per eccitare l'alternatore, ne darà parte al sistema al quale si troverà connessa. Mancherà quindi all'alternatore una parte della sua eccitazione statorica: la sua tensione ai morsetti si abbasserà bruscamente proprio nel momento meno opportuno, quando la macchina sarà soggetta ad una variazione repentina di carico. La sua coppia sincronizzante si ridurrà istantaneamente, e la macchina si troverà fuori dei limiti di stabilità e perderà il passo.

L'uscita di passo in questo caso avverrà senza gravi inconvenienti, date le condizioni speciali di funzionamento della linea e della macchina.

Se si esaminano poi gli effetti che può avere una forte richiesta di potenza capacitiva da parte di una linea ad altissima tensione (superiore per es. ai 200 kV) si può giungere facilmente a risultati che hanno del paradossale, ma non per questo sono meno attendibili.

Le ragioni che spingono ad adottare tensioni altissime sono due. O si devono trasportare ad una distanza media delle potenze ingenti, o si devono trasmettere a distanze assai lunghe delle potenze considerevoli.

Si consideri il secondo caso. E' possibile che la potenza disponibile in una centrale o in un gruppo di centrali sia molto maggiore di quella che una sola linea consente di trasmettere. Per poter sfruttare in pieno la potenza disponibile occorrerà servirsi di più linee in parallelo.

Si dovrebbe credere che quanto maggiore è il numero di queste linee, tanto più verranno migliorate le condizioni di stabilità del sistema.

Succede invece che, aumentando col numero delle linee la potenza capacitiva da esse assorbita, il limite di stabilità raggiungerà un massimo per un dato numero di linee, mettiamo due, per poi scendere di nuovo se il numero delle linee supererà questo valore ottimo.

Questi sono naturalmente casi che non si presentano ogni giorno. La questione è però sorta e il problema è stato affrontato in America per lo studio di importanti trasporti d'energia a grande distanza.

L'esempio limite che abbiamo citato dimostra anch'esso la necessità di adattare le caratteristiche del macchinario a quelle dei rimanenti elementi che formano il sistema.

Importanza pratica ben maggiore per i nostri impianti hanno altri fattori, che sulle macchine esercitano un'azione identica a quella della capacità, tendendo ad eccitarle dello statore.

Si tratta della discordanza, anche apparentemente lieve, fra le tensioni d'esercizio di reti che devono venire collegate fra di loro e dei valori che vengono dati ai rapporti di trasformazione dei trasformatori.

Nel nostro Paese non esistono disgraziatamente dei valori normalizzati per le alte tensioni. Non parliamo delle medie ed alte tensioni (fino a 70 kV) che sono state adottate in un'epoca nella quale non si poteva prevedere lo sviluppo che l'interconnessione degli impianti avrebbe assunto in seguito. Il nostro errore è stato quello di non esserci preoccupati di adottare dei valori normali, o meglio un valore normale (132 kV per es.) neanche per le reti ad altissima tensione costruite nel dopoguerra. Errore giustificabile sotto certi aspetti, perchè in parte dovuto al fatto che all'epoca della costruzione delle prime reti a tensioni superiori a 100 kV le Ditte costruttrici europee non avevano ancora esperienza sufficiente nella costruzione di macchine e apparecchiatura per queste tensioni e non potevano dare bastanti garanzie per il loro buon servizio.

Succede perciò di frequente che si debbano collegare fra loro due gruppi di reti di tensioni leggermente differenti. Quello che ha una tensione propria d'esercizio maggiore tende a dare della potenza reattiva all'altro: tende cioè a eccitarlo e quindi ad eccitare dallo statore anche le macchine che di esso fanno parte.

Queste ultime sono quindi molte volte costrette a funzionare con un valore inferiore dell'eccitazione rotorica e perciò con un grado inferiore di stabilità. Basta in tali condizioni un brusco cambiamento di regime (abbassamento di tensione o variazione di carico) perchè esse escano di passo. Chi scrive ha avuto occasione di constatare casi di questo genere su alternatori per se stessi di caratteristiche ottime di stabilità, funzionanti su reti ad altissima tensione a piena potenza con una tensione del 25 % inferiore alla tensione di targa. Era impossibile aumentarne la tensione, perchè in tal caso si sarebbe stati costretti a diminuire la potenza attiva erogata dalle macchine. In ogni

ccasione di una brusca variazione di regime nella rete, alla quale il istema era collegato, essi uscivano di passo.

Altro inconveniente del genere, che si può riscontrare in certi asi, è dato dal valore inadeguato che si dà al rapporto di trasfor- iazione negli impianti ad altissima tensione. E' noto che in questi npianti conviene per ragioni di rendimento fare funzionare gli al- ernatori con un fattore di potenza nei pressi dell'unità, evitando con iò il trasporto a lunghe distanze della potenza reattiva.

E' necessario quindi prevedere in corrispondenza anche il rap- orto dei trasformatori. Ciò però non succede sempre, perchè, come li alternatori si prevedono per il funzionamento per es. a cos $\varphi = 0,8$; questo è certamente consigliabile sotto molti aspetti), si fissa per ıalogia il rapporto dei trasformatori rispettivi per lo stesso valore i fattore di potenza.

Perciò il loro rapporto risulta eccessivamente elevato per le con- zioni normali di funzionamento dell'impianto. Gli alternatori tendono ıche in questo caso a venire eccitati eccessivamente dalla rete e sultano di funzionamento alquanto instabile.

Già in sistemi costituiti dal collegamento di parecchi gruppi fun- onanti alla medesima tensione di regime questo fenomeno accenna manifestarsi ogni qual volta si sposta il baricentro del carico. Oc- irre allora intervenire in qualche modo, sia variando il rapporto dei asformatori, sia variando l'eccitazione delle macchine sincrone (con- ınsatori).

Ultimo esempio tipico dell'effetto nocivo della capacità sul limite stabilità è il caso seguente verificatosi in una rete interregionale altissima tensione di grande estensione. Il carico complessivo della te scendeva nelle ore notturne a un valore talmente basso che la tenza di una macchina (circa 20.000 kVA) poteva bastare da sola alimentarla. La sua eccitazione statorica era però talmente elevata da stringere a ridurre ad un valore eccessivamente basso la corrente torica.

Al minimo cambiamento brusco di regime la macchina usciva di sso. Unico rimedio: ripartire il carico capacitivo su due unità met- ıdo una seconda macchina in funzione, in parallelo colla prima.

L'esempio è molto istruttivo. Poniamo a circa 70.000 kW il limite stabilità del sistema completo con due macchine. Esso veniva ri- tto ad un valore inferiore ai 10.000 kW in causa dell'effetto capa- ivo della linea.

Un altro elemento nocivo alla stabilità è la reattanza dei sistemi altissima tensione. La reattanza, mentre consente una grande ela- cità per quello che riguarda la regolazione di tensione, se troppo ›vata, tende a limitare le fluttuazioni di quella ragionevole quantità potenza reattiva che in casi di variazioni di regime, specialmente ısche, permette di mantenere in passo fra di loro le diverse macchine crone. Ed infatti si può dimostrare facilmente che tutti i sistemi altissima tensione soffrono di «eccesso di reattanza». Essa è costi- ta dalla reattanza propria degli alternatori (per il limite di stabilità tica entra in considerazione la reattanza sincrona data dalla reazione ndotto e dalla reattanza di dispersione), da quella dei trasformatori e quella della linea.

Se si esprimono in lunghezze equivalenti, per es., in km di linea, reattanze dei singoli elementi che compongono il sistema ([16]), si le che la maggiore percentuale della reattanza risiede non nella ʒa, ma nelle macchine.

La reattanza di dispersione delle macchine sincrone può essere ıinuita a spese del costo della macchina. La diminuzione porta con un aumento dello spunto iniziale della corrente di corto circuito ed ›erciò poco raccomandabile.

Il rapporto di corto circuito poi, che ha un valore inversamente porzionale alla reattanza sincrona, è in molti casi determinato dalle dizioni di messa in tensione del sistema che ne richiedono l'au- nto oltre il limite normalmente adottato, migliorando quindi la ›ilità del sistema.

Sulla reattanza dei trasformatori poco c'è da ridurre, perchè fis- ı da esigenze costruttive. Altrettanto si dica di quella delle linee. può invece, entro certi limiti, modificare la ripartizione delle reat- ze nei trasformatori a tre o quattro avvolgimenti.

Negli ultimi tempi la stampa tecnica americana ha portato a pa- chie riprese notizie di capacità inserite in serie sulle linee, atte unto a compensare parte della reattanza dei sistemi. L'efficacia di sti apparecchi è indiscutibile. Non altrettanto si può affermare della lità della loro costruzione e della garanzia di sicuro esercizio che sono offrire.

Ad ogni modo per il momento non esistono mezzi pratici ed eco- ıici per ridurre le reattanze a quel valore che sarebbe meglio atto assicurare la massima stabilità.

([16]) Cfr. p. es., SANTUARI: Particolari e messa in tensione di un ema ad altissima tensione - *Energia Elettrica*, 1929, vol. 6, fasc. XII.

Un elemento estraneo alle caratteristiche proprie del sistema, ma che esercita un notevole riflesso sulla sua stabilità, sono infine le caratteristiche del carico e particolarmente la maniera colla quale varia la potenza reattiva con quella attiva.

E' certo per es., che un carico puramente ohmico o costituito da una impedenza costante è meno nocivo alla stabilità di quello costituito da motori ad induzione funzionanti a carico variabile. La loro caratteristica è quella che più di tutte sembra porre a dura prova le condizioni di stabilità di un sistema, perchè in generale la potenza reattiva da loro assorbita aumenta in misura ben più grande di quella attiva. Non sono quindi infrequenti i casi, nei quali, per es., un alternatore di una determinata potenza, eccitato da una macchina in derivazione che funzioni al margine della sua stabilità perchè il carico dell'alternatore, costituito da motori asincroni, è basso, passi bruscamente addirittura alla marcia in corto circuito per effetto di un repentino sovraccarico dei motori.

La caratteristica del carico, che può continuamente cambiare, è assai difficile da stabilirsi. Anche gli americani usano, come si disse, per semplificare i loro calcoli di stabilità sostituire il carico con una impedenza costante. Non è però detto che questa ipotesi corrisponda poi alle condizioni reali.

c) Mezzi per sostenere e aumentare la stabilità - La regolazione automatica dell'eccitazione ([17]).

Se si esaminano tutti i fattori nocivi che abbiamo passato in rassegna e si cerca di riassumere i loro effetti si giunge alla constatazione che hanno tutti una conseguenza comune: quella di diminuire la corrente di corto circuito e di magnificare le variazioni di tensione nei sistemi.

Per contro elementi stabilizzanti sono costituiti, come si è visto, dalle caratteristiche proprie di regolazione delle macchine e dei trasformatori.

Fra i mezzi più importanti invece che agiscono direttamente sulla parte elettrica dei sistemi e che si sono dimostrati atti a elevare la stabilità sono:

1) Cercare nel limite del possibile di evitare le variazioni di tensione, che sono le maggiori, che si verificano in caso di guasti, staccando al più presto dal sistema la parte avariata.

2) Contrastare a queste variazioni di tensione facendo circolare colla rapidità e nel senso dovuti e verso i punti più opportuni le quantità di potenza reattiva necessarie.

Il primo mezzo è costituito dall'impiego di relais selettivi ad azione rapidissima che entrano in funzione appena il guasto ha inizio.

L'orientamento degli ultimi anni si manifesta sempre più nettamente favorevole all'impiego per le linee di trasmissione dei così detti «relais pesanti» (relais di distanza, ecc.) che invece di essere controllati dalle condizioni di funzionamento (carico attivo, reattivo, tensione e corrente), sono controllati dalle grandezze caratteristiche proprie dei sistemi di trasmissione e cioè la loro propria resistenza, reattanza o impedenza.

Il secondo è dato dall'impiego dei regolatori automatici di tensione.

Del primo mezzo parliamo solo incidentalmente, perchè del tutto estraneo alle caratteristiche delle macchine.

Accenniamo pure di sfuggita ad un terzo espediente che ha lo scopo di eliminare o attenuare i corti circuiti di carattere speciale, quali sono quelli fra linea e terra, compensando con induttanze la componente capacitiva della corrente di corto circuito. Esso è costituito dell'uso di bobine di terra, bobine di dissonanza o consimili.

Ci soffermeremo invece maggiormente sui sistemi di regolazione automatica di tensione, o meglio di eccitazione, i quali hanno stretta pertinenza colle macchine sincrone.

La regolazione può essere diretta o indiretta. Diretta se fatta direttamente sul campo della macchina sincrona, indiretta se fatta su quello della eccitatrice (doppiamente indiretta se avviene sul campo della eccitatrice ausiliaria). La regolazione diretta si può usare su piccole macchine e si deve adottare con macchine ad eccitazione centralizzata. Essa si può dire abbandonata, salvo casi specialissimi.

Oggi si impiega solo la regolazione indiretta. Essa consente di ridurre a proporzioni ragionevoli le dimensioni e il costo dei regolatori e permette di ottenere la massima rapidità non solo dei regolatori stessi, ma anche di tutto il sistema di regolazione.

I regolatori poi possono essere per loro conto ad azione diretta o indiretta. Diretta se il loro organo regolatore è azionato direttamente dalla tensione che si vuol mantenere costante. Indiretta se esso

([17]) Chi si interessa della teoria di funzionamento dei regolatori automatici di tensione può consultare l'opera veramente magistrale del Prof. E. JULLIARD: Le régulateur automatique pour machines électriques - Librairie Payot e C.ie - Lausanne, Genève, 1928.

è mosso da un servomotore, che può essere costituito da un elettromagnete, un servomotore ad olio o un motore elettrico.

Infine la suddivisione classica dei regolatori è la seguente:

I. - Regolatori lenti (per es. regolatori Thury a cremagliera e motore).

II. - Regolatori semirapidi (regolatori a motore, regolatori a servomotore d'olio Thoma o Rex, regolatori a settore Guettinger).

III. - Regolatori rapidi (regolatori a contatti vibranti, tipo Tirrill).

I regolatori della prima categoria vanno diventando d'uso sempre più raro, mentre tende a prevalere quello dei regolatori della seconda categoria, specialmente per le grosse macchine.

Questa suddivisione ha perduto in gran parte del suo significato e valore, perchè nel meccanismo della regolazione non è la rapidità dell'organo regolatore quella che conta, ma la rapidità di tutto il sistema.

Si può ottenere maggiore rapidità di regolazione con un regolatore semirapido ad azione indiretta, adottando un sistema di regolazione appropriato, che, con un regolatore rapido. Di fronte alla inerzia magnetica di una grossa macchina sincrona, che può assumere valori imponenti, poco giova la rapidità propria del regolatore, se esso non può imprimere al campo della macchina che un limitato impulso di eccitazione.

La inerzia magnetica del circuito di campo di una macchina ha un effetto fortunatamente favorevole sia sulle sue qualità di stabilità dinamica, sia sul fenomeno della regolazione. Essa ha la stessa importanza che ha per un motore primo l'inerzia delle parti rotanti: quanto maggiore è il suo valore, tanto più tempo è concesso al regolatore per intervenire a sostenere il fenomeno della regolazione. L'altro importante vantaggio che offre una grande inerzia magnetica è quello di rendere più stabile la regolazione. Lo stesso regolatore registrato per una determinata rapidità e con un determinato smorzamento, che assicura un funzionamento completamente stabile di un alternatore a forte inerzia magnetica, dà un esercizio del tutto instabile se applicato ad un altro alternatore, avente un valore minore d'inerzia magnetica.

Negli ultimi anni si è diffuso in America l'impiego di un apparecchio formato dalla combinazione di un regolatore semirapido, del tipo a motore, con uno rapido, del tipo a contatti vibranti o a contattori. Il regolatore rapido entra in funzione solo nelle brusche variazioni di regime, e si mette automaticamente fuori servizio appena il nuovo regime è raggiunto. Allora la regolazione viene assunta e prosegue con quello semirapido.

Al capitolo secondo è già stato parlato della ripercussione e dell'influsso notevole che hanno avuto la costruzione di macchine di grande potenza, l'esercizio di vasti sistemi ad altissima tensione e quindi le esigenze di una rapida regolazione automatica di tensione sullo sviluppo di nuovi e più razionali sistemi d'eccitazione e di regolatori automatici. E' stato accennato anche a diversità di criteri di costruzione fra le Case americane e qualcuna delle europee.

Se per l'esercizio normale di certi impianti, durante il funzionamento a regime, la rapidità della regolazione della tensione può passare in seconda linea, in caso di disturbi o bruschi cambiamenti di regime, questa rapidità ha una importanza notevole, se non capitale, per tutti gli impianti.

Già dalla nostra analisi semplificata del comportamento delle macchine sincrone era apparsa sempre evidente in qualsiasi condizione di funzionamento la necessità della costanza della tensione.

Abbiamo visto anche che le macchine sincrone hanno in se stesse delle preziose qualità autoregolatrici: sia a regime costante, sia in regime transitorio. In ambedue i casi, nel primo in causa dell'insufficiente gradiente della variazione $\frac{dQ}{dV}$, e nel secondo in causa della brevissima durata del fenomeno di autoregolazione, queste qualità sono insufficienti se la loro azione non è sostenuta con qualche altro mezzo automatico che la integri, la intensifichi e rispettivamente la continui. Le macchine stesse ci indicano quindi, se non la via da seguire, almeno lo scopo da raggiungere. E questo è il compito che spetta ai regolatori.

Sul problema della regolazione automatica e sullo sviluppo degli apparecchi e dei sistemi d'eccitazione che questa regolazione devono eseguire si è ben lungi dall'avere detto l'ultima parola, pur avendo conseguito risultati notevoli. E' probabile però che la loro efficacia venga notevolmente avvantaggiata se la loro azione verrà messa sotto il controllo non della sola tensione, ma anche di altre grandezze che interessano il funzionamento delle macchine sincrone.

E qui vogliamo aprire una parentesi, per non essere fraintesi.

Gli alternatori alimentanti linee ad altissima tensione funzionano generalmente per le note ragioni con fattore di potenza prossimo all'unità. Da questo fatto potrebbe sorgere facilmente l'idea di porre la regolazione automatica dell'eccitazione sotto il controllo non della tensione, ma del fattore di potenza. L'idea che abbiamo già sentito avanzare, sembrerebbe allettante: non per questo non è detto che essa condurrebbe nella maggior parte dei casi a risultati semplicemente disastrosi. E il motivo è evidente. La regolazione automatica a fattore di potenza costante, o leggermente variabile secondo una semplice legge, lascerebbe indeterminata la grandezza capitale, dalla quale dipende in prima linea la stabilità di funzionamento: la tensione. Supponiamo che la macchina sia soggetta ad un repentino abbassamento della tensione. La potenza reattiva da essa erogata subirebbe un aumento: quindi il fattore di potenza scenderebbe. Il regolatore disecciterebbe la macchina, per riportarla a fattore di potenza pressochè costante, abbasserebbe ulteriormente la tensione e la farebbe nella maggior parte dei casi uscire di passo.

Con un sistema simile di regolazione la macchina tenderebbe ad assumere una caratteristica di regolazione simile a quella di un condensatore statico (fig. 72) che, come abbiamo visto, è pernicioso alla stabilità.

Chi scrive queste righe è stato tentato ad applicare una regolazione automatica di fattore di potenza ad un alternatore di una centrale automatica costruito per ovvi motivi per poter dare solo una debole potenza reattiva.

Per prevenire fenomeni d'instabilità si era pensato di bloccare il regolatore con un dispositivo automatico di limitazione, il quale entrasse in azione appena la tensione per una causa qualunque fosse scesa sotto un certo valore, e modificasse automaticamente l'azione del regolatore facendolo funzionare a tensione costante.

Inconvenienti di instabilità di funzionamento si sarebbero potuti così evitare. Sarebbero però rimasti gli inconvenienti di altra natura, costituiti da eccessivi possibili aumenti di tensione, non essendo provvisto il regolatore di nessun mezzo limitatore in questo senso.

Perciò la idea fu abbandonata a favore di un altro sistema più semplice e di azione stabilizzante.

Effetto simile a quello della regolazione automatica a fattore di potenza costante può avere la limitazione automatica della corrente.

I limitatori automatici di corrente hanno al loro attivo una serie di successi notevoli. Essi sorsero in un'epoca nella quale le nozioni relative ai fenomeni di corto circuito non erano ancora ben chiarite, mentre cominciavano a manifestarsi in modo preoccupante i loro effetti disastrosi e in cui la costruzione del macchinario e dell'apparecchiatura non aveva raggiunto un grado sufficiente di sicurezza da poter dare serie garanzie contro le conseguenze dei corti circuiti. E' quindi più che naturale che essi abbiano trovato nel mondo esercente quello stato d'animo favorevole al loro impiego, che sotto certi aspetti può paragonarsi a quello di un malato di fronte al rimedio che gli viene offerto come specifico per guarire la sua malattia. Non fa nemmeno meraviglia che nei primi tempi della loro adozione vi sia stato chi abbia attribuito ai limitatori automatici di corrente delle prerogative quasi miracolose, come p. es. quella di attenuare gli spunti istantanei dei corti circuiti, di limitare i guasti delle macchine sincrone, ecc., che questi dispositivi non possono avere o hanno in maniera assai limitata.

L'esperienza degli anni successivi servì a mettere nella giusta evidenza i vantaggi che i limitatori possono realmente offrire in molti casi e ne dimostrò a più riprese l'efficacia, specialmente per quei sistemi di produzione e distribuzione che, per la loro configurazione speciale e per la tensione alla quale funzionano, possono dar luogo a correnti di corto circuito permanenti di tale imponenza da mettere in pericolo tanto il macchinario quanto l'apparecchiatura e le condutture. Si tratta di sistemi, che, al contrario di quelli ad altissima tensione, soffrono di «difetto di reattanza», nei quali anzi molte volte è necessario aumentare la reattanza propria del sistema mediante l'aggiunta di reattanze limitatrici di corrente. Le reti delle grandi metropoli offrono, p. es., l'esempio tipico di sistemi di questo genere.

Il principio semplice ed evidente di funzionamento, il costo relativamente lieve, la sicurezza di servizio e l'indubbia azione limitatrice delle sovracorrenti fecero estendere sempre più l'impiego dei limitatori non solo ai casi in cui la loro opera era utile, ma anche a quelli in cui poteva risultare perniciosa. E, siccome bisogna convenire che la parola sovracorrenti, correnti di corto circuito ecc. produce, specialmente su chi ha potuto rendersi conto dei loro effetti, una impressione paragonabile a quella della parola sovratensioni, niente di più naturale che l'attenzione dei tecnici sia stata talvolta in certo qual modo sviata da una visione obiettiva delle reali conseguenze che i limitatori possono avere in molti casi.

Obiezioni al loro impiego universale sorsero prima ancora dello sviluppo dei sistemi ad altissima tensione, quando i tecnici si poterono render conto dell'interferenza che esiste per es., fra l'azione dei relais di protezione a massima corrente, giunti nel frattempo ad un alto grado di perfezione, e quella dei limitatori.

Coll'estensione poi delle reti ad altissima tensione si poterono in svariate circostanze e da tecnici dei differenti Paesi, gli uni indipendentemente dagli altri, notare le conseguenze perniciose per la

è mosso da un servomotore, che può essere costituito da un elettromagnete, un servomotore ad olio o un motore elettrico.

Infine la suddivisione classica dei regolatori è la seguente:

I. - Regolatori lenti (per es. regolatori Thury a cremagliera e motore).
II. - Regolatori semirapidi (regolatori a motore, regolatori a servomotore d'olio Thoma o Rex, regolatori a settore Guettinger).
III. - Regolatori rapidi (regolatori a contatti vibranti, tipo Tirrill).

I regolatori della prima categoria vanno diventando d'uso sempre più raro, mentre tende a prevalere quello dei regolatori della seconda categoria, specialmente per le grosse macchine.

Questa suddivisione ha perduto in gran parte del suo significato e valore, perchè nel meccanismo della regolazione non è la rapidità dell'organo regolatore quella che conta, ma la rapidità di tutto il sistema.

Si può ottenere maggiore rapidità di regolazione con un regolatore semirapido ad azione indiretta, adottando un sistema di regolazione appropriato, che, con un regolatore rapido. Di fronte alla inerzia magnetica di una grossa macchina sincrona, che può assumere valori imponenti, poco giova la rapidità propria del regolatore, se esso non può imprimere al campo della macchina che un limitato impulso di eccitazione.

La inerzia magnetica del circuito di campo di una macchina ha un effetto fortunatamente favorevole sia sulle sue qualità di stabilità dinamica, sia sul fenomeno della regolazione. Essa ha la stessa importanza che ha per un motore primo l'inerzia delle parti rotanti: quanto maggiore è il suo valore, tanto più tempo è concesso al regolatore per intervenire a sostenere il fenomeno della regolazione. L'altro importante vantaggio che offre una grande inerzia magnetica è quello di rendere più stabile la regolazione. Lo stesso regolatore registrato per una determinata rapidità e con un determinato smorzamento, che assicura un funzionamento completamente stabile di un alternatore a forte inerzia magnetica, dà un esercizio del tutto instabile se applicato ad un altro alternatore, avente un valore minore d'inerzia magnetica.

Negli ultimi anni si è diffuso in America l'impiego di un apparecchio formato dalla combinazione di un regolatore semirapido, del tipo a motore, con uno rapido, del tipo a contatti vibranti o a contattori. Il regolatore rapido entra in funzione solo nelle brusche variazioni di regime, e si mette automaticamente fuori servizio appena il nuovo regime è raggiunto. Allora la regolazione viene assunta e prosegue con quello semirapido.

Al capitolo secondo è già stato parlato della ripercussione e dell'influsso notevole che hanno avuto la costruzione di macchine di grande potenza, l'esercizio di vasti sistemi ad altissima tensione e quindi le esigenze di una rapida regolazione automatica di tensione sullo sviluppo di nuovi e più razionali sistemi d'eccitazione e di regolatori automatici. E' stato accennato anche a diversità di criteri di costruzione fra le Case americane e qualcuna delle europee.

Se per l'esercizio normale di certi impianti, durante il funzionamento a regime, la rapidità della regolazione della tensione può passare in seconda linea, in caso di disturbi o bruschi cambiamenti di regime, questa rapidità ha una importanza notevole, se non capitale, per tutti gli impianti.

Già dalla nostra analisi semplificata del comportamento delle macchine sincrone era apparsa sempre evidente in qualsiasi condizione di funzionamento la necessità della costanza della tensione.

Abbiamo visto anche che le macchine sincrone hanno in se stesse delle preziose qualità autoregolatrici: sia a regime costante, sia in regime transitorio. In ambedue i casi, nel primo in causa dell'insufficiente gradiente della variazione $\frac{dQ}{dV}$, e nel secondo in causa della brevissima durata del fenomeno di autoregolazione, queste qualità sono insufficienti se la loro azione non è sostenuta con qualche altro mezzo automatico che la integri, la intensifichi e rispettivamente la continui. Le macchine stesse ci indicano quindi, se non la via da seguire, almeno lo scopo da raggiungere. E questo è il compito che spetta ai regolatori.

Sul problema della regolazione automatica e sullo sviluppo degli apparecchi e dei sistemi d'eccitazione che questa regolazione devono eseguire si è ben lungi dall'avere detto l'ultima parola, pur avendo conseguito risultati notevoli. E' probabile però che la loro efficacia venga notevolmente avvantaggiata se la loro azione verrà messa sotto il controllo non della sola tensione, ma anche di altre grandezze che interessano il funzionamento delle macchine sincrone.

E qui vogliamo aprire una parentesi, per non essere fraintesi.

Gli alternatori alimentanti linee ad altissima tensione funzionano generalmente per le note ragioni con fattore di potenza prossimo all'unità. Da questo fatto potrebbe sorgere facilmente l'idea di porre la regolazione automatica dell'eccitazione sotto il controllo non della tensione, ma del fattore di potenza. L'idea che abbiamo già sentito avanzare, sembrerebbe allettante: non per questo non è detto che essa condurrebbe nella maggior parte dei casi a risultati semplicemente disastrosi. E il motivo è evidente. La regolazione automatica a fattore di potenza costante, o leggermente variabile secondo una semplice legge, lascerebbe indeterminata la grandezza capitale, dalla quale dipende in prima linea la stabilità di funzionamento: la tensione. Supponiamo che la macchina sia soggetta ad un repentino abbassamento della tensione. La potenza reattiva da essa erogata subirebbe un aumento: quindi il fattore di potenza scenderebbe. Il regolatore diseccitercbbe la macchina, per riportarla a fattore di potenza pressochè costante, abbasserebbe ulteriormente la tensione e la farebbe nella maggior parte dei casi uscire di passo.

Con un sistema simile di regolazione la macchina tenderebbe ad assumere una caratteristica di regolazione simile a quella di un condensatore statico (fig. 72) che, come abbiamo visto, è pernicioso alla stabilità.

Chi scrive queste righe è stato tentato ad applicare una regolazione automatica di fattore di potenza ad un alternatore di una centrale automatica costruito per ovvi motivi per poter dare solo una debole potenza reattiva.

Per prevenire fenomeni d'instabilità si era pensato di bloccare il regolatore con un dispositivo automatico di limitazione, il quale entrasse in azione appena la tensione per una causa qualunque fosse scesa sotto un certo valore, e modificasse automaticamente l'azione del regolatore facendolo funzionare a tensione costante.

Inconvenienti di instabilità di funzionamento si sarebbero potuti così evitare. Sarebbero però rimasti gli inconvenienti di altra natura, costituiti da eccessivi possibili aumenti di tensione, non essendo provvisto il regolatore di nessun mezzo limitatore in questo senso.

Perciò la idea fu abbandonata a favore di un altro sistema più semplice e di azione stabilizzante.

Effetto simile a quello della regolazione automatica a fattore di potenza costante può avere la limitazione automatica della corrente.

I limitatori automatici di corrente hanno al loro attivo una serie di successi notevoli. Essi sorsero in un'epoca nella quale le nozioni relative ai fenomeni di corto circuito non erano ancora ben chiarite, mentre cominciavano a manifestarsi in modo preoccupante i loro effetti disastrosi e in cui la costruzione del macchinario e dell'apparecchiatura non aveva raggiunto un grado sufficiente di sicurezza da poter dare serie garanzie contro le conseguenze dei corti circuiti. E' quindi più che naturale che essi abbiano trovato nel mondo esercente quello stato d'animo favorevole al loro impiego, che sotto certi aspetti può paragonarsi a quello di un malato di fronte al rimedio che gli viene offerto come specifico per guarire la sua malattia. Non fa nemmeno meraviglia che nei primi tempi della loro adozione vi sia stato chi abbia attribuito ai limitatori automatici di corrente delle prerogative quasi miracolose, come p. es. quella di attenuare gli spunti istantanei dei corti circuiti, di limitare i guasti delle macchine sincrone, ecc., che questi dispositivi non possono avere o hanno in maniera assai limitata.

L'esperienza degli anni successivi servì a mettere nella giusta evidenza i vantaggi che i limitatori possono realmente offrire in molti casi e ne dimostrò a più riprese l'efficacia, specialmente per quei sistemi di produzione e distribuzione che, per la loro configurazione speciale e per la tensione alla quale funzionano, possono dar luogo a correnti di corto circuito permanenti di tale imponenza da mettere in pericolo tanto il macchinario quanto l'apparecchiatura e le condutture. Si tratta di sistemi, che, al contrario di quelli ad altissima tensione, soffrono di «difetto di reattanza», nei quali anzi molte volte è necessario aumentare la reattanza propria del sistema mediante l'aggiunta di reattanze limitatrici di corrente. Le reti delle grandi metropoli offrono, p. es., l'esempio tipico di sistemi di questo genere.

Il principio semplice ed evidente di funzionamento, il costo relativamente lieve, la sicurezza di servizio e l'indubbia azione limitatrice delle sovracorrenti fecero estendere sempre più l'impiego dei limitatori non solo ai casi in cui la loro opera era utile, ma anche a quelli in cui poteva risultare perniciosa. E, siccome bisogna convenire che la parola sovracorrenti, correnti di corto circuito ecc. produce, specialmente su chi ha potuto rendersi conto dei loro effetti, una impressione paragonabile a quella della parola sovratensioni, niente di più naturale che l'attenzione dei tecnici sia stata talvolta in certo qual modo sviata da una visione obiettiva delle reali conseguenze che i limitatori possono avere in molti casi.

Obiezioni al loro impiego universale sorsero prima ancora dello sviluppo dei sistemi ad altissima tensione, quando i tecnici si poterono render conto dell'interferenza che esiste per es., fra l'azione dei relais di protezione a massima corrente, giunti nel frattempo ad un alto grado di perfezione, e quella dei limitatori.

Coll'estensione poi delle reti ad altissima tensione si poterono in svariate circostanze e da tecnici dei differenti Paesi, gli uni indipendentemente dagli altri, notare le conseguenze perniciose per la

scatto ridotto al minimo possibile, (inferiore al decimo di secondo), mettono subito fuori servizio la parte guasta.

Il secondo mezzo è costituito dall'impiego di macchine sincrone con elevate caratteristiche proprie di stabilità (rapporto di corto circuito di valore superiore al normale).

Assai dibattuta è stata fino a poco fa la convenienza di applicare al rotore delle macchine sincrone un avvolgimento smorzatore. Pur riconoscendone l'influsso benefico sotto molti aspetti, il timore che un simile avvolgimento a bassa resistenza esercitasse una azione nociva sulla stabilità, diminuendo la reattanza di sequenza negativa del sistema e magnificando quindi le correnti di corto circuito assimmetriche, aveva trattenuto gli americani dall'impiegarlo per le macchine collegate a vasti sistemi.

Queste apprensioni sembrano essere risultate eccessive, perchè la riduzione che porta l'avvolgimento smorzatore al valore complessivo della reattanza di sequenza negativa del sistema è relativamente esigua e non annulla nè compromette gli altri vantaggi offerti dal suo uso.

I tecnici americani sono andati anzi più oltre. Hanno in alcuni casi applicato alle macchine sincrone due avvolgimenti smorzatori: uno a bassa resistenza e l'altro ad alta resistenza, facendo qualche cosa di simile di quello che si fa coi motori a doppia gabbia di scoiattolo.

La parte ad alta resistenza avrebbe lo scopo di aumentare la reattanza di sequenza negativa e di esercitare una azione frenante sul campo inverso in caso di corti circuiti assimmetrici.

I tecnici americani hanno inoltre constatato i vantaggi che offre una rapida regolazione automatica di tensione per elevare la stabilità, specialmente quella dinamica. Tutti sono concordi nell'affermare che questa rapidità deve essere in tutti casi notevolmente superiore a quella che offrono i regolatori automatici di costruzione comune. Perciò sono stati sviluppati nuovi tipi di regolatori ad azione prontissima che provocano la così detta eccitazione ad impulso. Sull'entità della sua rapidità non possono invece essere date indicazioni generali, valide per tutti i casi. Essa deve essere adattata alle condizioni speciali di ogni sistema singolo.

e) L'eccitazione ad impulso.

Una rapidità di valore elevatissimo, che può essere preziosa per assicurare la stabilità di un sistema durante il periodo in cui esso si trova sotto l'azione di un guasto, può invece risultare eccessiva e nociva nell'attimo susseguente all'eliminazione del guasto, perchè tende a magnificare lo shock che ne deriva.

Ad ogni modo i maggiori valori di rapidità di regolazione si adottano per i condensatori sincroni.

Gli espedienti generalmente messi in opera per ottenere i migliori risultati consistono anzitutto nell'impiego di sistemi di eccitazione con eccitatrice principale e ausiliaria (eccitatrice pilota), quest'ultima a tensione costante. Le eccitatrici stesse sono costruite con gli opportuni accorgimenti per ridurre al minimo le costanti di tempo. A questo scopo esse si muniscono di sistema polare lamellato, si diminuisce con mezzi appropriati la reattanza dei loro circuiti di campo e, per alternatori lenti, si adottano gruppi separati di eccitazione a velocità elevata, mossi dall'alternatore stesso, attraverso accoppiamento elettrico, per mezzo di un motore trifase di comando (cfr. fig. 36).

Si sceglie inoltre un valore elevato, multiplo del normale, per la tensione massima (ceiling voltage) che può dare l'eccitatrice principale e si provvede che l'impulso dato dal regolatore venga trasmesso nel modo più diretto al campo della macchina sincrona. Non essendo conveniente nè pratica l'applicazione del regolatore automatico al circuito di campo della macchina sincrona, lo si inserisce, come da noi, nel circuito di campo della eccitatrice principale.

Il regolatore viene posto sotto il controllo della componente di sequenza positiva della tensione da regolarsi, attraverso una specie di filtro, oppure esso viene controllato dalla tensione di tutte e tre le fasi per mezzo di un campo rotante. Questa misura è indispensabile per evitare che la bobina voltometrica del regolatore si trovi sotto l'azione della tensione di una sola fase, che al momento necessario può abbassarsi in seguito ad un carico assimmetrico del sistema e dar luogo ad una diseccitazione proprio quando la necessità di un rapido aumento della eccitazione è più impellente che mai.

Altro mezzo per assicurare la stabilità dei sistemi, che in questi ultimi tempi si incomincia ad applicare, è quello, ovvio sotto questo riguardo, di aumentare la reattanza di sequenza negativa o di sequenza zero del sistema, rinunziando alla messa a terra diretta del neutro, inserendo fra il centro stella dei trasformatori e la terra una reattanza o impedenza di valore appropriato.

Un vantaggio equivalente si ottiene mediante l'uso di una semplice resistenza. Sotto questo aspetto quindi gli americani starebbero facendo marcia indietro e rinunzierebbero evidentemente ai vantaggi che offre la messa diretta a terra del neutro.

Poichè è alquanto difficile trovare nelle numerosissime pubblicazioni sul tema della stabilità degli schemi dettagliati di sistemi di eccitazione ad impulso, riteniamo non inutile riprodurre due schemi tipici, il cui raffronto è assai istruttivo anche perchè dà un'idea della diversità di criteri colla quale il problema è stato affrontato da una Casa costruttrice europea e da una americana.

Il primo (fig. 77) si riferisce a un condensatore sincrono da 30 MVA, 11 kV, 600 giri a 60 periodi destinato al Giappone [18]. Esso è stato costruito per un rapporto di corto circuito 1,24 e ha il rotore provvisto di avvolgimento smorzatore a bassa resistenza. Il suo sistema di eccitazione consiste di una eccitatrice ausiliaria in derivazione alimentante per mezzo di un reostato potenziometrico, attraverso la resistenza fissa r, il campo dell'eccitatrice principale. L'indotto di questa è allacciato direttamente senza resistenze all'avvolgimento di campo del sincrono.

La regolazione automatica della tensione in condizioni di funzionamento a regime viene fatta da un regolatore rapido Tirrill T sul campo della eccitatrice ausiliaria. Se però l'abbassamento della tensione oltrepassa un certo limite, entra subito in funzione la eccitazione ad impulso propriamente detta.

Essa viene provocata da un secondo dispositivo di regolazione costituito da un altro regolatore Tirrill, che chiude immediatamente un contattore doppio (1,2) e mette in corto circuito la resistenza fissa r e la resistenza di ρ_c nel circuito di campo dell'eccitatrice ausiliaria e.

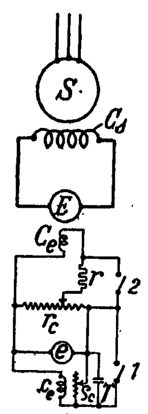


Fig. 77.

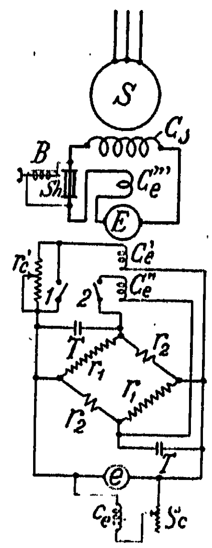


Fig. 78.

Fig. 77. — Condensatore sincrono da 30 MVA (Giappone). Sistema europeo di eccitazione ad impulso.

Fig. 78. — Condensatore sincrono da 30 MVA (Plymouth Meeting). Sistema americano di eccitazione ad impulso.

Un dispositivo limitatore di corrente applicato al sistema di eccitazione ad impulso serve a ridurre le correnti di eccitazione del sincrono e a proteggerne il campo da sovraelevazioni pericolose di temperatura nei casi in cui, ad onta della forte potenza reattiva data dal sincrono, la tensione della rete non viene ripristinata al suo valore normale.

Il sistema di eccitazione ad impulso imprime alla eccitatrice principale ai suoi morsetti un gradiente di tensione di 600 volt al secondo. A tale scopo essa, pure essendo costruita per una tensione normale di 250 V, può dare una tensione massima di 700 V.

Il secondo schema di eccitazione ad impulso (fig. 78) applicato da una Casa costruttrice americana [19], costituisce probabilmente un record del genere per gli spunti veramente imponenti di potenza reattiva che può erogare alla rete, attraverso il sincrono che esso controlla.

E' stato applicato a tre sincroni destinati a mantenere la stabilità di un importante sistema a 220 kV dell'Est in caso di disturbi.

Le macchine hanno una potenza normale unitaria di 30 MVA e il loro sistema di eccitazione è atto a controllarne automaticamente la potenza dal valore di 20 MVA in regime sottoeccitato a 60 MVA in regime sovraeccitato. L'eccitazione è fatta a mezzo di una eccitatrice ausiliaria in derivazione che eccita a sua volta quella principale. Questa è provvista di circuito magnetico lamellato ed è munita di tre avvolgimenti di campo: uno in serie e due ad eccitazione separata.

La sua tensione massima è di 1000 volt.

(18) Cfr. MANDL, loc. cit.

(19) Cfr. THOMPSON e WALTON: Automatic Regulation of Synchronous Condensers equipped with Superspeed Excitation - Trans. A.I.E.E., volume 49, n. 1, 1930, pag. 315.

L'alimentazione del campo principale ad eccitazione separata C_e' ha luogo dai morsetti della eccitatrice ausiliaria attraverso il reostato r_e' comandato a motore, che rimane registrato in una posizione fissa e provvede alla eccitazione di E in condizioni di funzionamento a regime. Contemporaneamente il secondo avvolgimento (ausiliario) di campo C_e'' è percorso da una corrente debole o di valore nullo. Esso provvede alla regolazione automatica della tensione per le variazioni delle condizioni di funzionamento che hanno luogo in servizio normale a mezzo di un regolatore automatico Tirrill *T-T* che controlla le resistenze r_1 e r_2 di un ponte squilibrato e consente anche una momentanea controeccitazione.

La regolazione automatica è controllata da un elemento trifase a campo rotante che ne assicura l'esatto funzionamento in qualsiasi evenienza.

In caso di disturbi (corti circuiti a terra, corti circuiti doppi a terra, ecc.) che producono un abbassamento di tensione superiore al cinque per cento viene messo in opera un secondo regolatore automatico attraverso un relais B. Esso comanda un contattore doppio che apre il contatto 2, rimasto fino allora chiuso, e chiude quello 1, escludendo il campo ausiliario C_e'' e chiudendo in corto circuito il reostato r_e'. Entra così in funzione la eccitazione ad impulso, che imprime all'eccitatrice principale un gradiente di tensione di 7000 volt al secondo.

Il reostato r_e' rimane chiuso in corto circuito finchè la tensione del sistema non si sia ripristinata al suo valore normale, o finchè la potenza reattiva del sincrono non abbia raggiunto 60 MVA. Quando questo è avvenuto il contattore riapre il contatto 1 e chiude quello 2 e rimette in funzione la regolazione automatica normale a mezzo del regolatore Tirrill *T-T*. Il passaggio avviene senza brusca soluzione di continuità in causa della concatenazione magnetica fra l'avvolgimento C_e' e quello C_e''.

L'avvolgimento in serie C_e''', a numero abbondante di spire, magnifica automaticamente la tensione della eccitatrice principale ogni qualvolta, per opera di un brusco cambiamento di regime, la corrente di campo del sincrono tende ad aumentare, sostenendo l'azione dell'eccitazione ad impulso e intensificandola.

I sincroni in parola dimostrarono alle prove di essere in grado di raggiungere una potenza reattiva di 73 MVA e di poter passare in meno di mezzo secondo da 10 MVA in regime sottoeccitato a 55 MVA in regime sovraeccitato.

La casa costruttrice afferma che in virtù dello speciale sistema di eccitazione ad impulso l'azione di due di questi sincroni equivale a quella di 4 sincroni di costruzione e caratteristiche normali dopo 0,17 secondi dall'inizio della perturbazione, e a quella di 9 sincroni normali dopo 0,43 secondi.

Sarebbe sommamente interessante avere notizie dettagliate sui risultati pratici ottenuti con queste macchine, dei quali finora nulla è stato pubblicato.

E evidente che macchine di caratteristiche simili possono mettere a dura prova gli impianti nei quali sono installate, in causa delle enormi correnti di corto circuito a cui possono dare luogo.

I dispositivi di regolazione per l'eccitazione ad impulso sono, come si vede, abbastanza complessi e alquanto ingombranti.

Esisterebbe però un'altra possibilità assai promettente di risultati di realizzare una rapidissima regolazione automatica dell'eccitazione, che permetterebbe, se non di abolire, almeno di ridurre notevolmente il lavoro dei regolatori automatici e quindi la loro complessità e le loro dimensioni. L'idea non è affatto nuova ed è stata messa in opera in via di esperimento.

Essa consisterebbe nel migliorare le caratteristiche proprie di regolazione della macchina sincrona, aumentando sensibilmente il gradiente negativo $\frac{dQ}{dV}$ nei pressi della tensione normale, e dando alla curva di regolazione una forma più opportuna nel campo rimanente.

Se prendiamo per esempio una convertitrice sincrona di corrente trifase in corrente continua, eccitata in derivazione dai morsetti a corrente continua, e la facciamo funzionare da semplice macchina sincrona, potremo rilevare che le sue caratteristiche di regolazione sono notevolmente peggiorate rispetto a quelle di una macchina sincrona normale ad eccitazione separata. Infatti la dipendenza della sua corrente di eccitazione dalla tensione della corrente trifase altera notevolmente la curva di regolazione e ne modifica in senso sfavorevole il gradiente.

Non è detto che non esista la possibilità inversa. Quella cioè di valersi in modo conveniente dei valori della corrente e della tensione della macchina sincrona, per farli agire, attraverso opportuna conversione, sulla eccitazione della macchina stessa.

Non è difficile studiare a tavolino schemi di eccitazione basati su questo principio. Tutto sta nello sperimentarli e nello scegliere quelle soluzioni che per la loro semplicità, sicurezza e costo possono competere coi sistemi di eccitazione a regolazione automatica mediante regolatori.

Vedremo come schemi di questo genere siano già stati proposti per macchine asincrone.

f) Altre possibilità di migliorare la stabilità.

Ci si permetta infine di concludere con una breve considerazione, che riguarda pure il tema della stabilità, pure essendo estranea al lato puramente elettrico del problema.

Esiste un ultimo mezzo, assai promettente di risultati, che non sembra esser stato ancora provato, per assicurare la continuità di esercizio e per impedire al sistema di oltrepassare il limite di stabilità.

Abbiamo antecedentemente paragonato un sistema ad una catena. La maggior parte dei mezzi per migliorare la stabilità, dei quali abbiamo parlato, consisteva nel rinforzare la resistenza di questa catena. Si può però evitarne la rottura (instabilità di funzionamento), riducendone temporaneamente la sollecitazione. Sembrerebbe quindi possibile di eliminare in molti casi la instabilità dei sistemi, diminuendo nei periodi critici il valore della potenza che essi devono trasmettere.

Ci sembra di ricordare che molti anni or sono una proposta simile era stata avanzata: si parlava della possibilità d'impiego di un giunto staccabile, durante il servizio, istantaneamente al momento opportuno, collegante il motore primo all'alternatore. Difficoltà pratiche di costruzione e di esercizio si opporrebbero probabilmente all'attuazione di questo principio troppo rudimentale e violento.

Resterebbe però un'altro mezzo, congiunto anch'esso indubitatamente a difficoltà non lievi: agire convenientemente sui regolatori dei motori primi, quando gli alternatori sincroni tendono a perdere il passo. L'azione dovrebbe essere naturalmente rapidissima (ed è questo appunto il lato più difficile del problema, specialmente per i motori primi idraulici).

Se d'altra parte esaminiamo il principio sul quale si basa l'azione di tutti i regolatori di motori, vediamo che esso è in certo qual modo antitetico col comportamento delle macchine sincrone.

La regolazione della potenza avviene in funzione della velocità dei motori primi e quindi della frequenza del sistema. Il regolatore è infatti quell'organo che sente unicamente le variazioni di questa sola grandezza, funzione della potenza di *tutto il sistema* (che non è quella della macchina che esso comanda). Esso è completamente insensibile alle variazioni di tutte le altre grandezze, che in misura ben maggiore interessano il funzionamento dell'alternatore mosso dal motore primo sotto il controllo di quel tal regolatore. Questo è quindi un organo cieco, dal comportamento unilaterale e che non tiene conto affatto delle condizioni di funzionamento dell'alternatore, siano esse prossime o distanti dal suo limite di stabilità.

Ciò premesso, non ci sembra affatto che studi e tentativi per dare al regolatore un comportamento più razionale non possano apportare, se non la soluzione integrale, almeno un contributo notevole di miglioria al problema della stabilità.

Vi sono p. es. già in funzione dei piccoli impianti di produzione, nei quali i regolatori dei motori primi sono comandati non dalla frequenza, ma da un'altra grandezza d'esercizio, da essa in parte indipendente, la tensione della macchina. Questo fatto servirebbe a provare che altre soluzioni non sarebbero impossibili.

Bisognerebbe quindi studiare il modo di mettere il regolatore sotto il controllo di una o più delle grandezze che caratterizzano le condizioni di stabilità dell'alternatore che esso comanda, mantenendo contemporaneamente, se è necessario, un vincolo colla frequenza del sistema.

E' certo che un maggior affiatamento fra ingegneri di esercizio, costruttori elettromeccanici e costruttori di motori primi potrebbe facilitare e rendere più semplice anche la soluzione del problema della stabilità.

Lo sviluppo della tecnica negli ultimi anni è ricco di esempi nei quali la elettrotecnica ha dato non solo la spinta, ma ha anche fornito i mezzi per permettere di risolvere molti problemi, contribuendo allo sviluppo e al progresso degli altri rami dell'ingegneria, non ultimo quello della costruzione di motori primi.

Il contributo dell'elettrotecnica ha anche sotto questo aspetto un valore assai ragguardevole, che va apprezzato nella giusta misura.

Sarà una illusione la nostra, ma siamo sinceramente convinti che una collaborazione più stretta fra elettrotecnici e costruttori di motori primi sarebbe ricca di risultati sotto tutti i riguardi e che potrebbe fruttare un notevole perfezionamento anche nella costruzione dei regolatori di questi motori in un senso più confacente alle esigenze di esercizio dei moderni impianti.

*

Con questa puntata finisce la parte della trattazione riguardante «I sincroni». In un prossimo articolo l'A. prenderà a considerare «Gli asincroni».

SEGNALAZIONI AUTOMATICHE AI PASSAGGI A LIVELLO

O. L'EPLATTENIER

Prospettato in linea generale il problema dei passaggi a livello, liberi e custoditi, l'A. mette in rilievo, per questi ultimi, i pericoli del sistema a barriera, al quale deve sostituirsi il sistema a segnalazione automatica.

Esaminati quindi i tipi di segnali finora usati o che si presentano più opportuni, l'A. descrive i dispositivi «Signum» per segnalazione automatica a luci intermittenti, basati su speciale contatto di rotaia a mercurio e su un complesso di relais a dilatazione e contrazione alternativa di gas agente su mercurio in bulbi chiusi; ne illustra infine alcuni esempi di applicazione pratica a passaggi a livello a semplice e doppio binario.

PARTE PRIMA

Problema generale dei passaggi a livello.

In un paese, nel quale la rete stradale e la rete ferroviaria sono complete, si può considerare il numero degli incroci delle due reti come espresso proporzionalmente ai chilometri di rete ferroviaria.

Questi incroci costituiscono i punti delicati della rete; essi compromettono la sicurezza degli utenti delle due reti, gravano sul bilancio delle ferrovie e disturbano il traffico stradale.

La soppressione pura e semplice dei passaggi a livello e la loro sostituzione con sopra o sotto passaggi richiede l'investimento di ingenti capitali il cui ammontare è dell'ordine di grandezza del quarto del capitale globale investito nelle ferrovie.

E' dunque una soluzione proibitiva, inammissibile come principio generale, riservata solo a pochi casi speciali.

Il problema consiste dunque nel trovare una soluzione che sopprima, o per lo meno attenui fortemente, i disturbi ed i gravami provocati dai passaggi a livello.

Nell'esaminare i possibili rimedi, occorre distinguere tra passaggi non custoditi e passaggi custoditi.

1. - Passaggi non custoditi.

La sicurezza, ad un qualunque incrocio, si può così definire: «per evitare una disgrazia ad un incrocio di strade, è necessario e «sufficiente che il conduttore sull'una delle strade sia in grado di sor- «vegliare, visualmente o acusticamente, la strada trasversale, quando, «al più tardi, si trova al limite del campo di frenatura rispetto all'in- «crocio». In altri termini: «La sicurezza è garantita se il campo «di frenatura è inferiore al campo di sorveglianza».

Infatti, il prudente conduttore rallenta sempre più o meno negli incroci, per diminuire la lunghezza di frenatura, e dà per tempo il segnale acustico per aumentare il campo di sorveglianza sull'altra strada.

In pratica, non si rallenta mai abbastanza agli incroci, per garantire la sicurezza sopra definita, dato che ogni conduttore conta sulla eventuale frenatura, fermata, deviazione, ecc., dei veicolo sulla strada trasversale; però, quando la trasversale è una strada ferrata, i cui veicoli hanno priorità di passaggio, la sicurezza non può essere ottenuta che esclusivamente dal conduttore su strada libera.

L'incrocio di una strada con un'altra strada a priorità, in particolare con una strada ferrata, è dunque certamente meno pericoloso (a parità di circostanze di frequenza o di altre) che l'incrocio di due strade libere, alla precisa condizione che la strada con priorità sia segnalata sull'altra strada senza possibile equivoco.

Questa segnalazione è già stata definita dalle decisioni dei Congressi della U. I. C. le quali stabiliscono:

1) Un segnale avanzato, a 150/200 metri dal passaggio a livello, di forma triangolare, col simbolo di una locomotiva.

2) Un segnale principale, sul luogo stesso del passaggio a livello, costituito da una «croce di Sant'Andrea».

Il primo tipo di segnale, da collocarsi su sede stradale, è pure stato consigliato dal Comitato permanente della circolazione stradale alla Società delle Nazioni, nel suo rapporto relativo alla segnalazione stradale (C. 15. 8. VIII. T. 331 - Ginevra - 17. 1. 1928). Numerosi esemplari sono stati collocati in diversi paesi, ad opera dei rispettivi Touring Clubs ed Enti del Turismo.

Il secondo tipo di segnale, con esecuzione della croce in legno o ferro verniciato o in cemento armato è collocato su sede ferroviaria a cura di quella Amministrazione.

La visibilità di giorno e di notte di tali segnali di forma è implicitamente ammessa; praticamente però è sovente diminuita ed ostacolata da varie cause locali (alberi, svolte, mancata illuminazione notturna, ecc.), rimediabili con provvedimenti adeguati che non interessano il segnale stesso, o da cause generali come la nebbia, la tempesta, l'impossibile illuminazione notturna, che consiglierebbero una modifica al segnale stesso (aggiunta di fuochi, movimenti, segnali acustici, lenti riflettenti, ecc.) specialmente sulle strade maggiormente frequentate.

Nel considerare tali modifiche, occorre tenere presente che con la ricerca di simili miglioramenti di carattere locale, si rischia di compromettere tutta la sicurezza conseguita con tali segnali.

Per un medesimo pericolo, la segnalazione deve essere data da un unico segnale a significato unico; l'unificazione assoluta è di rigore più ancora che in ogni altro campo, perchè il segnale interessa milioni di individui di formazione e coltura molto diversa, i quali devono essere informati senza possibile equivoco, se si vuole evitare l'errore e le sue conseguenze.

2. - Passaggi custoditi.

Ammessa e concessa la visibilità di giorno e di notte per i semplici segnali di forma, che costituiscono anzi la base della sicurezza dei passaggi non custoditi, si potrebbe teoricamente rinunciare ad ogni altra distinzione nei passaggi a livello.

In pratica, però, sia che circostanze locali diminuiscano la visibilità (ciò che è sovente il caso per tracciati a doppio binario), sia che la strada sia molto frequentata (ciò che diminuisce ugualmente la visibilità), il campo di sorveglianza della nostra formola di sicurezza si trova ridotto in tale modo che la sicurezza non può più essere garantita dalla segnalazione primitiva del passaggio a livello non custodito.

D'altra parte, non è più praticamente possibile fare subire agli autoveicoli, su strada di grande traffico, i ritardi che deriverebbero dalla necessità di rallentare e fermare il veicolo per garantire la loro propria sicurezza ad ogni passaggio a livello.

Anzi, sempre su strade di grande traffico, una tale pretesa potrebbe portare ad una diminuzione della sicurezza nel senso che, dal rallentamento quando nessun treno fosse in vista, deriverebbe una rincorsa tra veicoli con diminuzione del rispetto dovuto al segnale, e con probabile diminuzione della sorveglianza individuale.

Queste considerazioni sono ben conosciute; giova però ricordarle per meglio precisare la formola del concetto di passaggio a livello custodito alla quale conducono e che si può così definire:

Un passaggio a livello è custodito quando lo sbarramento è alternato, cioè quando si chiude la strada per dare via libera alla ferrata, e si apre la strada per bloccare la ferrata.

Quando non vi è treno, non si può parlare di incrocio dato che la via trasversale è sbarrata.

Quando un treno viene annunciato, è necessario, per rimanere nei limiti della formola di sicurezza, che il campo di sorveglianza sia creato ed in misura molto ampia, questa volta, perchè non si tratta di segnalare una possibilità di pericolo, come nel passaggio a livello non custodito, ma il passaggio di un treno, ossia un pericolo certo e definito.

La creazione del campo di sorveglianza, ossia la custodia del passaggio, si può eseguire in due modi: colla barriera e colla segnalazione.

a) *La barriera del passaggio custodito* rappresenta uno sbarramento effettivo della strada, una protezione materiale che offre però un nuovo pericolo, quello dello sfondamento. Quando la prima barriera è stata sfondata, il veicolo che ha perso la sua forza viva, si trova imprigionato sulle rotaie, davanti alla seconda barriera, e viene investito dal treno.

Nel 1926 le Ferrovie tedesche registravano 726 disgrazie in corrispondenza delle barriere e più di 1000 nel 1927. Sulla rete ferroviaria bavarese dal 1° gennaio al 31 ottobre 1927, su 226 disgrazie in corrispondenza delle barriere, 118 erano dovute allo sfondamento dello sbarramento.

Sulla rete delle Ferrovie svizzere, si è notato che il 30 % delle disgrazie interessavano passaggi non custoditi e 70 % quelli custoditi con barriere.

Da questo sarebbe prematuro ricavare la conclusione che il passaggio custodito è più pericoloso; bisogna tenere conto che, sulla maggior parte delle stradi principali, i passaggi sono custoditi, cosicchè, ad un numero circa doppio di disgrazie corrisponderà una circolazione di veicoli almeno dieci volte superiore.

Certo, non è la custodia del passaggio che crea il pericolo, *è la barriera*. Di fatti, l'80 % delle disgrazie ai passaggi custoditi è dovuto allo sfondamento della barriera. Così, su 100 disgrazie, 30 sono investimenti ai passaggi non custoditi, 14 investimenti su quelli custoditi e 56 sfondamenti di barriere.

La custodia del passaggio abbassa il numero delle disgrazie in una certa proporzione, però la presenza della barriera diminuisce sensibilmente il risultato conseguito.

Per aumentare la sicurezza, si possono installare i segnali avanzati convenzionali (triangolo con simbolo) oltre a segnalare direttamente la barriera mediante lenti riflettenti. Queste misure sono sufficienti quando il tempo è chiaro o quando la strada è poco frequentata di notte. Colla nebbia, non si fa in tempo a scorgere i segnali e di notte la visibilità delle lenti riflettenti può essere diminuita o soppressa per la presenza di altro veicolo davanti o per il fatto che, per incrociare un altro veicolo, sono stati spenti i fari.

Tenuto conto di tutte le precauzioni che si possono prendere e sempre con riferimento alla statistica svizzera, il 14 % delle disgrazie è ancora dovuto ad investimento sulle rotaie di passaggi con barriere. Questo lo si deve al fatto che una mancanza del guardiano o la defezione dell'apparecchiatura di segnalazione porta quasi immancabilmente alla catastrofe. La barriera aperta è, per l'automobilista, l'invito al passaggio. La posizione di passaggio libero è la medesima che la posizione di mancato funzionamento, ciò che è contrario alle elementari regole della sicurezza. Tutta la segnalazione ferroviaria è basata sul principio che, al mancato funzionamento dei dispositivi oppure alla mancanza dei manovratori, debba corrispondere l'arresto (il blocco). Al passaggio a livello con barriera, succede appunto il contrario; per lo specialista delle segnalazioni, la barriera dei passaggi a livello va considerata nel numero delle installazioni che, per l'igiene sociale e per le leggi economiche, dovranno presto o tardi scomparire.

Infatti, anche il lato economico condanna l'ulteriore esistenza prolungata delle barriere; salvo nei casi di servizio di custodia cumulativo con altro servizio o di speciali contingenze, come, ad esempio, l'impiego di mutilati e pensionati o vedove di guerra; il valore della spesa annua di custodia, capitalizzato, è assai superiore alla spesa d'installazione e revisione periodica di un passaggio con custodia automatica.

La custodia delle barriere costituisce un forte onere per l'Amministrazione ferroviaria, in compenso, è vero, di un diritto di priorità di passaggio, ma tuttavia a favore del più diretto concorrente della ferrovia. L'onere è più sentito ancora dalle ferrovie secondarie ed è naturale che sia stata gradita l'adozione dei moderni sistemi di custodia automatica dei passaggi a livello.

b) *Le segnalazioni automatiche del passaggio custodito.*

Per principio, la regola dello sbarramento alternato è soddisfatta quando, sul luogo dell'incrocio, si dispone un segnale rivolto verso la strada e lo si chiude al passaggio di un treno.

In pratica, le condizioni di visibilità e di sicurezza di funzionamento si traducono in difficoltà che sono state progressivamente eliminate.

Due categorie di segnali possono essere considerate: i segnali cinematici (segnali di movimento) ed i segnali luminosi (luci oscillanti o intermittenti).

In diversi Paesi, si sono effettuati, in condizioni di visibilità sfavorevoli, paragoni e prove di esercizio con dispositivi moderni comprendenti le due categorie di segnali sopra citati: è stata constatata la superiorità evidente del segnale a luce intermittente elettrica.

Il segnale a luce intermittente, visibile di giorno come di notte, è il prototipo del segnale di passaggio a livello. Moderni sistemi ottici perfezionati hanno eliminate gradualmente le diverse difficoltà che si erano presentate, una delle quali era la protezione contro i raggi solari incidenti che danno l'illusione del segnale illuminato.

Per essere applicabile, ossia per permettere la soppressione della costosa custodia dell'uomo, la segnalazione deve essere automatica.

Il comando del segnale mediante contatti di rotaia non presenta particolari difficoltà. Più delicata è invece la questione del cofano di manovra. L'esperienza ha largamente dimostrato che i relais elettromagnetici, soggetti al logorio meccanico, all'ossidazione dei contatti, al tremolio delle armature, la cui sensibilità ai corto-circuiti, agli attriti meccanici è ancora accresciuta dalla umidità, dalle variazioni di temperatura, dalle sovratensioni, non potevano dare la sicurezza sufficiente per giustificare la soppressione della custodia umana. La necessità di sorveglianza e revisioni periodiche, e le frequenti avarie, che richiedono l'intervento sul posto di personale specializzato, riducono fortemente l'economia raggiunta dalla soppressione del guardiano permanente.

Numerosi dispositivi di segnalazione con apparecchiature a relais eletromagnetici sono da parecchi anni in funzione in diversi paesi. La *tendenza moderna* è però quella di avere delle apparecchiature *senza nessuna parte meccanica in movimento* ed il problema consiste dunque nella realizzazione dei necessari ed adatti congegni.

Le circostanze locali di un passaggio a livello sono variabili in limiti molto estesi. A parità di ogni altro elemento, si deve considerare la velocità massima e minima dei treni, la vicinanza di un altro passaggio a livello, di una biforcazione, di un segnale d'arresto, ecc., ecc. I collegamenti devono essere tali che questi diversi fattori non abbiano da intralciare il funzionamento dell'impianto; questo implica, per l'apparecchiatura, una serie di relais di diverse caratteristiche e diverse regolazioni, non modificabili dopo la fabbricazione. Sono ad esempio necessari i seguenti tipi di relais principali:

1) Relais - interruttore periodico.
2) Relais per apertura ritardata con funzionamento istantaneo.
3) Relais per apertura ritardata con funzionamento ritardato.
4) Interruttore periodico.
5) Relais di mantenimento.
6) Relais - Commutatore - Interruttore periodico.

Tutti questi principali tipi di relais sono *realizzati, senza nessun organo meccanico in movimento,* con dispositivi che illustreremo più avanti.

Se la scelta dell'apparecchiatura automatica deriva esclusivamente da considerazioni tecniche, il pannello o dispositivo di segnalazione dipende invece dalle convenzioni internazionali.

Nell'epoca in cui, in seguito allo sviluppo preso dai traffici su rotaie e su strade, si crea una segnalazione stradale, è importantissimo, per ragioni di economia e di sicurezza pubblica, limitare allo stretto necessario le forme di segnali il cui significato preciso dovrà essere conosciuto da intere generazioni di gente di coltura e classe diversa.

Si possono considerare due tipi principali di pannelli di segnalazione:

1) La targa triangolare che, nella convenzione internazionale, indica il pericolo stradale in genere, (da specificarsi con maschera aggiunta nel triangolo).

2) La croce di Sant'Andrea, riservata dalla U. I. C. alla segnalazione dei passaggi a livello non custoditi.

Nell'impiego della *targa triangolare* colla aggiunta di un fuoco intermittente rosso per ogni vertice del triangolo, si viene a differenziare nettamente il passaggio a livello custodito da quello non custodito e segnalato con croce. Un punto debole di tale segnale risiede nel fatto che, in caso di defezione della segnalazione automatica a luce intermittente il segnale con fuochi spenti invita al passaggio dei binari. L'adozione di tale segnalazione in Svizzera, per tutti i passaggi a livello custoditi, in seguito alla ordinanza federale del 7 maggio 1929 entrata in vigore il 1° giugno 1929, implica dunque il riconoscimento che la moderna segnalazione con luce intermittente non può fallire e che le interruzioni nell'energia elettrica sono talmente rare da non doversi considerare come temibili. Del resto, per eliminare le defezioni che potrebbero nascere da interruzione della corrente primaria, un certo numero di installazioni funzioneranno su batteria di accumulatori ricaricata in tampone dalla rete a corrente alternata.

Queste favorevoli condizioni di installazione ed esercizio non sono purtroppo applicabili ovunque, per cui si è ricorso per altri paesi ad un concetto più universale della forma del pannello di segnalazione.

Si dà al pannello la forma della *croce di Sant'Andrea;* la segnalazione automatica di passaggio di un treno (pericolo) si fa con fuoco rosso; in caso di defezione della segnalazione automatica, il pannello assume l'aspetto del segnale di passaggio a livello non custodito. In questo caso sono *totalmente evitati i pericoli per mancanza di funzionamento o mancanza di energia di alimentazione* e viene eliminata ogni maggiore responsabilità per l'Amministrazione ferroviaria. Per differenziare questa segnalazione di passaggio a livello custodito da quello non custodito, quando non sono in funzione i fuochi rossi, è naturalmente necessario segnalare automaticamente la «via libera». Per rimanere nel campo della segnalazione luminosa, riconosciuta superiore a quella cinematica, si potrà inserire nel pannello un fuoco di colore, sia fisso, sia intermittente. Seguendo la pratica ferroviaria, il colore del fuoco sarà il verde per via libera assicurata, mentre se si considera la pratica stradale si potrà avere un fuoco giallo (arancione) per l'invito ad attraversare previo accertamento che la via trasversale ferroviaria sia libera. Il fuoco verde è in uso nel Belgio, Germania, nei paesi nordici; il giallo viene considerato in Francia ed America.

Per ragioni tecniche, sarà preferibile adottare il fuoco intermittente. Di fatti, il dispositivo a luce intermittente è già a disposizione; la sua utilizzazione per il fuoco di via libera permetterà di controllare in ogni istante la buona marcia dell'installazione; di più, il consumo di energia non è che metà del fuoco continuo mentre l'efficacia di segnalazione è superiore.

Tenendo presente le convenzioni internazionali esistenti, le considerazioni tecniche, economiche e di sicurezza indispensabili, si arriverebbe così ad una segnalazione di tre indicazioni sul pannello con croce di Sant'Andrea.

a) Croce senza fuoco o con fuoco non acceso.	Passaggio a livello non custodito oppure custodito non funzionante.	Prudenza. Passaggio dopo osservazione.
b) Croce con fuoco rosso intermittente.	Passaggio custodito. Arrivo di un treno.	Pericolo. Arresto assoluto.
c) Croce con fuoco verde intermittente.	Passaggio custodito. Via libera.	Via libera, passaggio libero.
c bis) Croce con fuoco giallo intermittente.	Passaggio custodito. Via presunta libera.	Via presunta libera, passaggio dopo controllo via trasversale.

Contemporaneamente all'accensione dei fuochi rossi, il dispositivo a luce intermittente può alimentare una potente campana ad un colpo, che verrà così a suonare col ritmo dei fuochi, ossia circa 80 colpi al minuto primo.

Questa soluzione che chiameremo «omnibus» si presta dunque alla risoluzione di tutti i casi pratici, non può creare dubbi o confusioni con altre segnalazioni, richiede un minimo di sforzo di interpretazione da parte dell'utente della strada.

Essa presenta inoltre il vantaggio di potere normalizzare la necessaria segnalazione avanzata, rendendola comune al passaggio custodito e non custodito, ed assegnare un passaggio non custodito alla categoria dei passaggi custoditi con semplice installazione dei dispositivi automatici su rotaia e sede ferroviaria.

c) *Il controllo a distanza delle segnalazioni automatiche.*

Noteremo ancora che il controllo del regolare funzionamento dell'installazione può farsi dalla più vicina stazione, oppure sul binario stesso. Nel primo caso lo scopo è di avvisare immediatamente i competenti organi della eventuale mancanza, permettendo così una più rapida rimessa in opera; un tale dispositivo ripetitore è sempre consigliabile. Il controllo sui binari ha invece uno scopo ben diverso, quello di avvisare il capotreno della eventuale defezione per obbligarlo a prendere le opportune misure (rallentare, fischiare, arrestare, ecc.). Questa misura incontra però numerose difficoltà di esercizio, che praticamente rendono difficile la sua attuazione. In primo luogo, non si potrebbe, specialmente sulle grandi linee, imporre nuovi gravami a detrimento dell'orario. Il ripetitore di segnali dovrebbe essere posto almeno al limite del campo di frenatura del treno cioè nella maggioranza dei casi ad una certa distanza del passaggio a livello. Questi ripetitori non sarebbero visibili in caso di mancanza dell'energia elettrica, dovrebbero dunque essere provvisti di energia di riserva con commutazione automatica. Gli organismi della trazione obbiettano inoltre che ogni nuova segnalazione da osservare va a detrimento della sicurezza generale del convoglio. Si vede dunque che l'installazione di ripetitori sui binari, oltre che aumentare sensibilmente il costo dell'impianto, se lo si vuole munire della necessaria riserva, urta in numerose complicazioni tecniche che ne rendono l'impiego proibitivo. Del resto, tali ripetitori potrebbero essere invocati nel caso della segnalazione colla targa triangolare descritta più avanti, mentre diventano superflui quando il passaggio è segnalato colla croce di Sant'Andrea corredata dei fuochi intermittenti automatici, perchè in quest'ultimo caso, il controllo viene eseguito dalla strada. Si potrà però sempre munire i riflettori verso strada di finestre laterali che permetteranno di controllare i fuochi dal binario, senza che tale controllo diventi obbligatorio od importi manovre condizionali. La defezione in questo caso può essere segnalata sia dalla strada, sia dalla ferrovia, essa non comporta false segnalazioni fino alla rimessa in opera.

All'utente della strada, importa assai poco sapere se un passaggio senza barriera, segnalato con croce, è del tipo automatico ma non funzionante oppure del tipo senza segnalazione automatica; nei due casi è avvertito senza equivoco dalla croce senza fuoco, che deve assicurarsi personalmente della via libera.

Se però la segnalazione avanzata è disposta in modo diverso per il passaggio custodito e quello non custodito, l'utente potrà immediatamente avvertire l'eventuale defezione dalla contraddizione tra segnale avanzato di passaggio con segnalazione automatica e croce al passaggio, con fuochi spenti. Ripetiamo però che tali distinzioni non sono necessarie agli affetti della segnalazione propriamente detta, del pericolo derivante dall'arrivo di un treno.

3. - Segnalazione stradale avanzata dei passaggi a livello.

Il punto di arresto eventuale assoluto, nel presente caso l'incrocio colla strada ferrata, deve essere segnalato, come già è d'uso, con un segnale avanzato posto su strada a $150 \div 200$ m nelle due direzioni.

La convenzione internazionale ha già stabilito la forma triangolare di tali segnali, la cui installazione, spetta all'amministrazione stradale. Per il passaggio non custodito, il triangolo porta il simbolo di una locomotiva; per quello custodito, il simbolo di una barriera.

Per la segnalazione automatica di un passaggio a livello con luci intermittenti, si potrà conservare il simbolo della barriera quando la

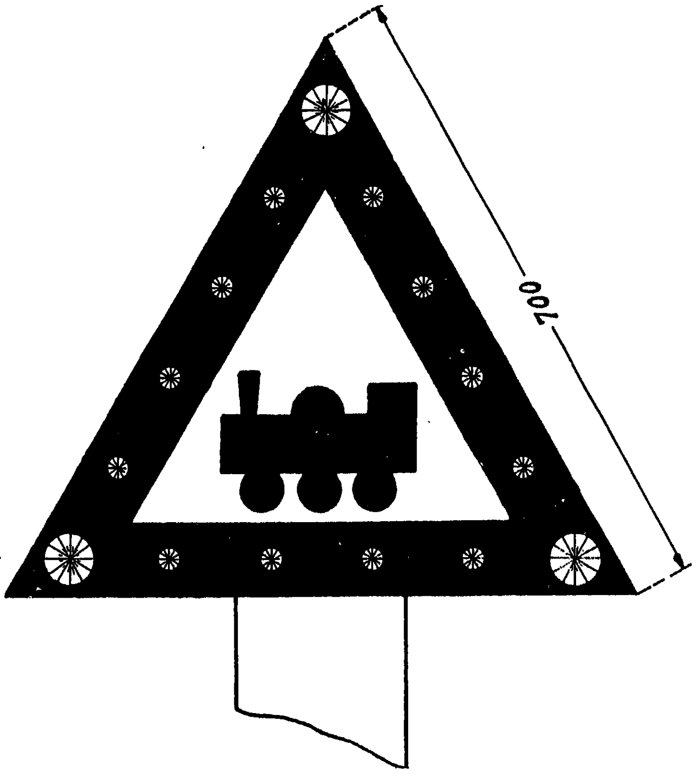


Fig. 1. — Segnale avanzato con lenti riflettenti.

segnalazione sul binario è fatta con fuochi rossi su targa triangolare, ossia quando si considera la segnalazione automatica come una effettiva barriera, tanto agli effetti del funzionamento quanto a quelli della responsabilità della Amministrazione ferroviaria. Quando invece la segnalazione luminosa automatica si fa con fuochi intermittenti su croce di Sant'Andrea, da assimilarsi al passaggio non custodito nel caso di mancato funzionamento, converrà invece conservare il simbolo della locomotiva su targa triangolare, già in uso come segnalazione di passaggio non custodito.

Per aumentare la visibilità del *segnale avanzato*, specialmente di notte, colla nebbia o sotto pioggia, converrà munire le targhe triangolari di lenti riflettenti rosse, del tipo già previsto per la segnalazione diretta della barriera di passaggio custodito (fig. 1).

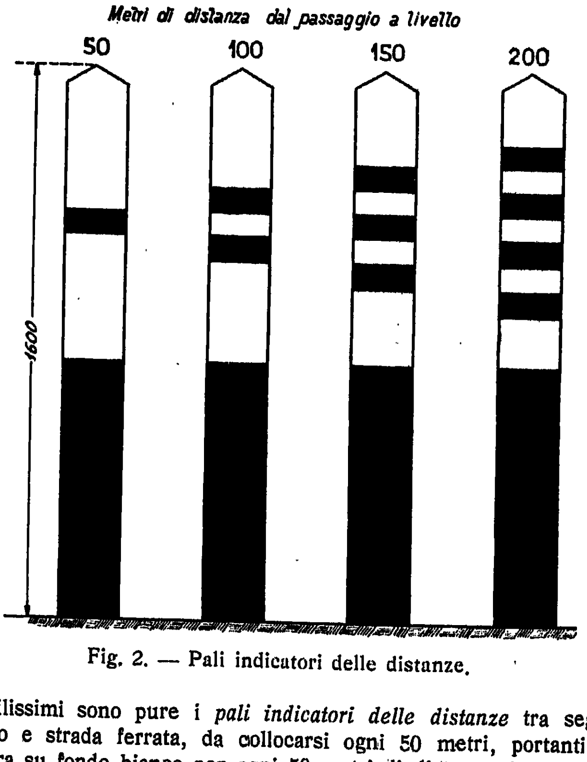


Fig. 2. — Pali indicatori delle distanze.

Utilissimi sono pure i *pali indicatori delle distanze* tra segnale avanzato e strada ferrata, da collocarsi ogni 50 metri, portanti una riga nera su fondo bianco per ogni 50 metri di distanza dal passaggio a livello (fig. 2).

Conclusioni generali.

Da quanto esposto, risulta chiaramente che il pericolo derivante dal passaggio di un treno all'incrocio con una strada, può ora essere automaticamente segnalato in ogni caso e per qualunque condizione di visibilità, in modo chiaro, preciso, incquivoco, anche nel caso di mancato funzionamento dei dispositivi automatici.

Facendo a meno dei ripetitori in stazione o sul binario, i quali accrescono la sicurezza generale in misura assai scarsa, si può dire che, il più sovente, il treno percorrerà la sua strada senza nessun riguardo ai passaggi a livello. La sicurezza non deve essere ottenuta sul binario, ma sulla strada. Spetta all'utente della strada l'osservare i segnali precisi che gli vengono dati; egli non deve aspettarsi speciali riguardi da parte della ferrovia, cioè dal veicolo della via trasversale; la sua responsabilità è intera in ogni caso quando sorpassa i binari perchè, in ogni caso, una precisa indicazione gli è stata data. L'introduzione della segnalazione automatica risolve per lo meno il problema della sicurezza tecnica. La grande incognita rimane nella psicologia dell'utente della strada. Solamente nella misura in cui i segnali verranno rispettati, si diminuiranno le disgrazie. Certo nessuna convenzione, nessun dispositivo, neppure una barriera potranno essere efficaci quando la spavalderia prevale sulla disciplina. L'utente della strada deve essere edotto delle sue responsabilità e l'insegnamento del modo di comportarsi su strada dovrebbe cominciare dalla scuola.

Negli Stati Uniti, si conta un morto all'anno per ogni 100 passaggi a livello non custoditi (2568 morti, 6613 feriti per circa 235.000 passaggi non custoditi, nel 1927). Da noi, la circolazione è lontana dall'assumere le proporzioni americane, però cresce rapidamente. Bisogna evitare che gli accidenti crescano nella stessa misura dell'incremento del traffico.

I nostri costumi e le nostre tradizioni ci vietano un tale abuso di passaggi non custoditi; dacchè la soppressione totale e radicale del passaggio a livello è una utopia economica e la barriera è sovente un rimedio peggiore del male, sembra che il migliore modo di evitare un aumento delle disgrazie con l'aumento della circolazione, sia la installazione della segnalazione automatica almeno agli incroci più importanti, prima ancora che tali punti non siano segnalati con catastrofi, all'attenzione del pubblico.

PARTE SECONDA

Dispositivi "Signum„ per segnalazioni automatiche con luci intermittenti.

Descriviamo qui appresso i principali dispositivi e congegni che hanno permesso di portare a pratica realizzazione la segnalazione automatica con luci intermittenti, e che danno le garanzie di funzionamento richieste dall'esercizio ferroviario:

a) *Contatto di rotaia.*

Il contatto di rotaia Signum (1) (brevettato) da applicarsi alla rotaia in punti determinati, serve ad interrompere o chiudere un cir-

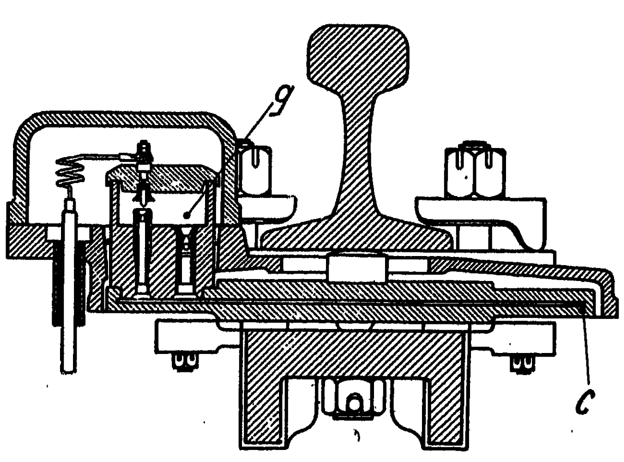


Fig. 3. — Contatto di rotaia « Signum » (sezione).

cuito elettrico. La sua costruzione risulta dalla fig. 3. Il pattino della rotaia viene montato tra le 4 bride di fissaggio. La grande capsula *c)* ed il fondo della vaschetta *g)* sono riempiti di mercurio e sono in comunicazione attraverso due colonne, una delle quali chiusa mediante una sfera metallica funzionante come valvola, non permette il passaggio del mercurio che dall'alto al basso. Gli elettrodi di contatto sono montati sul coperchio della vaschetta.

Sotto la pressione di un assale, la rotaia s'inflette, preme sul pistone centrale comprimendo la grande capsula di mercurio. Il rapporto della sezione orizzontale di questo grande serbatoio circolare a quella della colonna di comunicazione è tale che, ad una minima riduzione di volume del serbatoio corrisponde un getto di mercurio attraverso la colonna di arrivo nella vaschetta. Si stabilisce allora il contatto tra elettrodi e questo dura fino a quando il mercurio, ridisceso attraverso il canale con valvola a sfera, abbia raggiunto un livello sufficientemente basso. Il funzionamento prolungato del contatto, che permette la continuità del circuito tra il passaggio di 2 assali, costituisce una particolarità importantissima, non raggiunta da altri tipi di contatti di rotaia.

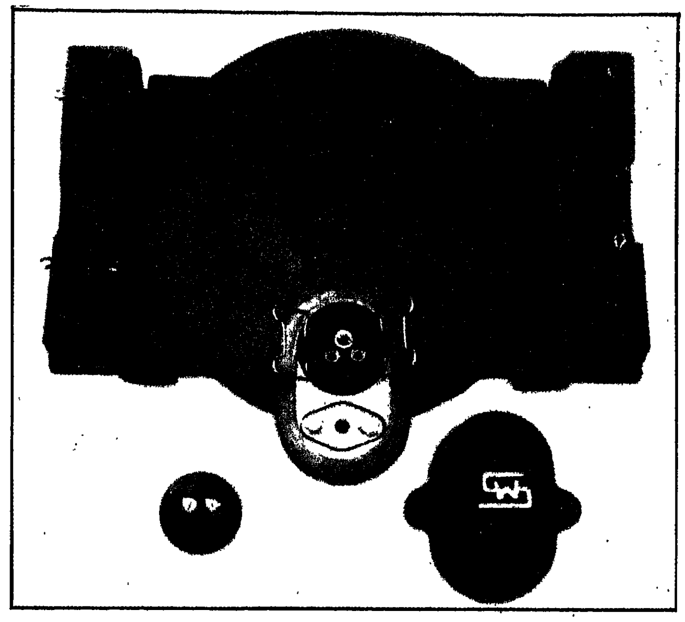


Fig. 4. — Contatto di rotaia (calotta smontata).

Altri vantaggi caratteristici di tale contatto illustrato dalla fig. 4, sono principalmente:

Costruzione stagna resistente a qualunque esigenza di esercizio.

Connessione di arrivo e partenza derivate da contatti separati, ciò che evita i ponti accidentali e permette di portare la tensione di esercizio a valori più alti dei soliti, fino a 500 volt.

Possibilità di costruire il contatto per i seguenti funzionamenti elettrici, con semplice diversa disposizione delle colonne ed elettrodi sotto il coperchio della vaschetta:

1) contatto doppio per chiusura di circuito di breve durata;
2) contatto doppio per chiusura di circuito di lunga durata;
3) contatto doppio per apertura di circuito;
4) contatto semplice per apertura e chiusura di circuito.

Queste diverse combinazioni permettono di risolvere tutti i casi pratici cogli schemi più complicati che si possono presentare.

b) *Relais termico ad intermittenze automatiche.*

Gli interruttori automatici, basati sulla dilatazione di un gas che agisce su una colonna di mercurio, richiedono, per ritornare alla loro posizione di riposo, un tempo considerevolmente più lungo di quello occorrente per la loro entrata in funzione.

Difatti, il gas dilatato all'origine non si contrae che lentamente, man mano che cede le sue calorie. Ne risultano, per una luce inserita nel circuito principale, delle intermittenze disuguali di luce ed oscurità ed un periodo di intermittenza basso. Inoltre, dopo il funzionamento, l'interruttore può trovarsi per un tempo assai lungo in posizione che non permette di riprendere immediatamente il servizio regolare.

Questi inconvenienti vengono eliminati, se si fa subire al gas dilatato all'origine, una contrazione ottenuta aumentando la pressione che si può esercitare su di esso.

Questo aumento di pressione può essere ottenuto, ad esempio, dalla dilatazione di un volume di gas contenuto in un altro recipiente e dal conseguente spostamento di un organo intermedio. La dilatazione di uno dei gas provoca allora la contrazione dell'altro e viceversa.

Nell'*interruttore automatico periodico* si ottiene la dilatazione di un volume di gas con dispositivo termoelettrico, si esercita poi su

(1) I dispositivi e ritrovati brevettati dalla Soc. An. Signum (Svizzera) sono costruiti per l'Italia dalle Officine Subalpine Apparecchiature Elettriche - Torino.

questo gas una contrazione meccanica per accelerare la sua contrazione naturale dovuta al suo raffreddamento.

La fig. 5 rappresenta schematicamente un esempio di esecuzione il cui funzionamento è il seguente:

Appena l'interruttore (2) è chiuso, la sorgente di energia (1) alimenta il filamento di riscaldamento (5) attraverso la resistenza di regolazione (3). Il circuito della lampada (12) è ugualmente chiuso attraverso l'elettrodo (7), la colonna di mercurio (8) e l'elettrodo (9). Il filamento (5) riscaldato dalla corrente elettrica, dilata il gas del vano (11); la pressione aumenta, il mercurio (8) viene spinto nell'altro vano (10) interrompendo il contatto in (7) e facendo spegnere la lampada (12). Il filamento (5) il cui contatto è pure interrotto, non è più percorso dalla corrente.

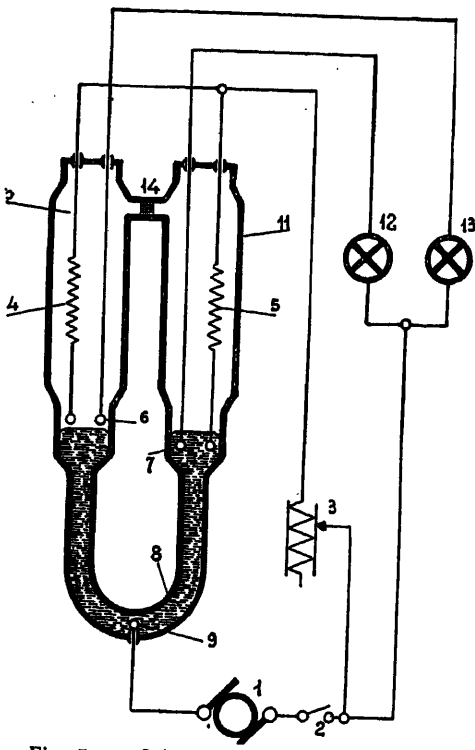


Fig. 5. — Schema interruttore periodico automatico.

Salendo nel vano (10) il mercurio (8) chiude il contatto (6) della lampada (13) che si accende, così pure chiude il contatto del filamento di riscaldamento che viene allora percorso dalla corrente. Sotto l'azione del riscaldamento di questo filamento, il gas contenuto nel vano (10) si dilata, spinge il mercurio nel vano (11) provocando così una contrazione sul gas contenuto in quest'ultimo vano. Contemporaneamente allo spostamento del mercurio, si apre il contatto (6) della lampada (13) che si spegne mentre si stabilisce il contatto (7) della lampada (12) che si riaccende. Tale successione di manovra continua fin tanto che l'interruttore (2) è chiuso. Un filtro (14) a grande resistenza di passaggio permette dopo il funzionamento, lo stabilirsi di un equilibrio delle pressioni nei due vani (10) e (11).

La simmetria del dispositivo provoca necessariamente i medesimi fenomeni alternativamente nei due rami, da cui risulta una simmetria della intermittenza nei due circuiti alimentati.

Il gas inerte che riempie i due vani (10) e (11) ha un effetto smorzatore sulla interruzione della corrente che avviene praticamente senza scintillio e senza ossidazione dell'elettrodo e del mercurio, anche dopo milioni di manovre ed anni di funzionamento. Il filamento di riscaldamento non viene portato al rosso, la sua conservazione è infinita. L'unica massa in movimento lento è il mercurio il quale non può subire ossidazione ed inquinarsi in ambiente ermeticamente chiuso. Tale congegno praticamente statico, robusto, insensibile agli agenti esterni, offre dunque un massimo di garanzia di duraturo e regolare funzionamento senza alcuna sorveglianza. I primi esemplari costruiti, quattordici anni or sono, e tutt'ora in servizio continuativo, giorno e notte, hanno compiuto fin'ora circa 600 milioni di manovre.

Questo prototipo dell'interruttore periodico automatico, (illustrato dalla fig. 15) viene utilizzato tale quale in numerosi impianti di segnalazione con luci intermittenti (ferroviarie, stradali, pubblicitarie, ecc.), ossia in tutti i casi in cui l'interruzione del circuito di eccitazione deve provocare l'arresto dell'interruttore periodico.

La fig. 14 rappresenta una colonna per segnalazione stradale di direzione, con interruttore orario a ricarica elettrica e variazione astronomica automatica dell'orario di accensione e spegnimento dei segnali; quello superiore, a croce, è intermittente, i pannelli indicatori ricevono un'illuminazione fissa.

c) *Relais termico ad intermittenze automatiche con elettrodo ausiliario di avviamento.*

In numerosi casi, specialmente per impianti di segnalazioni ferroviarie, si richiede che l'interruttore periodico, ossia l'intermittenza della luce o dell'avvisatore acustico, funzioni anche dopo l'apertura di comando.

E' per esempio il caso della segnalazione automatica di passaggio a livello con sola luce rossa intermittente (senza fuoco verde intermittente, sistema della Svizzera); l'arrivo del treno sul contatto di rotaia provoca la messa in marcia dell'interruttore periodico, il quale deve però continuare a funzionare anche dopo l'apertura del primo contatto di rotaia, praticamente fino alla manovra di apertura del secondo contatto di rotaia posto in corrispondenza dell'incrocio colla strada, manovra data dal passaggio dell'ultimo assale del treno (vedi schema fig. 8).

Tale servizio potrebbesi ottenere coll'aggiunta di un soccorritore ausiliario di mantenimento; è però possibile, coll'aggiunta di un solo elettrodo ausiliario adattare il prototipo della fig. 5 a questa nuova esigenza.

Considerando il relais della fig. 6 si nota che il funzionamento intermittente si avrà dopo la chiusura dell'interruttore (4) e non verrà

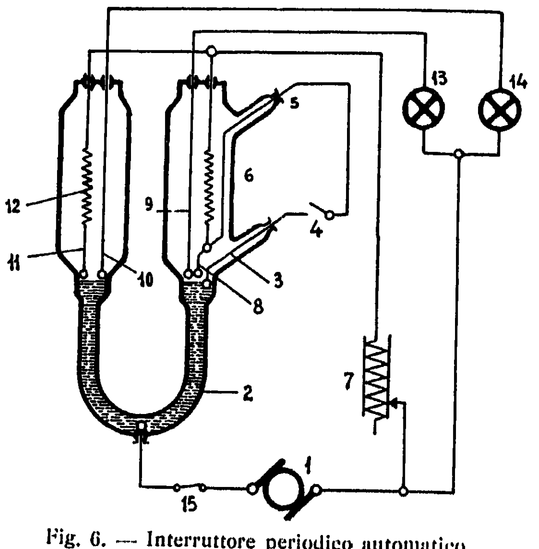


Fig. 6. — Interruttore periodico automatico con elettrodo ausiliario di avviamento.

interrotto che dall'apertura del contatto (15). Infatti, alla chiusura dell'interruttore (4), la sorgente alimenta il circuito: pozzetto mercurio 2 — contatto ausiliario 3 — interruttore 4 — passante 5 — filamento eccitazione 6 — resistenza di regolazione 7. Sotto la spinta del gas dilatato dal riscaldamento (6), il mercurio sale nel vano del filamento (12), il contatto s'interrompe in (3) per stabilirsi in (10). Dopo il breve periodo di avviamento ed apertura del contatto (4), l'interruttore si comporta come quello della fig. (5) e cessa il suo funzionamento coll'apertura dell'interruttore (15) ossia colla interruzione del circuito della sorgente di energia. Le manovre dell'interruttore (15) sono così completamente indipendenti da quello (4) di avviamento.

d) *Relais a tempo.*

Lo stesso principio della dilatazione di un gas inerte agente su colonna di mercurio con elettrodi di interruzione è stato adoperato

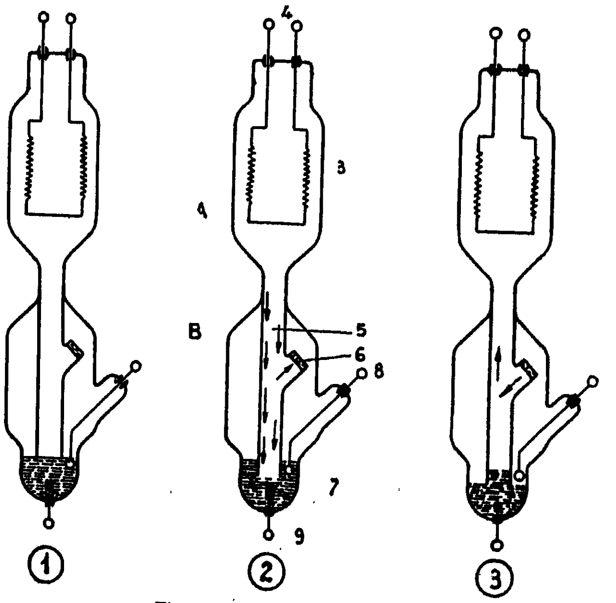


Fig. 7. — Relais a tempo.

per creare un *relais a tempo* che può presentare le caratteristiche più diverse richieste dalla pratica.

Un esempio costruttivo di questo relais è rappresentato dalla fig. 7 ed il suo funzionamento è il seguente :

Le Pos. 1, 2, 3 corrispondono rispettivamente alle posizioni di riposo, armamento, funzionamento.

Nella Pos. 2 la corrente di riscaldamento del filamento (3) è portata dai morsetti (4); il vano (*A*) che si prolunga colla colonna (5) e la vaschetta (*B*) sono in comunicazione per mezzo della parete porosa (6); il contatto locale è costituito dagli elettrodi (8) e (9) attraverso il mercurio (7). Il funzionamento dell'apparecchiatura è il seguente :

Allo stato di riposo, la pressione dei gas nei recipienti *A* e *B* è uguale; il mercurio si trova allo stesso livello nella vaschetta e nella colonna (Pos. 1). Col riscaldamento del filamento (3) il gas in (*A*) si dilata, alcune bolle sfuggono ed il mercurio viene spinto fuori dalla colonna (Pos. 2) senza che per questo il contatto locale sia interrotto. Quando cessa il riscaldamento del filamento, il mercurio risale nella colonna per la depressione che si ha in (*A*), ad un livello superiore a quello di riposo, aprendo il contatto (8) (Pos. 3). Le pressioni si ugualizzano lentamente attraverso il filamento (6); l'equilibrio della Pos. 1 ed il contatto sono nuovamente ristabiliti dopo un tempo determinato.

Variando sia la resistenza del passaggio attraverso la parete porosa (6) sia la profondità d'immersione dell'elettrodo (8) si possono ottenere dei tempi di funzionamento diversi. Si possono pure disporre più elettrodi, chiudere il loro circuito contemporaneamente o successivamente, come pure si possono introdurre gli elettrodi nella colonna centrale se, anzichè un periodo di tempo di apertura, si desidera ottenere un periodo di tempo di chiusura di circuito.

e) *Commutatore.*

Sempre sullo stesso principio, con lieve modificazione dei circuiti dell'interruttore periodico, si è ottenuto un *commutatore* che è necessario quando, nella segnalazione automatica, il medesimo interruttore periodico deve servire per il comando dei fuochi rossi di allarme e dei fuochi verdi di via libera. Lo schema di funzionamento di tale commutatore sarà esaminato nella descrizione di un impianto completo di segnalazione automatica.

Praticamente dunque si hanno ora a disposizione tutti i congegni che debbono provocare interruzione, chiusura e commutazione di circuiti elettrici, elaborati e costruiti col noto principio, ciò che ha permesso di realizzare i dispositivi complessi di segnalazione automatica dei passaggi a livello che descriviamo ora brevemente.

PARTE TERZA.

Apparecchiature "Signum„ per segnalazione automatica di passaggi a livello.

a) *Per incroci con semplice binario.*

Per facilitare la descrizione del funzionamento di un impianto, riportiamo nella fig. 8 lo schema completo del dispositivo per un passaggio a livello a semplice binario, colla segnalazione dell'arrivo di un treno con luce rossa intermittente e suono di una campana, senza segnalazione luminosa di via libera (dispositivo previsto dalla nuova legge svizzera).

Il primo contatto di rotaia (*P* 1), che delimita la zona sbarrata, va posto ad una distanza (*S* 1) in metri dall'incrocio colla strada, compresa tra 8 e 12 (v), essendo (v) la velocità massima dei treni in km/h. Quando il primo assale del treno passa su questo pedale (*P* 1) la corrente elettrica circola attraverso *e, f, l,* 3, *k, g,* ecc., chiudendo così il circuito del filamento della colonna di destra dell'interruttore periodico. Questi, comincia dunque a funzionare 30 a 45 secondi prima dell'arrivo del treno all'incrocio, entra subito in azione e seguita a funzionare anche quando l'intero treno ha lasciato il pedale (*P* 1).

Quando il primo assale del treno raggiunge il pedale (*P* 2) il filamento di riscaldamento del relais a tempo viene alimentato, il mercurio scende nella colonna centrale facendo passare bollicine di gas dal vano (*n*) al vano (*o*) senza però interrompere il circuito tra (*k*) e (1). (Posizione II del relais). La segnalazione continua dunque dopo il passaggio del primo assale in corrispondenza dell'incrocio colla strada; essa continua fin tanto che dura la posizione di equilibrio (II) del relais a tempo, ossia fin tanto che dura il passaggio degli assali sul pedale (P 2) e che il contatto locale del relais a tempo rimane armato.

Appena passato l'ultimo assale del treno, il riscaldamento del relais a tempo cessa, il mercurio risale nella colonna centrale per depressione, interrompendo il circuito (k — 1) (posizione III del relais a tempo); il circuito principale del relais periodico con elettrodo ausiliario di avviamento viene interrotto ed il funzionamento intermittente delle luci rosse cessa. Attraverso il filtro (*m*) la pressione si ristabilisce uguale nei due vani del relais a tempo ed il dispositivo è pronto per un nuovo funzionamento.

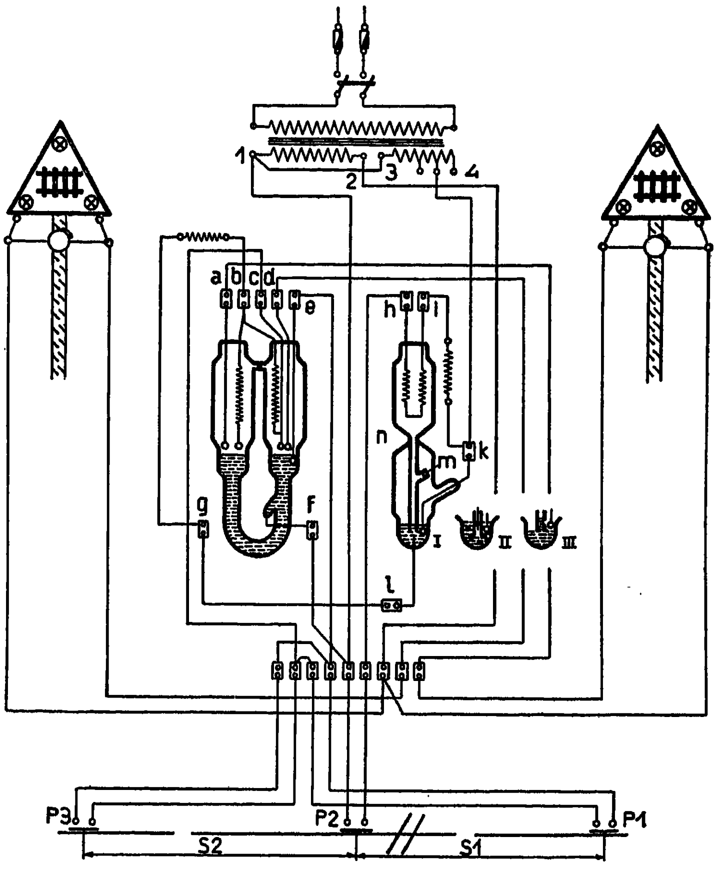


Fig. 8. — Schema per P. L. a semplice binario.

Si calcola la durata di apertura del contatto (k — 1) in modo che l'ultimo assale del treno possa passare sopra il pedale (*P* 3) durante il periodo di interruzione per evitare che tale passaggio abbia effetto sul segnale.

Col passaggio di un treno in senso inverso, il funzionamento è identico, il pedale (*P* 3) funziona questa volta da contatto di chiusura.

Il distacco del segnale solamente al passaggio dell'ultimo assale è una condizione assolutamente necessaria; i lunghi treni merci, con 120 assali e più, i quali sbarrano la strada per un minuto o più ancora, non debbono scoprirsi al primo assale e debbono essere protetti anche in caso di intempestiva fermata sull'incrocio colla strada.

Si può naturalmente applicare la stessa apparecchiatura elettrica ad un dispositivo di segnalazione composto di una croce di Sant'Andrea, occorrendo munita di lenti diflettenti per accrescere la visibilità di notte o con cattivo tempo; però, per evitare che il segnale di via libera possa essere confuso col mancato funzionamento dell'impianto per mancanza di energia, si deve aggiungere la segnalazione con fuoco verde intermittente, per la via libera, oppure il fuoco giallo intermittente per via presunta libera, da sorpassare dopo controllo. Si ottiene tale segnalazione coll'aggiunta all'apparecchiatura di un commutatore come descritto più sopra sotto lettera (*e*) mentre l'intermittenza è data dallo stesso interruttore periodico.

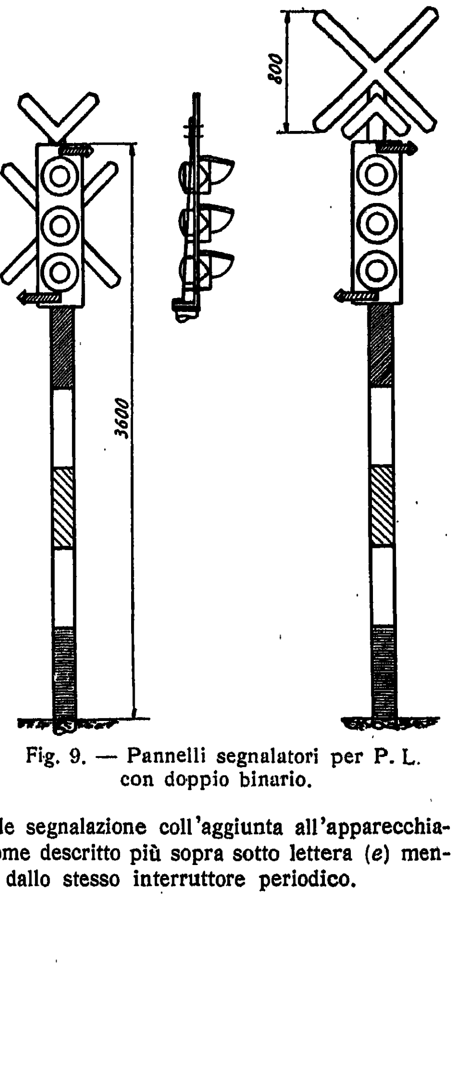


Fig. 9. — Pannelli segnalatori per P. L. con doppio binario.

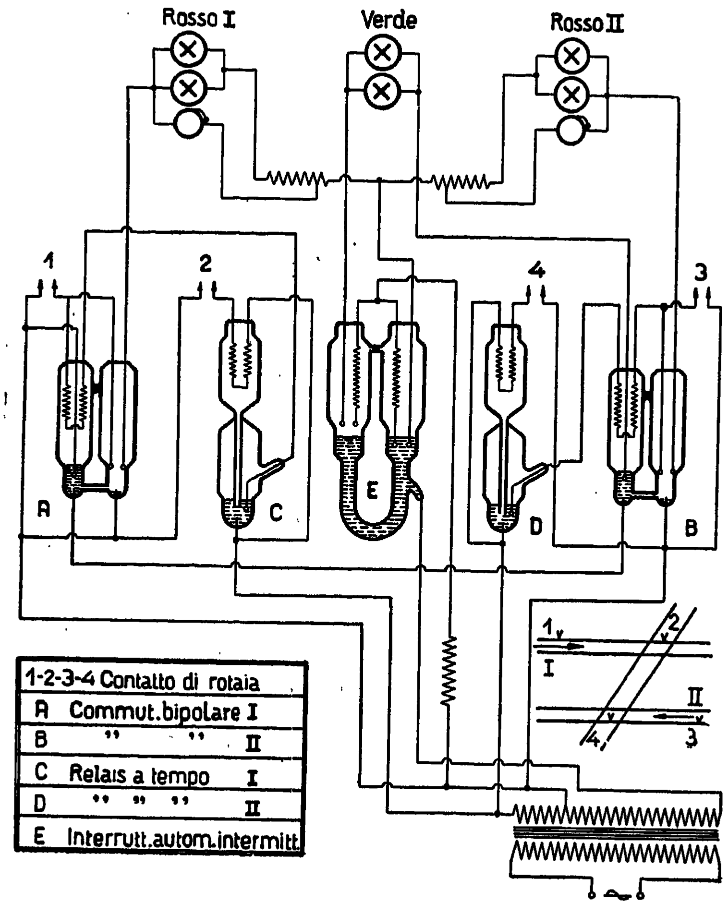


Fig. 10. — Schema per P. L. con doppio binario.

Tale dispositivo dà allora indicazioni inequivoche anche in caso di defezione e precisamente :

Fuoco verde intermittente : Via libera.
oppure in variante :
Fuoco giallo intermittente : Via presunta libera, da controllare.
Fuoco rosso e campana : Allarme - treno in arrivo.
Fuochi spenti : Defezione - Croce di Sant'Andrea per passaggi a livello non custoditi - Attenzione - Sorveglianza della via prima dell'attraversamento.

Tale sistema di segnalazione si adatta particolarmente alle condizioni di viabilità esistenti attualmente in Italia in seguito alle disposizioni sull'attraversamento dei binari ferroviari e passaggi non custoditi e tiene inoltre conto delle assai frequenti interruzioni della corrente di alimentazione, specialmente sulle reti minori delle campagne, senza dovere ricorrere a speciali riserve di energia elettrica. Il particolare funzionamento del dispositivo sarà descritto col seguente esempio per passaggio a livello con doppio binario.

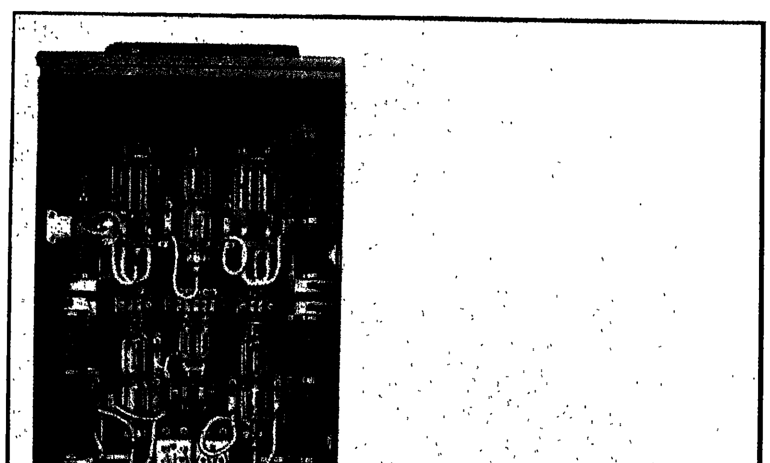


Fig. 11. — Cassetta di manovra per doppio binario

b) *Per incroci con doppio binario.*

Per tenere conto anche qui delle particolari condizioni dell'Italia riguardo ai passaggi a livello non custoditi ed alle interruzioni della



Fig. 12. — Segnalatore secondo la legge svizzera.

corrente elettrica di alimentazione dei segnali luminosi, considereremo sempre la segnalazione luminosa integrata colla croce di Sant'Andrea, in modo da conservare una precisa indicazione anche in caso di defezione.

Per la segnalazione in corrispondenza di un binario doppio, si sarebbe tentati di completare l'apparecchiatura elettrica per il secondo binario e di conservare il palo con croce e fuochi intermittenti e campana, descritto per l'attraversamento di un binario semplice, precisamente un fuoco rosso con campana per l'allarme, un fuoco verde o giallo per la via libera. Vediamo ora colla psicologia di un esempio pratico, come tale segnalazione potrebbe diventare pericolosa :

Un treno passa in zona di sbarramento, manovra il contatto di rotaia, attacca il fuoco rosso. Un secondo treno, sull'altro binario, arriva anche nella zona di sbarramento. Avendo un fuoco rosso solo, non succede nulla di nuovo per l'occhio dell'utente della strada poichè il fuoco rosso funziona già in seguito ad allarme dovuto al primo treno; il secondo treno non viene particolarmente segnalato. Quando l'ultimo asse del primo treno ha lasciato l'incrocio, il fuoco rosso continua a funzionare per l'azione del secondo treno in arrivo, ma l'utente della strada, che ha visto il primo treno sparire, non prevenuto del secondo pericolo, pensa che l'apparecchiatura non funziona regolarmente oppure che il fuoco rosso deve ancora oscillare per qualche tempo dopo il passaggio del treno; esso fa qualunque ipotesi non giusta, si avvia sul binario mentre sopraggiunge il secondo treno.

A questo evidente pericolo, si rimedia colla installazione sul segnale di un secondo fuoco rosso, comandato dal secondo treno in arrivo. Così, quando un secondo treno entra nella zona di allarme, l'utente della strada è avvertito del sopraggiungere di un secondo pericolo; questo secondo fuoco sussiste dopo il passaggio del primo treno che spegne il primo fuoco rosso e si spegne al passaggio dell'ultimo assale del secondo treno.

Per rendere la segnalazione più evidente ancora, si aggiunge ad ogni fuoco rosso una freccia di colore che indica il senso nel quale sta venendo il treno segnalato col corrispondente fuoco rosso. Così pure, per evitare che il rumore del passaggio del primo treno impedisca di sentire il suono della campana dall'altra parte del binario, ognuno dei due segnali è provvisto di campana.

Un *pannello di segnalazione* costruito su queste basi è rappresentato nella fig. 9 che illustra due varianti di montaggio e di impiego della Croce di Sant'Andrea. Tali pannelli sono costituiti di materiale resistente alle ossidazioni dell'aria ed alle intemperie. Per la lunga conservazione dei fuochi rossi di allarme, si fanno funzionare le lampade con tensione inferiore alla nominale; il fuoco verde, meno visibile, funziona con tensione normale. Le intermittenze date dall'interruttore periodico sono circa 80 al minuto primo, valore riconosciuto più adatto per l'occhio dopo numerose prove effettuate in diversi paesi. La potenza delle lampade varia da 60 a 100 watt per i fuochi rossi e da 25 a 40 watt

per i fuochi verdi. Lenti appositamente studiate e costruite assicurano la visibilità a grande distanza, anche con tempo sfavorevole ed anche sotto forti angoli d'incidenza.

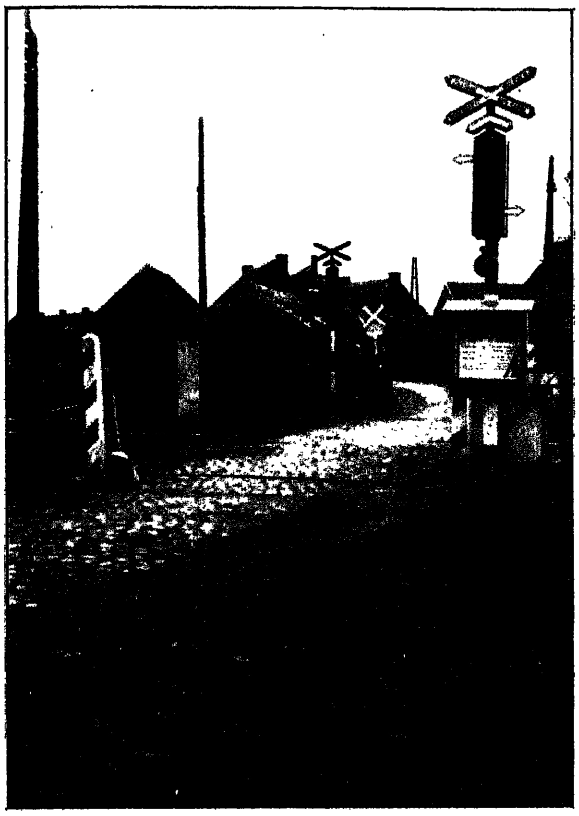


Fig. 13. — Segnalatore automatico nel Belgio.

Lo *schema elettrico* della completa installazione risulta dalla fig. 10, il funzionamento elettrico è il seguente:

La zona di allarme è contenuta tra pedali 1 e 2 dei contatti di rotaia, da una parte, e pedali 3 e 4 dall'altra. Bisogna e basta che un assale sia entrato in tali zone perchè l'allarme sia dato.

Nella posizione di riposo (via libera) l'interruttore periodico è connesso sul fuoco intermittente verde.

Nella posizione di allarme, l'interruttore periodico è commutato sull'uno o sull'altro dei fuochi rossi e sulla campana corrispondente, oppure su tutti due, a seconda che vi siano uno o due treni in arrivo sui due binari. L'allarme viene istantaneamente inserito dal passaggio del primo assale e sganciato dal passaggio dell'ultimo assale.

Così, ad esempio, se il pedale (1) chiude il circuito di riscaldamento del commutatore bipolare *I*, l'interruttore periodico viene commutato dai fuochi verdi che si spengono, sui fuochi rossi *I* e sulla campana *I*. Grazie all'elettrodo ausiliario di mantenimento dell'interruttore periodico, questi mantiene il suo funzionamento anche dopo la riapertura del circuito del pedale *I*. Il pedale *I* ha pure chiuso il circuito di riscaldamento del relais a tempo *I* il quale si dispone in modo che, alla apertura del pedale *II*, il contatto locale di tale relais sia interrotto, ciò che fa sospendere il riscaldamento del commutatore bipolare *I* il quale riprende istantaneamente la sua posizione di riposo, ristabilendo i fuochi verdi ed interrompendo quelli rossi.

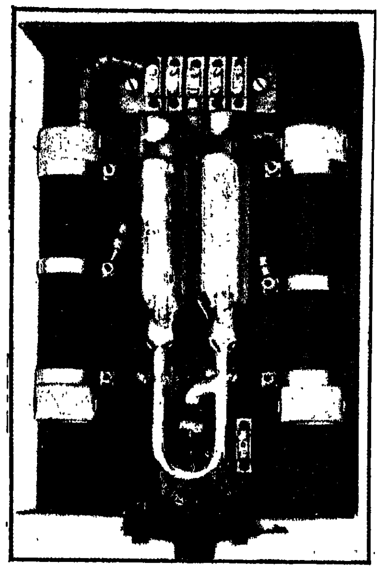


Fig. 15. — Interruttore periodico automatico.

Il gruppo di apparecchi: pedale 3, commutatore bipolare *II*, pedale 4, relais a tempo *II*, funziona nello stesso modo.

I gruppi di apparecchi *I* e *II* dei binari ascendenti e discendenti sono collegati in modo che il loro funzionamento rispettivo sia indipendente, anche se tutti e due agiscono sul medesimo interruttore periodico; essi possono pure funzionare contemporaneamente nel caso di treno in arrivo nelle zone di allarme dei due binari. In quest'ultimo caso, l'ordine delle manovre al segnale è il seguente:

1) Fuoco verde intermittente.

2) Un treno ascendente passa sopra il pedale 1 (primo assale), il fuoco *I* si accende, la campana *I* suona, il fuoco verde viene spento.

3) Un treno discendente passa sopra il pedale 3 (primo assale), il fuoco rosso *II* si accende, la campana *II* suona.

4) Un treno (per esempio quello montante) passa sopra il pe-



Fig. 14. — Colonna stradale con segnalatore intermittente.

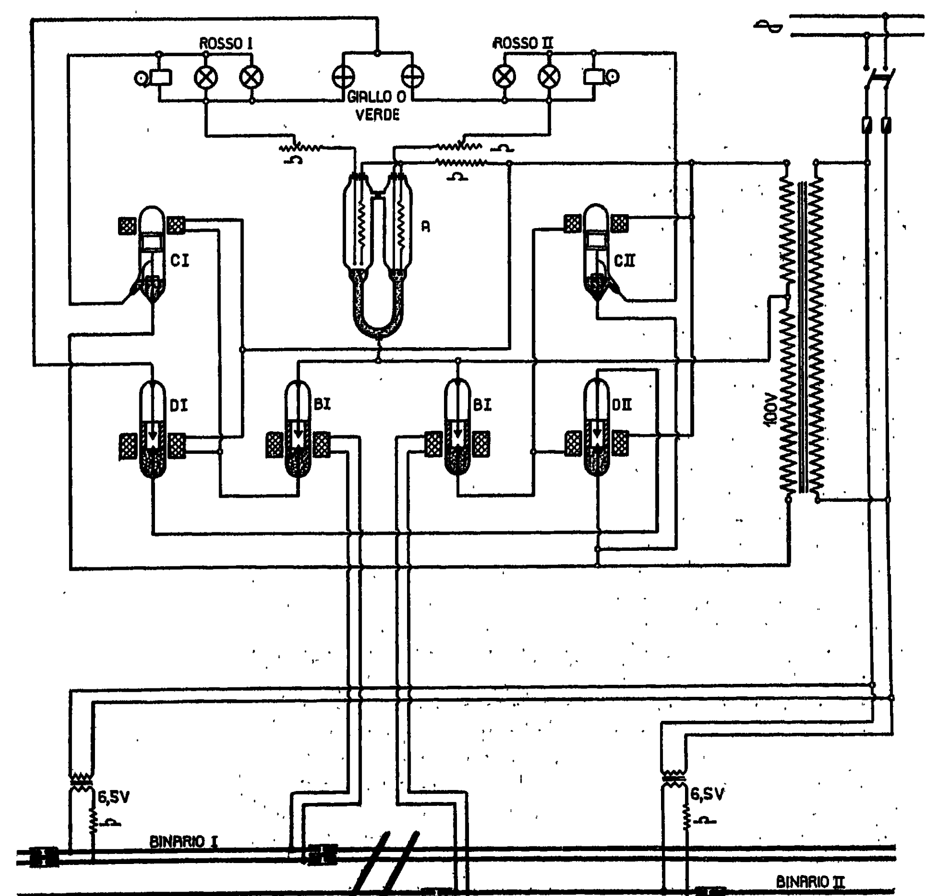


Fig. 16. — Schema per P. L. con doppio binario con circuiti di rotaia.

dale 2 (ultimo assale), il fuoco rosso *I* si spegne, la campana *I* si ferma.

5) Il treno discendente passa sopra il pedale 4 (ultimo assale), il fuoco verde si accende, il fuoco rosso *II* si spegne, la campana *II* si ferma.

6) Il fuoco verde funziona intermittente (statu quo ante).

E' importante notare che l'intero dispositivo funziona *senza circuito di rotaia*, è perciò applicabile ad ogni sistema di trazione elettrica, a vapore od altro, a rotaie con traversine di legno o ferro, senza possibilità di corto circuiti, danneggiamenti o funzionamenti intempestivi o intenzionali, provocati da casuale o voluto contatto delle sezioni isolate nei sistemi con circuito di rotaia.

E' però possibile ottenere una *segnalazione sempre positiva*, anche con sistema di comando con circuiti di rotaia, e con apparecchiature prive di parti meccaniche in movimento, ossia colle garanzie di stabilità e sicurezza indispensabili per tali servizi; ne diamo uno schema nella fig. 16.

Le due rotaie sono elettricamente isolate fra di loro dalle normali traversine di legno e, tra le sezioni di allarme, con accoppiamenti isolati per la tensione di esercizio di 6,5 volt.

A presenza di tensione sull'impianto e con circuiti di rotaia isolati nelle due sezioni, i due relais *B I* e *B II*, con bobine alimentate dalla tensione sulle due rotaie, di 6,5 volt, chiudono attraverso il relais *C* e *D* a funzionamento invertito, il circuito dell'interruttore intermittente sui fuochi gialli o verdi.

Col passaggio di un treno sopra una delle sezioni di allarme le due rotaie sono messe in corto circuito, il corrispondente relais *B* apre, attraverso i relais *C* e *D*, il circuito delle lampade verdi o gialle mentre accende le lampade rosse corrispondenti al suo binario. Il passaggio di un secondo treno nella seconda sezione fa accendere la seconda serie di fuochi rossi. Contemporaneamente all'accensione dei fuochi rossi, suona la campana ad un colpo, col ritmo delle intermittenze di luce. Per rimanere nel campo dei relais termici, i due relais *C* e *D* possono anche essere sostituiti da un commutatore termico come più avanti descritto. L'allarme cessa quando il corto circuito di rotaia viene interrotto, ossia dopo il passaggio dell'ultimo assale di uno o due treni sopra le sezioni di allarme.

Questo dispositivo, oltre a realizzare l'intera segnalazione automatica con un minimo di apparecchiature, con relais a mercurio, con interruzioni dei circuiti in gas inerte, presenta il vantaggio di dare segnalazioni positive per ogni guasto o manomissione possibile. Infatti, la defezione dei trasformatori per circuiti di rotaia, il mancato isolamento delle sezioni, la messa in corto circuito accidentale o intenzionale delle due rotaie, la rottura dei cavi di collegamento, portano tutti alla mancanza di tensione sui relais *B I* e *B II* con conseguente segnalazione rossa di allarme; si rendono perciò superflui altri dispositivi di controllo e segnalazioni di soccorso.

Lo stesso dispositivo è naturalmente applicabile per alimentazione con accumulatori; in questo caso i circuiti di rotaia, relais, fuochi di segnalazione e campane funzionano tutti alla medesima tensione di scarica della batteria.

c) *Applicazioni pratiche.*

La fig. 11 rappresenta l'interno di una cassetta di manovra per passaggio a doppio binario, con annessa cassetta stagna con comando a mano per verifica del funzionamento di tutti gli organi ed illuminazione del cofano principale per revisione notturna.

La fig. 12 illustra un'applicazione pratica secondo la legge svizzera in materia, su linea a semplice binario nella quale sono nettamente visibili i pali indicatori delle distanze dall'incrocio.

La fig. 13 rappresenta invece il dispositivo segnalatore adottato dalle Ferrovie del Belgio, basato su concetto simile a quello già illustrato come più adatto per le concezioni ambientali dell'Italia.

L'assoluta necessità di non prolungare oltremodo l'attuale stato di insufficiente sicurezza della segnalazione ferroviaria e stradale del passaggio a livello, quella di eliminare completamente i dispositivi meccanici di segnalazione all'incrocio ormai universalmente condannati, anche dai costruttori medesimi degli esistenti dispositivi, è compresa da tutte le Amministrazioni ferroviarie e numerose sono già le installazioni di prova e definitive funzionanti in vari paesi dei diversi continenti.

In alcuni paesi, dove le Amministrazioni ferroviarie non hanno ancora adottato su larga scala le installazioni di segnalatori automatici, le Autorità della strada hanno intanto provveduto ad una efficace segnalazione del passaggio a livello, indipendentemente dal servizio ferroviario, ossia con segnalazione permanente diurna e notturna mediante luce oscillante bianca o gialla su pali con croce di Sant'Andrea, installati dai due lati dell'incrocio. In casi di visibilità particolarmente difficili per curve o ostacoli naturali, si installano ripetitori avanzati, derivati dall'unico interruttore periodico automatico. Questi segnalatori contribuiscono efficacemente alla diminuzione di disgrazie per deficiente segnalazione.

L'attuale momento economico ritarda l'inizio dell'esperimento per parte dell'Amministrazione delle Ferrovie Italiane dello Stato di una assai larga applicazione di tali concetti ed è da augurarsi che assai presto possano essere migliorate le segnalazioni ferroviarie e stradali in corrispondenza dei passaggi a livello, per la maggiore sicurezza reciproca dei rispettivi utenti e per l'incremento dei traffici ferroviari e stradali, industriali e turistici.

IMPIANTO IDROELETTRICO SUL TORRENTE PESCIA (bacino del fiume Trebbia)

A. TORRESI

Dopo aver sostenuto che anche modesti impianti appenninici possono compiere la loro utile funzione nel quadro della produzione idroelettrica nazionale purchè siano concepiti con caratteristiche modeste e per utilizzare tutte le disponibilità anche saltuarie di un bacino imbrifero l'A. espone le caratteristiche dell'impianto illustrato.

Esse sono: Bacino imbrifero 14.3 km^2; salto teorico m 172.64; produzione media 5.5 × 106 kWh. Per il macchinario: 2 alternatori da 1100 kVA, azionati da Pelton doppie a 4 ugelli, producono energia a 6 kV che viene elevata, con due trasformatori di pari potenza a 25-50 kV con frequenza di 42 a 50 periodi.

L'energia prodotta dall'impianto viene ritirata dalla Società Brioschi di Milano.

Tra gli impianti idroelettrici dell'Appennino Ligure può essere degno di qualche cenno di menzione quello recentemente costruito dalla Soc. Idroelettrica Pescia di Genova sul torrente omonimo che fa parte del bacino del fiume Trebbia.

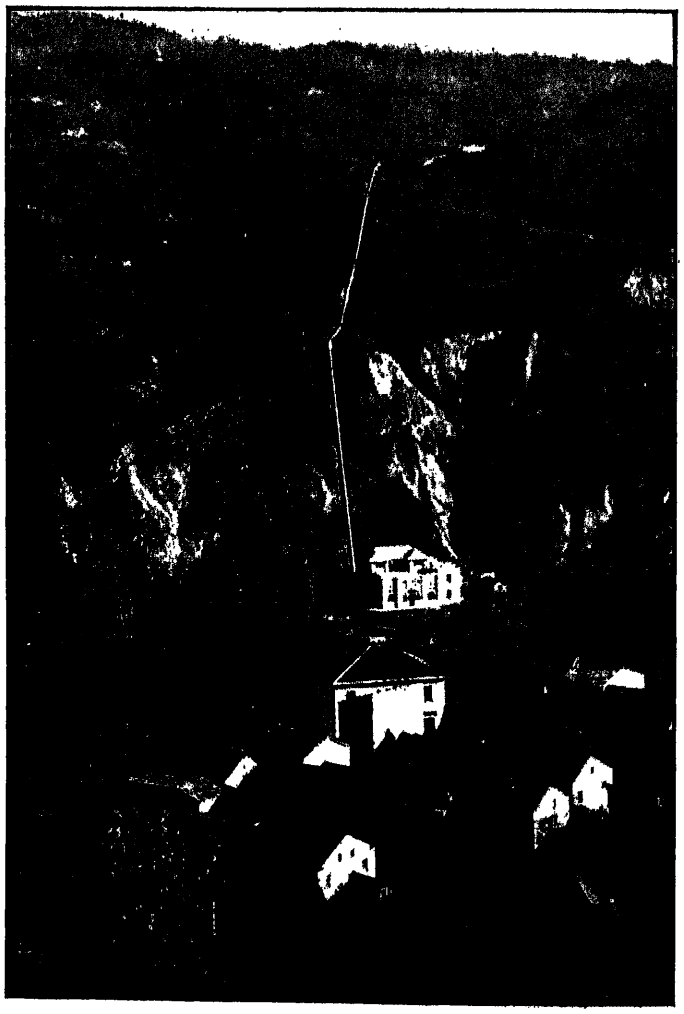


Fig. 1. — Vista della condotta e della centrale.

Si tratta essenzialmente di un impianto produttore di energia non regolata in quanto la utilizzazione delle portate saltuarie è stata spinta a notevoli valori (100 lt''/km^2 ca) in correlazione al bacino imbrifero nel quale si verifica una piovosità superiore — negli anni medii — a 2000 mm annuali.

Questa forte utilizzazione, che porta alla possibilità di ritrarre circa 0.35 kWh per m² da un bacino appenninico (coefficiente paragonabile alle migliori utilizzazioni alpine) è stata raggiungibile solo pel fatto che l'impianto di cui si tratta pur essendo sprovvisto di lago di compensazione stagionale è stato appoggiato ad un sistema di reti elettriche a forte capacità di assorbimento che dispongono pertanto di mezzi propri di regolazione e di integrazione.

In conseguenza della forte utilizzazione di energia si è avuto un minor costo di capitale e di esercizio del kWh producibile. La disponibilità di questa energia a basso costo può migliorare il prezzo medio della energia da distribuire così che anche modesti impianti possono compiere la loro utile funzione nel grande quadro della produzione idroelettrica nazionale.

Se infatti è vero — come è risultato all'ultimo Congresso della Unfiel a Roma — che il costo unitario di impianto del kWh idraulico è prossimo a L. 1,00 così che il costo di esercizio, al centro di consumo, si aggira intorno a L. 0,175 per kWh e se è vero anche che la corrispondente produzione termica, per 3500 ore, può ottenersi a prezzo equivalente e che è probabile che questa ultima cifra possa migliorare, si deve concludere che la possibilità di continuare una politica di intensa utilizzazione anche delle residue disponibilità idroelettriche italiane è affidata alla possibilità di abbassare il costo del kWh idraulico.

Ora questo risultato può essere ottenuto «abbassando il tono» delle costruzioni idroelettriche e alzando il limite di utilizzazione degli impianti. Entrambi i risultati sono raggiungibili pel fatto che esistono centrali termiche di riserva e di integrazione per quasi 700.000 kW corrispondenti alla quarta parte delle potenze idrauliche disponibili nelle centrali idroelettriche.

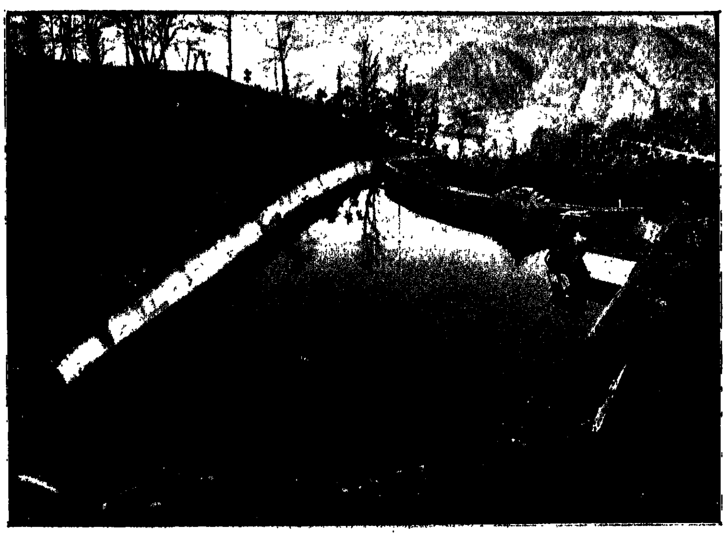


Fig. 2. — Vasca di carico.

Ora quando si attribuisca agli impianti appenninici la caratteristica di impianti «a tono minore» e quando essi siano costruiti non dimenticando che è inutile abbondare in cautele e garanzie di esercizio (canali sotto pressione con duplice o triplice rivestimento; bacini di regolazione, gruppi di riserva, ecc.) dato che non può essere garantita la disponibilità idraulica e quando infine ci si metta in condizione «per la esistenza delle centrali termiche» di utilizzare tutte le disponibilità anche saltuarie di un bacino imbrifero — si troveranno elementi per mitigare la ostilità contro la utilizzazione di queste disponibilità non regolate che corrispondono — grosso modo — a circa 10 miliardi di kWh.

Come si disse l'impianto idroelettrico sul torrente Pescia fu costruito secondo le direttive di cui sopra per la utilizzazione intensa delle precipitazioni medie di 2219 mm annuali su un bacino di 14.3 km² alla quota media di m 1000 s/m, con la possibilità di produrre circa 5,5 × 10^6 kWh che vengono ritirati in monte alla tensione di 25 kV e alla frequenza di 42 periodi dalla Società Brioschi per Imprese Elettriche di Milano.

L'impianto, ubicato al confine tra le regioni Ligure e Lombarda nella zona di divisione tra le frequenze di 42 e 50 periodi, può produrre energia, con doppio sistema di sbarre, anche a quella frequenza e alla tensione di 50 kV.

Le opere idrauliche consistono in tre prese sui rami principali del torrente Pescia costituite da briglie in calcestruzzo ed in canali derivatori a sezioni varie sviluppantisi a mezza costa ed in galleria per la lunghezza totale di m 2714.85, fino alla vasca di carico della capacità di ca 10.000 mc. ottenuta a mezzo di sbarramento con una briglia ad arco in calcestruzzo alta ca m 10.

Tra la quota alla vasca di carico di m 759.86 e la quota di scarico di m 587.22 si sviluppa la condotta forzata del diam. di mm 700 con una lunghezza di m 591.65 per il salto di m 172.64.

La centrale è costituita da 3 notevoli corpi di fabbrica e cioè la sala macchine di m 13.50 × 8.50; il fabbricato trasformatori e quadri e l'abitazione per il Capo centrale.

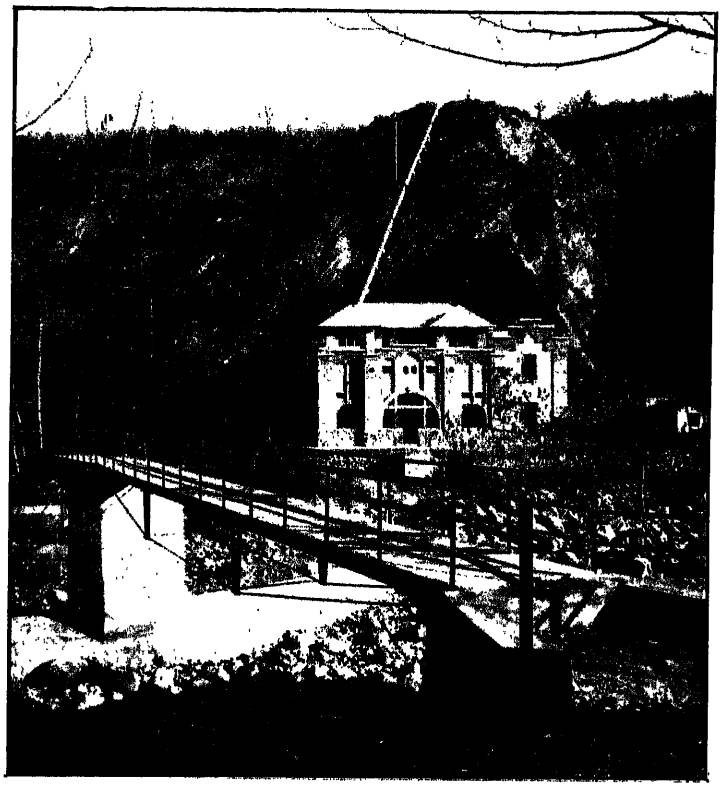


Fig. 3. — Fabbricato della centrale.

Per quanto riguarda il macchinario sono installate n. 2 turbine Pelton a doppia girante con 4 ugelli alimentatori. Le 2 turbine sono accoppiate ciascuna ad un alternatore 42-50 pp. 1100 kVA, 6000 volt.

La tensione primaria viene elevata a mezzo di 2 trasformatori a raffreddamento naturale in olio da 1100 kVA rapporto 6/30 kV triangolo con possibilità di collegamento a stella per 50 kV.



Fig. 4. — Interno sala macchine.

I quadri di manovra consentono tutti gli smistamenti possibili e la produzione contemporanea in centrale di energia a 2 tensioni e a 2 frequenze diverse in relazione come si disse, al fatto che l'impianto è ubicato nella zona di confine tra il sistema elettrico Ligure e Lombardo rispettivamente a frequenza di 50 e 42 pp.

Tutte le costruzioni furono eseguite a gestione diretta a nome e per conto della Soc. Idroelettrica Pescia, Anonima con Sede in Genova e la intera produzione della centrale viene acquistata dalla Soc. Brioschi di Milano.

I lavori furono eseguiti con notevole rapidità (circa 14 mesi) tenuto conto delle difficoltà di trasporti derivanti dal fatto che la stazione ferroviaria più vicina dista oltre 40 km dalla zona dell'impianto.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Il nome dell'unità pratica di massa.

Riceviamo:

Trieste, 4 maggio 1931 - IX.

Viste le osservazioni dell'Ing. L. Errera nel fasc. n. 12 del giornale, mentre concordo (1) *per mia personale esperienza col Prof. F. Correggiari circa la convenienza di dare un nome a tutte le unità pratiche, osservo che se si riterrà per quella di massa più adeguata la dedica a Newton, per onorare Galileo si potrebbe scegliere una delle due unità, ancora innominate, di* velocità $1\frac{m}{sec}$ *e di* accelerazione $1\frac{m}{sec^2}$ *entrambe uguali a* 10^2 *omonime unità C. G. S.*

Con tutta osservanza.

Ing. G. RABBENO.

(1) Alla lettera era allegata una pubblicazione dell'A. su «L'unità di massa nel sistema pratico» (estratta dalla «Rivista Marittima») nella quale viene senz'altro adottato il nome di Gal per l'unità di massa.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

J. H ASHBAUGH — **L'applicazione industriale dei regolatori automatici.** **(The El. J., maggio 1930, pag. 275).**

Le grandezze che interessa di potere regolare ad un valore costante negli impianti elettrici sono: la tensione, la corrente, il carico, la velocità e il fattore di potenza. Per ognuna esiste un tipo speciale di regolatore che meglio si adatta: il regolatore a lamina vibrante può da solo essere applicato alla regolazione di tutte le grandezze suddette, esso richiede una manutenzione continua poichè contiene un elemento (la lamina vibrante) che è continuamente in movimento anche se la grandezza è già costante, in questo caso il regolatore compie delle correzioni alternativamente di segno opposto e di eguale ampiezza e tali da annullarsi. Il regolatore reostatico può essere adattato a tutti gli usi eccetto che alla regolazione della velocità ed agisce in modo statico; esso agisce più lentamente del tipo precedente perchè l'inerzia del contatto mobile gli impedisce di seguire le variazioni rapide della grandezza da regolare. Questo regolatore deve essere opportunamente smorzato.

Un regolatore di recente applicazione è quello a carbone che si adatta per regolare sia la corrente che la tensione di un impianto elettrico a c. c. od a c. a.; come rapidità di regolazione è paragonabile a quello a lamina vibrante pur essendo un apparecchio statico e quindi tale da richiedere una limitata manutenzione. Il regolatore di potenza e quello di fattore di potenza sono costruttivamente simili; il primo agisce nel senso di regolare l'ammissione di una turbina in modo da sopperire a tutte le variazioni di carico di uno stabilimento mantenendo costante la potenza richiesta dalla rete di distribuzione esterna (tariffa minima dell'energia). Il secondo agisce invece sull'eccitazione delle macchine sincrone di un impianto in modo da mantenere costante il fattore di potenza di questo.

La regolazione della velocità di un motore si può ottenere in due modi: col sistema del motore sincrono accoppiato oppure con quello della dinamo a c. c. Nel primo caso ogni variazione della velocità del motore produce una variazione della frequenza del motore sincrono accoppiato che attraverso ad un rélais differenziale può variare la tensione applicata al motore. Col secondo sistema la dinamo accoppiata varia la propria tensione proporzionalmente alla velocità e basta perciò mantenere costante la tensione della dinamo variando la tensione applicata al motore per ottenere da questo una velocità costante.

I. L.

L. F. HOLDER — **Principî degli equipaggiamenti Selsyn e loro funzionamento.** **(Gen. Elec. Rev., settembre 1930, pag. 500).**

L'apparecchio Selsyn normale è costituito come un minuscolo alternatore trifase a campo rotante bipolare, con rotore a doppio T. Lo statore è avvolto a stella, e in funzionamento, le tensioni e le correnti sono tutte monofasi, essendo il rotore alimentato con corrente monofase. Il più semplice equipaggiamento Selsyn è composto di due macchine uguali con gli statori connessi fra di loro e i rotori alimentati dalla stessa sorgente monofase. Per le azioni esercitantisi tra il campo e le correnti indotte la coppia risultante tende a disporre i rotori nella stessa direzione: un apposito ammortizzatore provvede a che l'apparecchio ricevitore (usualmente detto motore) abbia un funzionamento aperiodico e non oscilli attorno alla posizione definitiva.

L'A. espone le diverse possibilità di funzionamento dei Selsyn e cioè:

1° funzionamento selettivo; mediante un apposito commutatore è possibile agire successivamente su diversi ricevitori, grazie alla qualità di autosincronizzazione del Selsyn; 2° funzionamento in parallelo: un solo trasmettitore di potenza adeguata agisce contemporaneamente su parecchi ricevitori; 3° funzionamento differenziale: viene realizzato inserendo sui collegamenti tra lo statore del generatore e quello del motore un Selsyn differenziale costruito come un motorino a induzione con statore e rotore trifasi. Con questa disposizione si ottiene che la rotazione di uno a scelta dei Selsyn sia uguale alla somma algebrica della rotazione degli altri due. Con opportuni condensatori viene fortemente ridotta la corrente di magnetizzazione assorbita per il Selsyn differenziale.

L'A. esamina la possibilità di utilizzare la terra come ritorno di corrente per una fase, e gli effetti di interferenza dovuti alle linee di trasmissione. Le principali applicazioni dei Selsyn sono la segnalazione a distanza, il comando a distanza e la trasmissione di potenza sincrona. In quest'ultimo caso il sistema viene fatto ruotare continuamente a elevata velocità.

C. G. E.

APPLICAZIONI AGRICOLE.

G. W. KABLE — **L'elettrificazione delle campagne è un problema economico e sociale.** (The El. J., luglio 1930, pag. 381).

L'uso dell'energia elettrica permette al contadino di elevare la sua produzione giornaliera di grano lavorato da 220 l. a più di 1.000 l. colla semplice installazione di un motore elettrico. La distribuzione dell'energia elettrica agli utenti rurali richiede una spesa notevole d'impianto non proporzionata all'utile che se ne può trarre; a parità di costo d'impianto si valuta che nelle campagne il numero di utenti serviti è circa 1/10 di quello in città. Diversi tipi di tariffa sono stati studiati allo scopo di aumentare l'utilizzazione dell'impianto che attualmente si mantiene sempre inferiore alle 1.000 ore all'anno. Presso alcune Società americane un apposito ufficio di consulenza e di propaganda spiega agli utenti come devono regolarsi per ottenere i loro prodotti col minimo di potenza installata. Se ad es. una lavorazione che con un motore di 15 kW si può compiere in un'ora, si potesse compiere in 5 ore con un motore di 3 kW sarebbe preferibile quest'ultima soluzione perchè le spese d'impianto della linea e dei trasformatori sono molto minori. La tecnica in questo campo segue due vie che conducono allo stesso scopo: trovare nuove applicazioni dell'energia elettrica nelle campagne e adattare gli impianti meccanici già esistenti al funzionamento col motore elettrico.

Il costo delle linee in America stà fra le 12.000 e le 24.000 lire al km mentre il costo medio dell'impianto elettrico per ogni fattoria servita si aggira sulle 22.000 lire. La speculazione sul prezzo dei terreni era lo scopo primo che in America spingeva l'agricoltore a coltivare dei terreni vergini nella speranza di poterli vendere poi a più alto prezzo, mentre coi nuovi sistemi di lavorazione industrializzati si può rendere redditizio un terreno aumentandone la produzione.

I. L.

APPLICAZIONI TERMICHE.

R. C. GRIFFITH — **Apparecchiatura di comando con Thyratron per saldatura rapida a resistenza.** (Gen. Elec. Rev., settembre 1930, p. 511).

Il soddisfacente funzionamento di una saldatrice elettrica a linea discontinua dipende in gran parte dall'apparecchiatura che regola il passaggio di corrente nel primario del trasformatore, apparecchiatura che viene sottoposta a un gravoso servizio dovendo aprire e chiudere sotto carico un circuito, nel quale si hanno rilevanti intensità di corrente.

Per questo motivo è stata studiata l'applicazione dei tubi Thyratron come dispositivi di interruzione nell'apparecchiatura di comando.

Questo nuovo equipaggiamento è costituito da un trasformatore, il cui primario è in serie col primario del trasformatore della saldatrice; agli estremi del secondario sono collegati gli anodi di un Thyratron. Il trasformatore, oltre a costituire una forte impedenza a secondario aperto, ha lo scopo di ridurre la corrente, che passa tra il catodo e gli anodi di questo doppio triodo a vapore di mercurio, la cui grandezza è diretta funzione della corrente che esso deve portare. Il catodo è collegato con una presa centrale sul secondario del trasformatore e le griglie sono collegate in modo che il loro segno sia sempre opposto a quello del relativo anodo. Il funzionamento è basato sul fatto che un trasformatore costituisce una impedenza considerevole oppure piccola a seconda che il suo secondario sia aperto o in corto circuito.

Fino a che nulla modifica la polarità delle griglie, nessuna corrente passa nel Thyratron e quindi il secondario può considerarsi aperto, ma quando, mediante un contatto ausiliario, questa polarità è invertita, la corrente circola e, per la diminuita impedenza, viene lanciata corrente anche nel trasformatore della saldatrice. L'innesco del Thyratron avviene grazie alla scintilla creata da una lamina di molibdeno con ancora di ferro, che può tuffarsi e scostarsi dal mercurio catodico sotto l'azione esterna di un solenoide. L'A. espone in un caso pratico come si deve determinare la potenza del trasformatore e la capacità del Thyratron.

C. G. E.

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

APPLICAZIONI VARIE.

E. D. Cook — **Il rendimento dell'altoparlante a cono vibrante brevetto Rice-Kellogg.** (Gen. Elec. Rev., settembre 1930, pag. 505).

C. W. Rice e E. W. Kellogg eseguirono nel 1924 una serie di studi e di esperienze per ottenere un altoparlante fedele, tale cioè da riprodurre in modo uniforme tutta la gamma musicale. Frutto di tale lavoro è l'altoparlante elettrodinamico a cono vibrante «Rice-Kellogg», il quale viene impiegato dalla R.C.A. Victor Company, Inc. e dalla R.C.A. Photophone Inc. rispettivamente per gli apparecchi radio e per gli impianti di cinema sonoro.

Nella discussione, iniziatasi subito all'apparire di questo nuovo altoparlante, fra i sostenitori del sistema «a cono vibrante» e fra quelli del sistema «a diaframma e tromba di espansione» furono adottati, fra i diversi argomenti per l'uno e per l'altro sistema, i valori di rendimento elettro-acustico. Sembrava allora che il cono avesse un rendimento inferiore alla tromba e dell'ordine del 2 %; ma in compenso si dimostravano i pregi di quello per una maggiore compattezza e facilità di costruzione, uniti ad un'ottima fedeltà tanto sui registri alti quanto su quelli bassi.

Il rendimento di un altoparlante è definito come il rapporto fra la potenza sonora resa e quella elettrica fornitagli; ora mentre quest'ultima si può facilmente misurare, la potenza sonora invece non è facilmente determinabile, a causa principalmente della variabile distribuzione delle onde equipotenziali sonore alle diverse frequenze.

Lord Rayligh aveva già determinato analiticamente la relazione tra la potenza sonora erogata e lo spostamento di un diaframma; ne risultava che per grandi diaframmi la resistenza di radiazione sonora era proporzionale al prodotto della superfice del diaframma per il quadrato della frequenza, mentre per i piccoli diaframmi (oppure per lunghezze d'onda superiori al diametro del diaframma supposto circolare) la proporzionalità avveniva per il prodotto del quadrato della superficie per la quarta potenza della frequenza. Il rendimento apparente dell'altoparlante a cono, secondo tale analisi, per l'aumentata direttività sulle alte frequenze acustiche, risulterebbe costante sull'intera gamma ed invece il rendimento medio reale molto basso.

L'A. fino dal 1926 iniziò una serie di misure su questo tipo di altoparlante a cono basandosi sul teorema di reciprocità, e considerando perciò il complesso elettroacustico come un trasduttore elettrico, od una catena di trasduttori, terminato dall'impedenza elettrica equivalente alla resistenza di radiazione.

In effetto l'A. ha adottato due metodi di misura: nel primo, misurando le impedenze elettriche a cono vibrante libero nell'aria e nel vuoto ed infine quelle a cono bloccato, viene ad individuare le impedenze meccaniche e le loro equivalenti elettriche; sicchè il rendimento viene facilmente espresso in funzione dal rapporto tra la resistenza elettrica equivalente alla resistenza di radiazione pura e la resistenza elettrica della bobina conica. Nel secondo metodo invece si misura la velocità di spostamento del vertice, con sistema di registrazione fotografica continua, per cono vibrante nel vuoto e nell'aria; quindi, dedotta la resistenza di radiazione, il rendimento risulta dal rapporto tra il prodotto resistenza di radiazione per il quadrato della velocità, ridotto in unità elettriche, e la potenza elettrica fornita, tenendo conto dell'impedenza elettrica effettiva della bobina conica.

In realtà le misure hanno dimostrato che l'ipotesi del movimento a pistone, in base alla quale era fondato il ragionamento analitico, è ammissibile solo per alcune bande di frequenza limitate, fuori delle quali il cono presenta degli «strappamenti» dovuti probabilmente alla vibrazione propria trasversale.

In conclusione l'accordo fra le due misure è stato riscontrato nei limiti pratici e, nella banda di frequenza considerata, il rendimento è stato rilevato dell'ordine fra 5 e 8 %. *C. G. E.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

E. H. Vedder — **L'amplificazione della corrente delle celle fotoelettriche.** (The El. J., maggio 1930, pag. 280).

La corrente ricavabile da una cella fotoelettrica è di pochi microampere e deve perciò essere amplificata onde poterla adoperare per fare funzionare un ordinario rélais. L'accoppiamento fra le valvole termoioniche di amplificazione può essere realizzato in 3 modi: con resistenze, con condensatori oppure con trasformatori. Il primo tipo serve quando la corrente da amplificare è continua o variabile con lentezza; il secondo tipo serve quando si tratta di corrente alternata a bassa frequenza (pochi cicli al sec.) esso può dare un'amplificazione compresa fra 4 e 100 per ogni valvola montata; il terzo tipo serve per corrente alternata di frequenza compresa fra 20 e 10.000 cicli/sec. ed ha un coefficiente di amplificazione compreso fra 20 e 200 per valvola. Se non interessa di avere un'esatta proporzionalità fra la corrente erogata e quella amplificata si può usare utilmente una valvola a luminescenza al neon con griglia.

La sorgente di luce che impressiona la cella fotoelettrica è sempre una lampada ad incandescenza fornita di riflettore o di lente. Il riflettore è di difficile manutenzione ma però permette di raccogliere una maggiore quantità di luce rispetto alla lente; il riflettore infatti raccoglie la luce che esce dalla lampada entro un cono di 180° mentre l'apertura del cono per la lente è di 60°. La lente dà in compenso delle immagini molto luminose e di piccola estensione. La lampada ad incandescenza deve avere un filamento molto raccolto e di solito sono da preferirsi i tipi a bassa tensione (fino a 10 volt). (Per altre notizie su questo argomento vedere anche la recensione pubblicata su questo giornale a pag. 724 del novembre 1930). *I. L.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

F. B. Vogdes — **Analisi del fattore di potenza delle correnti non sinusoidali.** (Gen. Elec. Rev., settembre 1930, pag. 519).

Le correnti alternate delle macchine elettriche si avvicinano molto alla forma sinusoidale, non così quelle degli apparecchi raddrizzatori a valvola, nei quali si ha una forma d'onda, che si avvicina alla forma rettangolare, con la sovrapposizione di varie armoniche di ordine superiore. La presenza delle armoniche di ordine superiore riduce il fattore di potenza, che in questo caso deve intendersi come un *rapporto* tra la potenza utile e la potenza apparente e non come il risultato di uno *sfasamento* tra la corrente e la tensione.

In America si manifesta da parte delle società di esercizio una certa prevenzione contro l'uso di lampade e di raddrizzatori del tipo suesposto, perchè si pensa che esse contribuiscano a diminuire il fatore di potenza dell'impianto. Ora, poichè il fattore di potenza basso dell'impianto è dovuto allo sfasamento fra corrente e tensione dovuto ai motori, questo non avviene. Anzi, mediante una semplicissima trattazione matematica del fenomeno l'A. dimostra come l'aumento della corrente totale, agli effetti delle perdite nei conduttori, dovuto alla aggiunta di un raddrizzatore ad un carico a basso fattore di potenza, non raggiunge neanche il valore della corrente dal raddrizzatore stesso assorbita. *C. G. E.*

W. Zorn — **Sulla teoria del servizio intermittente.** (E. u. M., n. 37, 14 settembre 1930).

L'A. espone un metodo per calcolare le curve di riscaldamento di una macchina o di un apparecchio per servizio intermittente, partendo dall'ipotesi generale che il carico vari in un modo determinato ad intervalli periodici e, come caso particolare, nella supposizione che il carico si annulli periodicamente. Il calcolo presuppone valida la legge logaritmica per il riscaldamento. Le formule dedotte sono funzioni delle temperature massime corrispondenti alle perdite a pieno carico ed alle perdite a vuoto, della durata del funzionamento a pieno carico ed a vuoto, ed infine, del numero di periodi di funzionamento susseguentesi. Le funzioni esponenziali che compaiono in dette formule si possono calcolare mediante l'uso di opportune tabelle o di nomogrammi. L'A. espone in un esempio pratico come si deve condurre il calcolo. *V. D. Ma.*

FISICA, CHIMICA E MATEMATICA.

T. A. Wilson — **Studio della struttura dei cristalli e sue applicazioni.** *Determinazione dell'orientazione di un cristallo da fotografie di Laue dissimetriche.* (Gen. Elec. Rev., settembre 1930, pag. 528).

Il procedimento seguito nella determinazione dell'orientazione di un cristallo, per quanto grandemente semplificato dall'uso delle fotografie di Laue simmetriche, non può essere sempre seguito. Molte volte l'ottenere una fotografia simmetrica può presentare grandi difficoltà o essere impossibile come, per es., nel caso di esemplari grossolanamente policristallini, senza contare che molti laboratori non dispongono di equipaggiamenti per raggi X ad alta tensione per la rapida preparazione delle fotografie. Quindi il metodo più generalmente usato è quello che si applica alle fotografie dissimmetriche.

La soluzione di tali fotografie è fatta dall'A. con particolare riferimento al sistema cubico. Le linee generali della soluzione rassomigliano a quelle tracciate negli articoli precedenti, con qualche differenza, però, poichè per fotografie dissimmetriche non conviene stabilire l'identità di una zona; è di maggiore importanza, invece, l'identità di riflessioni separate, indipendentemente dalla zona in cui possono trovarsi. La via più facile da seguire per le fotografie dissimmetriche è quella di considerare un paio di riflessioni identificate, per definire due assi di rotazione del cristallo. La posizione finale di esso deve raggiungersi attorno ai due assi di rotazione simultaneamente. L'A. espone quindi il metodo per stabilire l'identità del piano di riflessione e ne fa l'applicazione all'orientazione di un cristallo. *C. G. E.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

I. Ehrenstein — **Esame sulle bobine di autoinduzione, connesse in parallelo con le lampadine di una distribuzione in serie, a corrente alternata.** (E. u. M., n. 40, 5 ottobre 1930).

Per mantenere la continuità del servizio luce in una sezione di un impianto d'illuminazione a corrente alternata con lampade in serie, viene inserita, in parallelo con ciascuna di queste, una bobina di self che ha lo scopo di mantenere chiuso il circuito della sezione quando si verifica la bruciatura del filamento della corrispondente lampada. Le bobine di self assorbono un'energia attiva pressochè trascurabile: hanno, tuttavia, un'influenza sulla distribuzione delle correnti sul circuito e il loro calcolo va affettuato tenendo conto di questa influenza.

L'A. suppone dapprima che ciascuna lampada e la relativa bobina di auto-induzione costituiscano rispettivamente una resistenza non induttiva e una reattanza semplice. Supposto, in primo luogo, che tutte le lampade siano in ordine, si determina facilmente la corrente che attraversa il filamento delle lampade in funzione della tensione totale applicata, del numero di lampade, del fattore di potenza e della reattanza delle bobine. Se si suppone, in secondo luogo, che una lampadina bruci e che la relativa bobina venga attraversata da tutta la corrente del circuito (somma vettoriale della corrente attiva e di quella reat-

tiva), dal diagramma vettoriale delle tensioni che ne nasce, si determina la corrente che attraversa il filamento delle lampade rimaste intatte. Il rapporto fra quest'ultima corrente $\overline{i_w}$ e quella trovata dianzi i_w si esprime in funzione del numero n di lampade inserite nel circuito e della costante $p = \operatorname{tg} \varphi$ con l'eguaglianza:

$$\frac{\frac{i_w}{\overline{i_w}}}{} = \frac{n\,p}{\sqrt{1 + n^2 n^2}}$$

Si rileva, quindi, che quando una delle lampade inserite brucia, la corrente che attraversa il filamento delle altre diminuisce: a parità di cos φ ammesso, la diminuzione è tanto meno sentita quanto più il numero delle lampade è grande. Questa conclusione presuppone che la reattanza delle bobine sia indipendente dall'intensità della corrente che le attraversa; praticamente essa diminuisce col crescere della corrente, con una legge dipendente dalla curva di saturazione delle bobine. In queste condizioni, come dimostra l'A, è possibile scegliere le bobine di caratteristiche tali che la corrente che attraversa le lampade non varii quando una di esse venga esclusa dal circuito.

La massima corrente e la massima potenza passante per le quali deve essere dimensionata ciascuna bobina si determinano in funzione della corrente di ciascuna lampada, del fattore di potenza e della potenza attiva assorbita, supponendo che la lampada corrispondente sia bruciata. Le formule che ne risultano ed i diagrammi corrispondenti sono riportati nella relazione dell'Autore. *V. D. Ma.*

CLAYTON H. SHARP — **Note sulla fotometria fotoelettrica.** (Estratto dal volume « Photoelectric Cells and Their Applications » pubblicato da « The Physical and Optical Societies », Cambridge University Press).

L'A. illustra l'applicazione della cella fotoelettrica quale elemento comparatore nella misura delle grandezze luminose e classifica i vari procedimenti fin qui ideati per realizzare le misure stesse, nel modo seguente:

Classe *a*) La misura è funzione della caratteristica della cella e della amplificazione;
» *b*) La misura è funzione della caratteristica della cella ma è indipendente dalla amplificazione;
» *c*) La misura è indipendente dalle caratteristiche della cella e dalla amplificazione.

Appartiene alla classe *a*) il metodo che l'A. descrive quale in uso presso la Westinghouse Lamp. Co., e che viene realizzato secondo lo schema riportato in fig. 1.

A cella non illuminata, l'indicatore (milliamperometro) viene ridotto a zero mediante una conveniente posizione di *P* rispetto alla batteria e agendo opportunamente su *R*. Illuminata la cella con la lampada campione, viene fatta la taratura dell'indicatore (allontanando od avvicinando ad es. la lampada se l'indicatore è graduato direttamente in termini delle grandezze luminose); sostituita alla lampada campione quella incognita, la lettura corrispondente risulterà proporzionale od esprimerà direttamente la grandezza cercata. I risultati, oltre a quanto detto in *a*) possono ancora essere influenzati dalle variazioni della tensione applicata alla cella, variazioni causate indirettamente dalla corrente che attraversa la cella stessa.

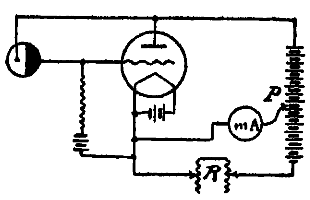
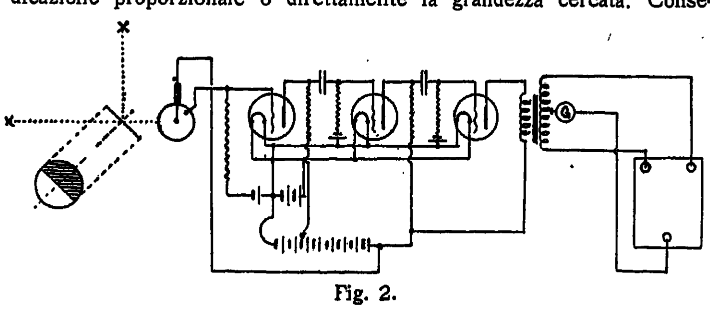


Fig. 1.

Della classe *b*) l'A. descrive il metodo realizzato presso gli Electrical Testing Laboratories.

Dallo schema riportato in fig. 2 appare che l'indipendenza della misura del fattore amplificazione, è dovuta al metodo di riduzione allo zero. Con la cella non illuminata, viene stabilito il regime del ponte agendo sul potenziometro *A*; illuminata la cella con la lampada campione si riporta a regime il ponte mediante il divisore *B*. La tensione letta in *V*, (o semplicemente dedotta dalla posizione occupata dal cursore del divisore), necessaria per riportare a regime il ponte, stabilisce la taratura del complesso misuratore. Sostituita l'incognita alla lampada campione e ripetuto l'azzeramento si leggerà in *V* l'indicazione proporzionale o direttamente la grandezza cercata. Conseguenza indiretta del metodo di riduzione allo zero è la scomparsa della causa d'errore dovuta a variazioni della tensione applicata alla cella.


Fig. 2.

Pure realizzato dagli Electrical Testing Laboratories è il metodo a cui corrisponde lo schema di fig. 3 e che illustra l'ultima delle tre classi.

Parte del flusso luminoso emesso dalle lampade campione e incognita, per mezzo di uno schermo ruotante parzialmente munito di superficie speculare, viene lasciato agire alternativamente e per uno stesso intervallo di tempo sulla cella. Le corrispondenti correnti fotoelettriche, sufficientemente amplificate sono inviate a mezzo di un distributore, sincrono allo schermo ruotante, ad agire in opposte direzioni su di un galvanometro. L'indicazione di quest'ultimo sarà quindi nulla quando saranno uguali fra loro gli effetti fotoelettrici prodotti dai due flussi luminosi che investono la cella. E' evidente che la caratteristica della cella e la amplificazione influiscono semplicemente sulla sensibilità della misura e non sulla misura stessa.

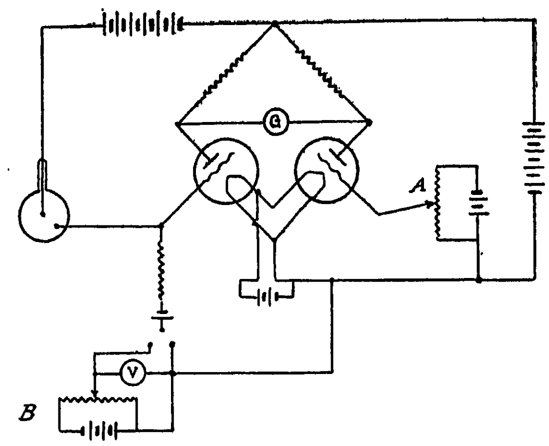


Fig. 3.

L'A. mostra successivamente come, con opportune modificazioni, sia facile estendere l'applicazione dei due ultimi metodi alle misure sui filtri per luce, all'esame dei colori, alle misure su radiazioni ultraviolette, ecc. Conclude osservando che, nonostante le complicazioni introdotte dai metodi fotoelettrici, essi sono atti a dare risultati assai più esatti di quelli ottenibili con i metodi ottici. *R. Ga.*

IMPIANTI.

G. COLAJANNI — **Sul costo di esercizio dei motori Diesel.** (Energia Elettrica, ottobre 1930, pag. 364).

Con riferimento a recenti studi sul costo di esercizio dei motori Diesel, l'A. illustra l'influenza del fattore medio di carico cui non sempre si attribuisce il peso e la importanza che dovrebbe avere. Il consumo orario specifico di combustione è desunto dalla relazione $c = \frac{50}{n} + 150$ dove n è il fattore di carico, 50 gr rappresenta il consumo specifico a vuoto e 150 gr il consumo supplementare per ogni ora di erogazione. Formula analoga vale per il lubrificante $c' = \frac{1{,}5}{n} + 2{,}5$. E' facile vedere come per un prezzo del combustibile di L. 300 al ql. e del lubrificante di L. 5 al kg il costo del HPh, vari da L. 0,089 a L. 0,124 variando il fattore di carico dal 70 al 35 per cento con un aumento quindi di 3,5 cent. per HPh pari a 4,8 cent. per kWh.

La classe dei fattori bassi di carico costituisce la grande maggioranza poichè nella media e nella grande industria a ciclo lavorativo semplice si verificano fattori del 33 ÷ 43 %. L'A. conclude che per tale stato di cose la superiorità del motore elettrico è netta; nè spesso l'impiego del Diesel per la produzione autonoma dell'energia elettrica da distribuire in piccoli centri offre migliori condizioni di esercizio. L'A. espone un caso pratico di elettrificazione di un grosso comune agricolo di 25.000 abitanti con erogazione di 22.500 kWh annui e punta massima 160 kW più 75.000 kWh di erogazione per forza motrice. Si installano 2 Diesel da 250 HP (1 di riserva). Il costo del kWh risulta di L. 0,243. Le spese fisse salgono a L. 0,733 per 20.000 kWh. Se si facesse un allacciamento con una conduttura di 20.000 V, di una decina di km alla rete ad alta tensione esistente equipaggiando una cabina con due trasformatori a 175 kVA, le spese fisse per il kWh reso a B. T. sarebbero L. 0,16. Ammesso che la Società di produzione fornisca energia a L. 0,60 il kWh, lo svantaggio del Diesel sarebbe evidente. *G. Cc.*

C. L. FORTESCUE — **L'applicazione dei risultati delle prove ad impulso al progetto degli impianti elettrici.** (The El. J., maggio 1930, p. 293).

Le prove di laboratorio hanno dimostrato che le sovratensioni di breve durata possono danneggiare l'isolamento di una macchina soltanto quando il valore massimo della tensione è più di 2,5 volte il valore normale di esercizio. Gli scaricatori dovranno quindi essere proporzionati per tale valore. I migliori tipi di scaricatori autovalvolari in commercio permettono di ridurre il rapporto fra la tensione di adescamento della scarica e quella di spegnimento a 3,1; soltanto con uno scaricatore sperimentale è stato raggiunto il valore di 2,5 in laboratorio. Però già con gli scaricatori detti prima si eliminano dagli

impianti il 90 % delle sovratensioni. Gli isolatori di linea possono sostituire in parte gli scaricatori se muniti di anelli di protezione e purchè l'onda di sovratensione prenda origine sulla linea ad una conveniente distanza dalla centrale; in questo caso l'onda di tensione si scarica parzialmente verso terra quando passa in corrispondenza di un isolatore e giunge in centrale molto attenuata.

L'A. esamina poi l'influenza delle linee di terra che sovrastano i fili di linea, sulla propagazione delle onde di sovratenzione; l'onda risulta sempre molto attenuata quando esistono le linee di terra ed è anche più difficile che possa prodursi. L'efficacia delle linee di terra è sempre in relazione con la bontà del collegamento verso terra. In generale per proteggere una linea contro le sovratensioni non conviene di mettere più di 3 linee di terra perchè il vantaggio che si avrebbe sarebbe esiguo; è invece preferibile adottare degli isolatori più abbondanti. I pali di legno anche se umidi presentano sempre una notevole resistenza al passaggio della corrente di scarica causata da una sovratensione, a tutto vantaggio degli isolatori che sono così meno sollecitati; è buona norma mettere la linea di terra anche sui pali di legno. Negli isolatori portanti e in quelli a catena provvisti di anelli di guardia si produce più facilmente una scarica ad impulso e si valuta la tensione di adescamento della scarica del 15 % minore che negli isolatori non provvisti di anelli, in compenso la scarica avviene completamente nell'aria e non rovina la superficie degli isolatori.

I. L.

K. Janak — **Considerazioni ed esperienze sullo spegnimento di incendi alle macchine generatrici.** (E. u. M., n. 36, 7 settembre 1930).

L'A. dimostra la necessità di sussidiare i dispositivi di protezione contro i cortocircuiti, i sovraccarichi, ecc. (protezione con relais) con impianti per lo spegnimento di eventuali incendi.

Sulla scorta di alcuni esperimenti viene messo in rilievo il fatto che, come estintore, l'acido carbonico è molto più appropriato dell'azoto. Sono, infine, riportati i dati delle prove di estinzione effettuate con un impianto ad anidride carbonica. *V. D. Ma.*

MACCHINE A COLLETTORE.

T. Kassianoff — **La teoria della dinamo autoeccitata per gruppi di saldatura e le basi per il suo calcolo.** (E. u. M., n. 35, 31 agosto 1930).

L'A. descrive la costruzione ed il principio di funzionamento della dinamo per saldatura, costituita da un sistema induttore a quattro poli, di cui due principali con nuclei molto saturati e due trasversali non saturati, e da un indotto avvolto, con collettore e tre spazzole di commutazione. Nello studio teorico della macchina, l'A. immagina di sdoppiarla in una dinamo principale ed una trasversale; le caratteristiche esterne di queste, sovrapponendosi dànno luogo alla caratteristica esterna della dinamo, che si presenta fortemente inclinata sull'asse delle correnti e precisamente cadente coll'aumentare del carico in ampere.

Dalle considerazioni sul funzionamento della dinamo vengono dedotti i metodi di calcolo e di costruzione della macchina. Come conclusione sono considerati i fattori che ne caratterizzano l'aspetto e la forma. *V. D. Ma.*

MISURE.

M. A. Rusher — **I nuovi oscillografi a magnete permanente.** (Gen. Elec. Rev., settembre 1930, pag. 491).

L'uso degli oscillografi nei campi meccanico ed elettrico va sempre più diffondendosi per gli importanti risultati che con essi si possono ottenere nello studio di pressioni, vibrazioni e persino nel campo medico nello studio dei battiti del cuore. L'oscillografo per uso generale descritto dall'A. è costituito da 6 galvanometri a magnete permanente e da un vibratore montati su una cassetta di 64 × 30 × 24 cm. I galvanometri sono del tipo in olio, chiusi in scatole munite di viti di livello. La sensibilità e la frequenza di questi galvanometri sono eguali a quelle del tipo corrispondente del vibratore elettromagnetico.

Tre reostati per misure di tensioni fino a 250 volt e tre reostati per misure di corrente sono collegati nel circuito del vibratore e dei galvanometri. Ogni strumento può essere rimosso dalla cassetta togliendo semplicemente due viti. L'oscillografo è isolato però per resistere per un minuto a tensioni di 10.000 volt alla frequenza di 60 periodi tra i galvanometri; può essere usato con assoluta sicurezza per 3000 volt, se la tensione è portata ai galvanometri attraverso una resistenza addizionale posta dietro la cassetta. Tutte le connessioni dei circuiti dei galvanometri sono disposte sulle pareti della cassetta, l'interruttore del vibratore è pure nella cassetta in posizione di manovra. Ogni pezzo è fissato alla cassa in modo che, una volta calibrato l'apparecchio, non vi è più alcuna necessità di manovre. La cassetta dell'oscillografo è facilmente trasportabile come una cassetta per macchina da scrivere, e poichè una batteria a 6 volt è sufficiente per operare questo oscillografo, esso viene largamente impiegato nelle prove pratiche nelle reti di distribuzione.

E' stato costruito anche un altro tipo di oscillografo con due soli elementi e che è di uso assai semplificato; esso è molto più leggero, ha due soli galvanometri, uno per misure di tensioni e l'altro per misure di corrente. La disposizione dei circuiti è uguale a quella dell'oscillografo a 6 elementi; una serie di reostati permette di adoperare la tensione di distribuzione di 220 volt. *C. G. E.*

H. Voigt — **Il procedimento "a vuoto„ per la determinazione della resistenza rotorica dei motori asincroni.** (E. u. M., n. 41, 12 ottobre 1930).

L'A. rileva che i tre metodi normalmente impiegati per la determinazione della resistenza del rotore dei motori asincroni: corto circuito asincrono, corto circuito sincrono, e frenamento, non sono mai scevri da errori che spesso ne infirmano l'esattezza. E' invece possibile dedurre con una buona approssimazione tale resistenza partendo dal funzionamento a vuoto della macchina. In queste condizioni, la potenza assorbita dal motore serve a compensare le perdite nel ferro e nel rame dello statore, nel rame del rotore ed infine quelle supplementari e di attrito. La potenza assorbita a vuoto viene misurata direttamente, le perdite nel rame dello statore si determinano misurando la resistenza dall'avvolgimento alimentato con corrente continua, lo scorrimento si misura direttamente coi metodi noti (stroboscopico, ago magnetico, ecc.). Dal diagramma: scorrimento-potenza assorbita meno perdite nel rame dello statore, si rilevano le perdite nel ferro dello statore (media aritmetica delle ordinate della curva, corrispondenti allo scorrimento nullo); si ottiene così la potenza assorbita dal rotore. Nota questa N_o'' misurati la tensione applicata allo statore U, lo scorrimento a vuoto s_o ed il rapporto $\ddot{u}$ fra il numero effettivo di spire dello statore e del rotore, la resistenza r_2 di quest'ultimo si determina con la formula:

$$r_2 = \frac{U^2 s_o}{N_o'' \ddot{u}}$$

dedotta esprimendo le perdite nel rame del rotore in funzione della corrente, della resistenza ed, al tempo stesso, in funzione dello scorrimento e delle altre perdite del rotore.

L'A. fa un'applicazione pratica del metodo esposto e dimostra che il valore della resistenza così dedotta non differisce sensibilmente da quello ottenuto misurando direttamente la resistenza dell'avvolgimento alimentato con corrente continua. In generale, egli conclude affermando che il metodo è molto esatto, potendosi eseguire le misure necessarie per arrivare al risultato finale con tutta l'approssimazione desiderata. *V. D. Ma.*

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

J. Le Monnier — **Sull'impiego dei motori asincroni in corto circuito.** (R. G. E., 15 novembre 1930, pag. 771).

L'A. comincia col rilevare che nonostante i grandi vantaggi che presentano i motori asincroni polifasi in corto circuito la loro diffusione in Francia è stata sempre molto limitata. Difatti se tali motori hanno delle qualità di robustezza, di facilità di manovra, di buon rendimento ed anche di elevato fattore di potenza, presentano per contro un avviamento meno facile e con forte assorbimento di corrente. E' precisamente sotto questo punto di vista che l'A. si occupa della questione e paragona le condizioni d'avviamento del motore asincrono Boucherot a doppia gabbia, con quello in corto circuito semplice a debole coefficiente di dispersione recentemente messo in commercio dalla Compagnie Générale Électrique de Nancy. Tale studio è completato dall'analisi del funzionamento del motore come freno, e dalle considerazioni sul fattore di potenza e sull'avviamento coll'inserzioni di resistenze od induttanze nel circuito statorico. *C. R.*

MOTORI PRIMI.

G. B. Warren — **Recenti progressi e possibili futuri sviluppi riguardanti l'economia del funzionamento di grandi turbine a vapore negli Stati Uniti d'America.** (Gen. Elec. Rev., settembre 1930, pag. 522).

L'A. esamina le attuali tendenze funzionali e le riassume così: pressioni più elevate; affermazione sempre maggiore del surriscaldamento intermedio, realizzato in certi casi con vapore fresco ed in certi altri con ritorno in caldaia; incremento deciso del numero dei prelievi per rigenerazione da 3 a 4 e spesso a 5. Risulta da queste caratteristiche che la turbina non può più essere considerata come un motore primo indipendente, ma piuttosto come una parte di un impianto complesso. Quanto alle tendenze immediatamente future, occorre considerare che per turbine di potenza non superiore a 50.000 kW nelle peculiari condizioni economiche e funzionali americane (carbone a 75 lire la tonnellata; fattore di carico 50 %), l'impianto di massima convenienza, anche in confronto dei cicli a grande rendimento, ha ed avrà le caratteristiche di 28 kg/cm², 400°, rigenerazione a quattro stadi, turbina monocilindrica. A parte gli impianti a 42 atmosfere con risurriscaldamento intermedio, onerosi quanto quelli a pressione doppia e non altrettanto efficienti, è probabile che per potenze fra 25.000 e 125.000 kW si adotteranno 42 atm. e 440°, senza le complicazioni del surriscaldamento intermedio, ma con rendimento superiore a quello ottenibile con 28 atm. e 400°. Gli impianti ad alta pressione si stanno stabilizzando sulle caratteristiche di 88 atm. e 400° di temperatura iniziale e di surriscaldamento intermedio; fra qualche anno questa temperatura sarà probabilmente portata a 440°.

A questo punto l'A. spinge l'indagine più avanti, ed in base ai risultati fino ad ora ottenuti, immagina quale sarà l'aspetto economico della produzione termica in un futuro anche lontano, non solo con cicli realizzati o realizzabili oggi, ma anche con cicli di cui soltanto grandi progressi della metallurgia potranno permettere la messa in pratica. Un confronto fra i consumi di combustibile può essere riassunto così: fatto uguale a 100 il consumo di un impianto a 88 atm

e 400° di temperatura iniziale e di surriscaldamento, il consumo degli attuali impianti a 42 atm e 400° è 107 e quello degli impianti a 28 atmosfere e 400° è 114,5; il consumo di un impianto a 88 atm con due surriscaldamenti intermedi sarebbe, nella stessa scala, di 93, quasi uguale a quello di un impianto a pressione doppia (178 atm) ma con un solo surriscaldamento intermedio; considerando infine anche i cicli a due fluidi (mercurio-acqua), si ha per l'impianto già realizzato con mercurio a 5 atm e vapore a 28 atm un consumo relativo di 83, consumo che scende sotto la cifra 80, se la pressione del mercurio viene portata a 11,6 atm.

L'applicazione di caratteristiche più spinte avrà una sensibile ripercussione sul tipo delle turbine; così ad esempio la divisione in più cilindri, non sempre giustificata alle basse pressioni d'ammissione, diviene sempre conveniente dal punto di vista dei consumi e spesso necessaria, con vapore ad alta pressione. Concludendo l'A. riassume le tendenze attuali ponendo in evidenza che esse sono numerose e complesse; che, per quanto ogni progresso restringa la profondità di ogni altro progresso futuro, il campo d'azione riservato agli studiosi del ramo è ancora vastissimo e che per conseguenza il costo di produzione dell'energia potrà essere ancora ridotto. *C. G. E.*

RADIOTECNICA.

K. OKABE — **Amplificazione e rivelazione di onde elettriche cortissime.** (Proc. I. R. E., Vol. 18, N. 6, giugno 1930, pag. 1028).

I circuiti a diodi e a triodi usati per produrre oscillazioni del tipo Barkhausen sono atti alle ricezioni di onde elettromagnetiche di lunghezza inferiore a un metro. Tali circuiti amplificano e rivelano contemporaneamente il segnale, di modo che risultano assai più efficaci di un rivelatore a cristallo. Essi hanno permesso comunicazioni telegrafiche a 30 km e telefoniche a 10 km con onde di 45 cm. L'A. descrive diversi tipi di circuiti (in alcuni di essi è applicato al tubo elettronico un campo magnetico nella direzione dell'asse degli elettrodi), e studia l'influenza che in essi hanno i vari fattori: (accensione del filamento, tensione di griglia, ecc.), sull'intensità di ricezione del segnale. La migliore ricezione si ha quando la frequenza delle onde in arrivo e quelle delle oscillazioni proprie del circuito sono uguali.

Le oscillazioni locali pare non disturbino la ricezione, forse perchè con queste altissime frequenze è difficile avere battimenti, con l'onda in arrivo, di frequenza udibile. L'A. espone una teoria elementare di questo tipo di ricevitore, considerato semplicemente come un circuito a resistenza negativa costante. [Meno semplice, ma indubbiamente più aderente alla realtà fisica del fenomeno, sarebbe stato considerare la resistenza negativa decrescente al crescere dell'ampiezza delle oscillazioni. - *N. d. R.*). *M. B.*

E. YOKOYAMA e T. NAKAI — **Influenza dei fattori meteorologici sulla ricezione delle onde lunghe.** (Proc. I. R. E., Vol. 18, N. 6, giugno 1930, pag. 1075).

Gli AA. si sono preoccupati unicamente di mettere in relazione l'intensità di ricezione dei segnali con le condizioni metereologiche nei pressi della stazione trasmittente e della stazione ricevente (data la difficoltà di tenere conto delle condizioni meteorologiche lungo tutto il cammino delle onde) entro un campo di lunghezze d'onda compreso tra 10.000 e 21.000 m, e per distanze, tra la stazione ricevente e le varie stazioni trasmittenti considerate, comprese tra 3000 e 11.000 chilometri. *M. B.*

D. B. MIRK — **Una nuova stazione di radiodiffusione a grande potenza.** (L'Onde Electrique, settembre 1930, Vol. 9, N. 105, pagg. 416-445).

L'importanza assunta dalla radiodiffusione nella vita quotidiana di una nazione porta a realizzare le stazioni trasmittenti in modo che esse diano luogo ad emissioni di alta qualità, e che la continuità dei programmi sia assicurata il più che possibile contro inconvenienti di qualunque specie. La stazione descritta, che soddisfa bene a tutti i dovuti requisiti, è stabilita per il funzionamento su onde dai 300 ai 600 metri, con una potenza nella portante di 50 kW.

La frequenza è stabilizzata mediante quarzo; ed all'oscillazione finale si arriva dopo un conveniente numero di stadi di amplificazione realizzati in modo che le oscillazioni vengano sbarazzate dalle armoniche e che uno stadio non produca sensibile reazione sul precedente. Lo stadio finale è composto di due gruppi composto ciascuno da sei triodi da 15 kW a raffreddamento d'acqua posti in parallelo; i due gruppi, che funzionano generalmente insieme, possono anche essere adoperati separatamente con il vantaggio di maggiore sicurezza di continuità della trasmissione in caso di guasti. Ciascun triodo del gruppo è munito di una bobina di stabilizzazione avente lo scopo di evitare ogni reazione tra i triodi.

La modulazione viene eseguita col sistema Heising a corrente costante, sullo stadio di amplificazione di 50 watt che riceve la portante dal quarzo attraverso un amplificatore praticamente immune da retroazioni. La profondità può arrivare al 100 % senza che si venga meno alla relazione di linearità. (L'autore sostiene giustamente i vantaggi notevoli di una modulazione profonda specialmente nei riguardi dei parassiti e degli altri disturbi il cui effetto è proporzionalmente tanto più forte quanto più la modulazione è leggera). La fedeltà della modulazione è pressochè assicurata in tutta la gamma da 30 a 100.000 per/sec, ma opportuni dispositivi possono essere messi in opera per esaltare artificialmente le frequenze più basse nell'intento di correggere le caratteristiche difettose dei sistemi riceventi.

Tutte le precauzioni sono prese per prevenire guasti ad ogni parte dell'installazione, tutti triodi sono protetti contro le sovratensioni anodiche per mezzo di relais collocati nei rispettivi circuiti, un relais termometrico sopprime le tensioni di filamento, griglia ed anodo, ove la temperatura dell'acqua di raffreddamento superi un certo valore. Le singole parti dell'installazione sono, per quanto è possibile, disposte in modo che ne sia molto facile l'accesso per ogni riparazione o sostituzione, e che ogni guasto sia immediatamente segnalato e localizzato. Grazie a tutta una serie di interruttori automatici delle tensioni, il personale può operare in ogni luogo con confidenza senza pericolo di incidenti.

Il rendimento totale della stazione, e cioè il rapporto tra la potenza di antenna e la potenza totale presa dalla rete di alimentazione arriva al 20 % e può quindi essere considerato soddisfacente. *F. Ve.*

S. R. WARREN — **Oscillatore a frequenza di battimenti mediante tubo a quattro elettrodi.** (Proc. I. R. E., Vol. 18, N. 3, marzo 1930, pag. 544).

E' possibile far disimpegnare a un solo tetrodo le tre funzioni, generazione delle due oscillazioni a radiofrequenza e rivelazione dei battimenti, per le quali si impiegano generalmente tre triodi. L'A. usa a questo scopo un tetrodo a griglia schermo, e fa battere una delle oscillazioni con la seconda armonica dell'altra, per limitare l'intervallo di sincronizzazione. La tensione di schermo ha un'influenza notevole sull'ampiezza e sulla forma d'onda delle oscillazioni generate. L'A. non dà dettagli circa la stabilità della frequenza e la possibilità di ottenere oscillazioni di forma sinusoidale. *M. B.*

F. E. TERMAN e A. L. COOK — **Variazioni nel coefficiente di amplificazione dei triodi.** (Proc. I. R. E., Vol. 18, N. 6, giugno 1930, pag. 1044).

L'A. richiama l'attenzione sulle variazioni del coefficiente di amplificazione μ col variare della tensione di griglia del triodo, e sottolinea come ciò impedisca di avere un'amplificazione indistorta anche quando si opera nel tratto rettilineo delle caratteristiche. La distorsione è tanto più accentuata quanto maggiore è il rapporto fra l'impedenza del circuito di utilizzazione e la resistenza interna del triodo. *M. B.*

P. BESSON — **Dispositivo di telecomando mediante onde elettromagnetiche cortissime.** (L'Onde Electrique, agosto 1930, Vol. 9, N. 104, pagine 349-365).

Si tratta di un trasmettitore ad onde da 3 a 5 metri, collocato su di un faro, e di un ricevitore a superreazione posto a circa 3 chilometri di distanza. Il ricevitore aziona un relais che a sua volta comanda un cannone ad acetilene destinato a dare il riferimento ai naviganti in tempo di nebbia.

Allo scopo di evitare un rapido esaurimento delle batterie di accumulatori che azionano il ricevitore, un adatto comando ad orologio tiene chiuso il circuito di questo solamente per pochi secondi, a distanza di un certo numero di minuti. *F. Ve.*

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

H. C. TOWERS — **Alcune note sul progetto, sulla costruzione e il mantenimento degli apparecchi elettrici di segnalazione ferroviaria.** (J. I. E. E., Londra, novembre 1930, pag. 1507).

L'A. dà alcuni criteri generali da seguire nel disegnare un impianto elettrico di segnalazione; il disegno anche se schematico deve rappresentare scrupolosamente la vera disposizione dei circuiti specialmente nei punti dove avvengono le giunzioni fra le varie linee del circuito. In questo modo si renderà agevole non soltanto il lavoro di posa (che di solito è affidato a degli specialisti) ma anche il lavoro di riparazione che generalmente è fatto da persone che hanno anche altri incarichi. I disegni vanno chiariti mediante una razionale disposizione dei simboli che devono figurare anche sulle parti corrispondenti del circuito che rappresentano; i simboli devono permettere d'individuazione rapida del tipo d'apparecchio e del suo numero d'ordine e conviene perciò unificare la loro nomenclatura.

Il disegno schematico del circuito deve essere accompagnato dalla pianta topografica della località sulla quale è indicata la posizione effettiva degli apparecchi elettrici sul terreno e l'andamento dei canali che contengono le linee di collegamento, di solito in cavo sotto piombo. Le segnalazioni a luce colorata dei semafori si riprodurranno in cabina dopo che il segnale è stato trasmesso a riprova che la manovra è realmente avvenuta; da una semplice ispezione al quadro di manovra si può quindi rendersi conto del funzionamento di tutto l'impianto. Le lampade di spia sul quadro di manovra sono disposte sopra il bottone o la leva di comando. I fili nell'interno della cabina è bene che siano in vista ed ispezionabili facilmente. I relais devono essere accessibili da tutti i lati; essi sono disposti nella parte centrale dei locali di manovra e sono racchiusi in scaffali metallici con finestrelle a vetri in modo da poter controllare il loro funzionamento ad ogni momento. L'isolamento delle linee ad impianto ultimato dovrà essere controllato ad intervalli di tempo non maggiori di due anni e in modo sistematico; si preparano delle tabelle con un disegno a quadri analogo alla tavola Pitagorica, sulla prima linea e sulla prima colonna

sono indicati tutti gli apparecchi che fanno parte di un certo circuito, i cavi di collegamento si ritrovano facilmente nei quadretti centrali e si segna in questi il corrispondente valore della resistenza di isolamento. Con questo sistema si evita di dimenticare qualche linea. Numerosi esempi grafici rendono più chiara nell'originale l'applicazione dei concetti suesposti. *I. L.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

M. A. — **L'installazione dei fili di guardia sulle linee elettriche italiane.** (Energia Elettrica, dicembre 1930, pag. 1057).

L'A. riassume i risultati di un'inchiesta sull'impiego dei fili di guardia nelle linee aeree italiane.

Si nota da noi una uniformità quasi completa di scelta del materiale: acciaio zincato ad alta resistenza (120-140 kg/mm²) per grandi campate ed attraversamenti; per gli altri casi acciaio o ferro zincato con resistenza normale. Nella quasi totalità delle condutture il numero dei fili è limitato a uno solo. Anche la disposizione dei conduttori è poco variabile; con un solo trefolo questo è installato in corrispondenza dell'asse del palo sia che si tratti di una o due terne; quando i trefoli sono due sono disposti in un piano orizzontale sopra quelli dei conduttori. Gli inconvenienti che si sono dovuti lamentare erano di origine meccanica, e tutte le società si trovano d'accordo nel riconoscere in teoria l'efficacia del filo di guardia contro le sovratensioni. L'A. conclude che in seguito ai risultati, sia pure sommari, dell'esercizio, la tendenza dovrebbe affermarsi verso una maggior diffusione dei fili di guardia e nell'aumento del numero di questi per linee in condizioni delicate; adozione di sezioni più forti o materiali più resistenti di quelli sinora applicati; avvicinamento del filo di guardia ai conduttori nei limiti delle esigenze della tesatura; adozione, insieme ai trefoli, di buone messe a terra su tutti i pali. *G. Cc.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

W. Esser — **Esperienze d'esercizio con locomotori elettrici in un'officina metallurgica.** (A. E. G. Mitteilungen, N. 9, 1930, pag. 573).

L'A. riferisce sui risultati dati dai locomotori elettrici adottati sulla rete delle Officine di Ruhrort-Meiderich della Società mineraria e metallurgica «Vereinigte Stahlwerke A. G.» in questi ultimi dieci anni, in sostituzione della trazione a vapore.

La corrente è fornita a 600 volt da una sottostazione comprendente due commutatrici da 600 kW e una da 1200 kW. La rete ha una lunghezza di 102 km, dei quali 184 % a linea aerea di contatto. Il parco delle locomotive comprende otto piccoli locomotori, cinque locomotori a trolley da 180 kW, 16 locomotori ad alimentazione mista da 180 kW e sei da 300 a 400 kW.

I diversi locomotori assicurano i vari servizi dell'officina: trasporto del minerale, del coke, delle scorie e formazione e trasporto dei convogli da e per la rete ferroviaria statale. I locomotori elettrici hanno dimostrato su quelli a vapore notevoli vantaggi dovuti alla maggior accelerazione in partenza, alla maggior rapidità d'inversione di marcia che fa risparmiare 10÷20 secondi a ogni inversione, alla maggior potenza frenante che riduce a 2/3 il percorso di frenatura, alla maggior rapidità di manovre comandate, dovuta all'essere i locomotori comandati da una sola persona, e infine alla maggior possibilità di sovraccarichi.

Siccome l'officina esaminata ha avuto uno di seguito all'altro, i due esercizi, i risultati dell'esperienza sono molto efficaci. Essi dicono che le spese d'esercizio elettrico non sono che il 48,3 % per i locomotori ad alimentazione mista, e il 45 % per quelli a trolley, di quelle dell'esercizio a vapore. *A. Bs.*

H. Kasten — **Locomotori elettrici di manovra nelle stazioni di smistamento dei pacchi postali.** (A. E. G. Mitteilungen, N. 9, pag. 567).

L'A. riferisce sull'adozione di locomotori elettrici nelle stazioni di smistamento dei pacchi postali delle poste tedesche, che erano prima servite da locomotive a vapore o da arganelli. La prima adozione avvenne nel 1907 per mezzo di due locomotive a due assi da 16 tonn. e da 80 kW e poi di altri due a 4 assi, da 45 tonn. e da 160 kW sulla stazione «Schlesischer Banhof» di Berlino, alimentata dalla rete municipale. Visto i favorevoli risultati dell'esercizio, nel 1913 fu equipaggiato anche l'ufficio berlinese di «Luckenwalderstrasse» con due locomotori a due assi, da 80 kW, e poi con un altro a 4 assi da 160 kW. L'alimentazione di questa stazione fu dapprima eseguita con una linea bipolare, e venne poi modificata nel sistema a terza rotaia quando fu elettrificata con tale sistema la linea ferroviaria della «cintura» berlinese. *A. Bs.*

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

CRONACA

APPLICAZIONI VARIE.

Dopo «l'Occhio elettrico», ossia la cella fotoelettrica, è ora la volta dell'«*Orecchio elettrico*», che permette di analizzare prontamente un rumore. L'apparecchio, costruito dalla Westinghouse, consiste di un microfono, un amplificatore multiplo, un filtro che permette il passaggio di una sola frequenza alla volta e un misuratore delle ampiezze dell'oscillazione acustica; è munito di una batteria e non richiede alcuna altra sorgente di energia. Le frequenze fra 60 e 7000 periodi al 1'' possono essere misurate con un grado altissimo di selettività.

Si prevede una larga applicazione di questo nuovo apparecchio per la determinazione di eventuali difetti nelle macchine rotanti, specie nei motori di aviazione e nelle eliche, giacchè «l'Orecchio elettrico» riesce a rilevare ed analizzare dei rumori non percepibili dall'orecchio umano e che tuttavia possono indicare fenomeni di natura ben pericolosa. Una lampadina rossa di segnalazione opportunamente connessa all'apparecchio potrà indicare al pilota la necessità di atterrare prontamente per evitare eventuali incidenti.

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Allo scopo di determinare *la variazione dell'effetto eritemico col variare della lunghezza d'onda delle radiazioni ultraviolette*, sono state fatte delle esperienze al laboratorio di Nela Park. Se si munisce la sorgente di radiazioni ultraviolette di un filtro che trattenga le radiazioni aventi una lunghezza d'onda minore di 2800 Å, l'efficacia a produrre eritemi dà un indice dell'importanza biologica dell'energia radiante.

M. Luckiesh, A. H. Taylor e L. L. Holladay riferiscono — nel numero di novembre 1930 del *The Magazine of Light* — che le esperienze furono eseguite esponendo la pelle di tre individui diversi all'azione della lampada solare S-1 e variando la composizione spettrale delle radiazioni incidenti con filtri appropriati. Ogni esperienza durava il tempo necessario alla produzione di un minimo percettibile eritema.

I risultati delle esperienze, come qui appresso esposti, mostrano i valori relativi dell'effetto eritemico (a) per ogni unità d'energia, per diversi valori della lunghezza d'onda espressa in Angström.

λ	*a*	λ	*a*
3663	0,00	2967	1,00
3342	0,00	2925	0,25
3132	0,025	2894	0,10
3024	0,35	2804	0,04

G. Co.

E' ben nota la legge fotochimica che solo quella parte di energia radiante assorbita da un mezzo può, in esso, causare degli effetti. In vista delle *applicazioni a scopo terapeutico delle radiazioni ultraviolette prodotte da sorgenti artificiali*, esperienze circa il *potere assorbente della pelle per le radiazioni di varia lunghezza d'onda*, sono state fatte al Research Laboratory di Nela Park, su diversi soggetti, secondo quanto riferisce L. L. Holladay, nel num. di ottobre 1930 del *The Magazine of Light*. I risultati delle esperienze mostrano che la pelle è un mezzo essenzialmente selettivo: mentre la percentuale di radiazioni assorbite è altissima in corrispondenza alla zona dell'ultravioletto (il 97 % circa per $\lambda < 2800$ Å, il 96 % circa per $\lambda = 2967$ Å ed il 92 % circa per $\lambda = 3132$ Å) essa si abbassa poi rapidamente, finchè — in corrispondenza della zona visibile dello spettro — si riduce, in media, solo al 50 %. *G. Co.*

Nel numero di dicembre del 1930 di *Lux*, si dà notizia che l'impresa Austin di Cleveland ha recentemente annunciato di aver dato inizio alla *costruzione della prima officina senza finestre* a Fitchburg Mass. L'illuminazione sarà quindi artificiale ed eseguita secondo i più recenti dettami della tecnica; un sistema di lampade da 1000 watt fornirà l'illuminazione comune ed un'installazione speciale fornirà la proporzione di radiazioni ultraviolette necessarie alla salute. Allo scopo di aumentare la visibilità e prevenire gli infortuni, le macchine saranno dipinte in color arancio. Sono infine previsti dei sistemi completi di ventilazione, di regolazione della temperatura e di assorbimento dei rumori. *G. Co.*

Nel numero di novembre 1930 di *Illuminazione razionale*, si fanno alcune curiose considerazioni *sul grado d'illuminazione medio in Italia*. Nel 1929 sono state vendute 33 milioni di lampadine di cui la potenza media è risultata essere di 40 watt. Il sole, a mezzogiorno, produce un'illuminazione di 100.000 lux, ossia versa 100.000 lumen su ogni metro quadrato di superficie illuminata. Supponendo contemporaneamente accese tutte le predette lampade, si avrebbe un'emissione totale di 13,2 miliardi di lumen, con cui si potrebbero illuminare, con un'intensità paragonabile a quella del sole meridiano, solo 132.000 metri quadrati di superficie. Poichè l'Italia ha una superficie di circa 300 miliardi di metri quadrati, si avrebbe invece — nella

detta ipotesi — su tutta la sua superficie, un'illuminazione di 0,04 lux. Volendo ottenere un'intensità di illuminazione pari a quella che dà la luce lunare — valutata in media 0,25 lux — bisognerebbe accendere simultaneamente ed utilizzare integralmente il flusso luminoso emesso da un numero di lampadine uguale a 6 volte tanto quello delle lampadine probabilmente installate in Italia. *G. Co.*

MECCANICA.

L'impiego delle *puleggie saldate* per la trasmissione del moto dai motori alle macchine operatrici, in luogo delle puleggie ottenute di fusione, presenta, secondo quanto riferisce W. Senft in *E. u. M.* del 21 settembre 1930, alcuni vantaggi. Questi sono costituiti particolarmente dalla facilità di lavorazione, minor costo e migliori doti di robustezza. *V. D. Ma.*

STATISTICA.

Secondo indicazioni di una tabella riportata in una rivista americana (*Eletric Light and Power, Surwey of World Development* 36 S), l'*energia elettrica* prodotta su tutta la terra nel 1929 si aggira sui 300 miliardi di kWh. Il capitale investito negli impianti di produzione, trasporto e distribuzione è stato valutato a 480 miliardi di lire. La produzione nei singoli paesi è ripartita come segue:

Stati Uniti	125 miliardi di kWh
Germania	34 » » »
Canadà	18 » » »
Inghilterra (esclusa l'Irlanda)	16,2 » » »
Francia	15,5 » » »
Giappone	11,5 » » »
Italia	9,8 » » »
Norvegia	8,5 » » »
Russia	6,5 » » »
Svizzera	5,5 » » »
Svezia	5 » » »
Belgio	4,5 » » »
Cina	3 » » »
Spagna	3 » » »
Polonia	2,6 » » »
Austria	2,5 » » »
Africa del Sud	1,9 » » »
Australia	1,9 » » »
Cecoslovacchia	1,7 » » »
Messico	1,4 » » »
Olanda	1,4 » » »
Brasile	1,2 » » »
Argentina	0,93 » » »
Ungheria	0,75 » » »

V. D. Ma.

Lo sviluppo della *produzione e distribuzione di energia elettrica in Austria*, a partire dall'anno 1918, è preso in esame in un rapporto dell'Ufficio di Elettricità ed Acqua (W. E. W. A.) di Vienna, riportato in *E. u. M.* del 12 ottobre 1930. Il rapporto conclude mettendo in rilievo la necessità di integrare la produzione di energia per consumo nell'interno del Paese con la costruzione di una centrale sul Danubio e di altre nell'Austria Superiore e in Stiria e di esportare energia elettrica dalle centrali delle Alpi. *V. D. Ma.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

La *ferrovia Rimini-San Marino*, che si trova attualmente in costruzione, andrà in esercizio a trazione elettrica. La linea sarà a scartamento ridotto di 950 mm ed avrà una lunghezza di circa km 32 con pendenze massime del 40 per mille. L'esercizio sarà disimpegnato da automotrici a carrelli equipaggiate con motori di trazione da 80 kW orari alla tensione di 1350 V e da 56 kW continuativi a 1350 V.

La linea di contatto sarà in parte a sospensione semplice ed in parte a catenaria e sarà alimentata a corrente continua 3000 volt dalla sottostazione di Dogana. In quest'ultima verranno installati due gruppi raddrizzatori Brown Boveri da 600 kW ciascuno, che convertiranno la corrente alternata 30 kV, 50 per/sec in continua a 3000 V. L'impianto di conversione sarà completamente automatico e realizzerà tutte le condizioni di servizio prescritte senza l'intervento di personale. Il funzionamento della sottostazione può essere, tuttavia, controllato dai locali della stazione ferroviaria nei quali sarà montato un quadro per le segnalazioni d'allarme ed i comandi a distanza. *V. D. Ma.*

Il sistema di trazione monofase applicato su di una parte della ferrovia Roma-Civitacastellana-Viterbo sarà sostituito prossimamente col sistema a corrente continua 3300 V. Con l'occasione, tutta la linea, della lunghezza complessiva di 103 km, sarà elettrificata con lo stesso sistema di trazione. Le automotrici ed i locomotori avranno una potenza oraria, di circa 650 kW e le sottostazioni di conversione, in numero di 3, saranno equipaggiate con raddrizzatori a vapore di mercurio da 1200 e da 800 kW, tutti a comando completamente automatico. La linea di contatto sarà a sospensione trasversale. *V. D. Ma.*

LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.

Il contributo della "Scac" di Trento nell'elettrificazione del Salento.

Generalità. — Fra i grandi problemi che s'imponevano per lo sviluppo ed il progresso dell'Italia Meridionale, uno dei più scottanti era

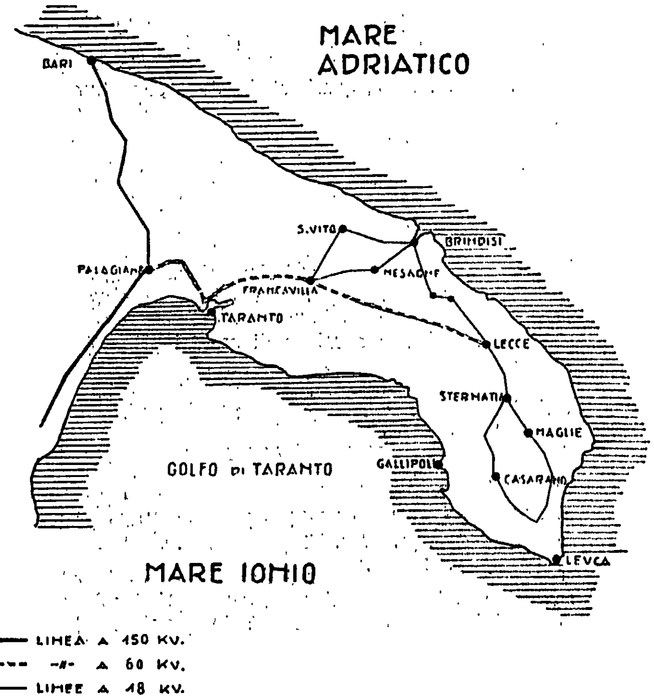


Fig. 1. — Planimetria linee elettriche del Salento.

certo quello della razionale distribuzione dell'energia elettrica fra tutti i centri abitati.

Importante e difficile fu l'impresa per la Puglia ed in special modo per il Salento, ove non si possono contare ricchezze idriche ed ove quindi bisogna addurre l'energia per mezzo di lunghe linee ad alta tensione.

La Società Generale Pugliese di Elettricità studiò con cura il problema e lo mise in attuazione in modo geniale.

Progetto costruttivo. — L'energia viene portata a Lecce, nella capitale del Salento, con una linea a 60 kV.

Per radiarsi dalla cabina di Lecce in tutto il Salento si pensò di fare un anello, abbracciando tutta la regione; in tal modo si ha la massima sicurezza d'esercizio potendosi far arrivare l'energia da un punto o dall'altro dell'anello.

L'anello in parola è alla tensione di 18 kV e da esso si irradiano le linee secondarie a 9 kV.

La potenza da convogliare alla partenza è stata scelta in base alle più ampie previsioni di utilizzazione a circa 4000 kW.

In conseguenza si hanno conduttori in rame (o equivalenti) di 50 mm² alla partenza, sezione che poi va decrescendo a un minimo di 35 mm² nei lati più lontani dell'anello stesso.

Caratteristiche della linea. — Passiamo ora a seguire sul terreno le modalità di esecuzione di questo progetto.

Dalla cabina di Lecce parte

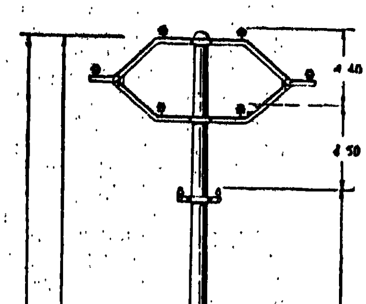


Fig. 2. — Palo normale della 18.000 V Lecce-Sternatia.

Altezza totale	12.50 m
» fuori terra	10.90 »
Interramento	1.50 »
Diametro base	0.405 »
Diametro cima	0.22 »
Sforzo in cima	1000 kg
Peso palo	1500 »

una linea a doppia terna a 18 kV che si protende per 20 km circa fino a Sternatia.

La linea è prevista per due terne di conduttori in alluminio-acciaio corrispondenti ad una sezione equivalente di rame di 49,82 mm² con sottostante linea telefonica.



Fig. 3. — Il palo normale della Lecce-Sternatia.

La treccia di alluminio-acciaio della sezione totale di 92,42 mm² e del diametro di 123/10 mm, è composta di fili d'alluminio della sezione di 79,22 mm² e di fili acciaio della sezione di 13,20 mm².

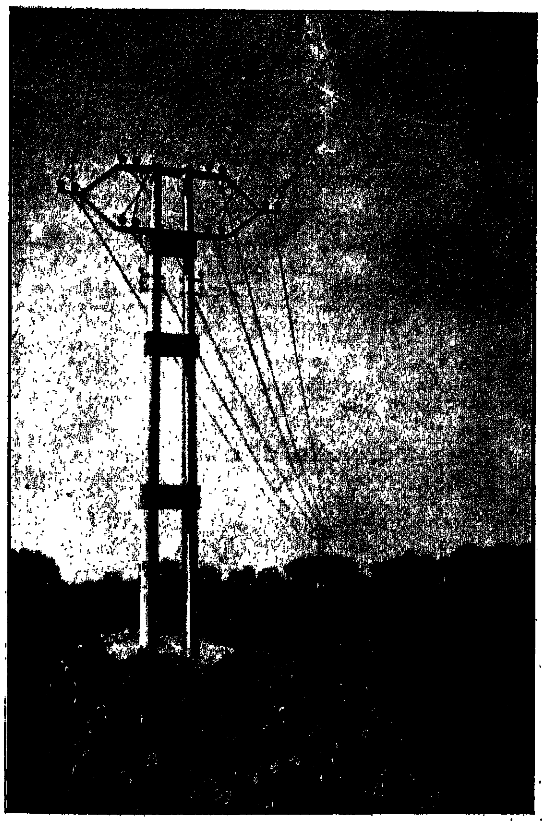


Fig. 4. — Un sostegno d'angolo della Lecce-Sternatia.

Per la campata normale di 130 metri si hanno le seguenti frecce e tensioni, indicando con f le frecce e con t le tensioni unitarie medie nella treccia, ossia ottenute dividendo il tiro nel conduttore per la sezione complessiva del conduttore bimetallico.

Temperat. — 5° con vento da 125 km/h	$f = 2{,}14$ m	$t = 10$ kg/mm²
Temperat. — 5° senza sovraccarico . .	$f = 1{,}24$ m	$t = 5{,}95$ »
Temperat. + 15° senza sovraccarico . .	$f = 1{,}67$ m	$t = 4{,}42$ »
Temperat. + 55° senza sovraccarico . .	$f = 2{,}55$ m	$t = 3{,}04$ »

I pali impiegati sono del tipo SCAC in cemento armato centrifugato.

Il tipo di palo normale per le campate di 130 metri, risulta dalla fig. 2.

Sono caratteristiche le mensole in ferro impiegate, le quali data la loro forma, permettono di ridurre l'altezza del palo e con ciò il costo dell'impianto.

L'altezza totale del palo è di metri 12,50 ed è calcolato per uno sforzo in cima di 1.000 kg, corrispondente a

650 kg per l'azione del vento sui conduttori,
54 per il vento sui due fili telefonici,
107 kg per il vento sul palo,
193 kg dovuti al tiro d'angolo per un vertice di 2°.

Le fondazioni sono del tipo a blocco in calcestruzzo oppure a piastre di cemento armato.

Per gli angoli ed attraversamenti sono state adottate delle coppie di pali SCAC collegate da giunti in cemento armato (fig. 4).

Arrivati a Sternatia la linea si divide in due parti: la terna di destra per chi viene da Lecce, gira verso Gallipoli, tocca Galatina, Avadeo e poi Casarano; quella di sinistra di dirige verso Otranto, toccando Zollino, Maglie, Poggiardo, Tricase, Alessano. Da Alessano punta verso il nord e toccando Presicce e Taurisano, raggiunge a sua volta Casarano ove si unisce alla terna di destra.

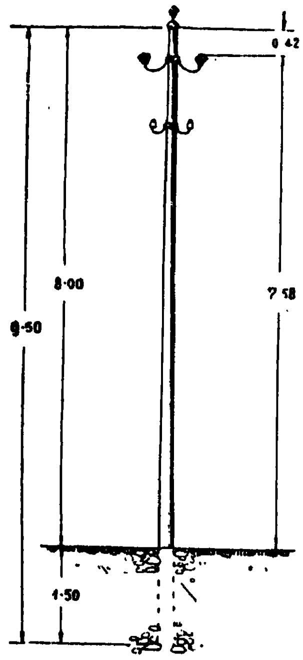


Fig. 5. — Palo normale della 18.000 volt Maglie-Casarano.

Altezza totale . . .	9.50 m
» fuori terra .	8.00 »
Interramento . . .	1.50 »
Diametro base . . .	0.22 »
Diametro cima . .	0.09 »
Sforzo in cima . .	175 kg
Peso palo	370 »

Il conduttore adottato fu qui in parte acciaio-alluminio, e in parte Aldrey.

I conduttori Aldrey sono costituiti da 12 fili del diametro di 2,65 mm con una sezione complessiva della treccia di 66,186 mm² e diametro di 110/10.

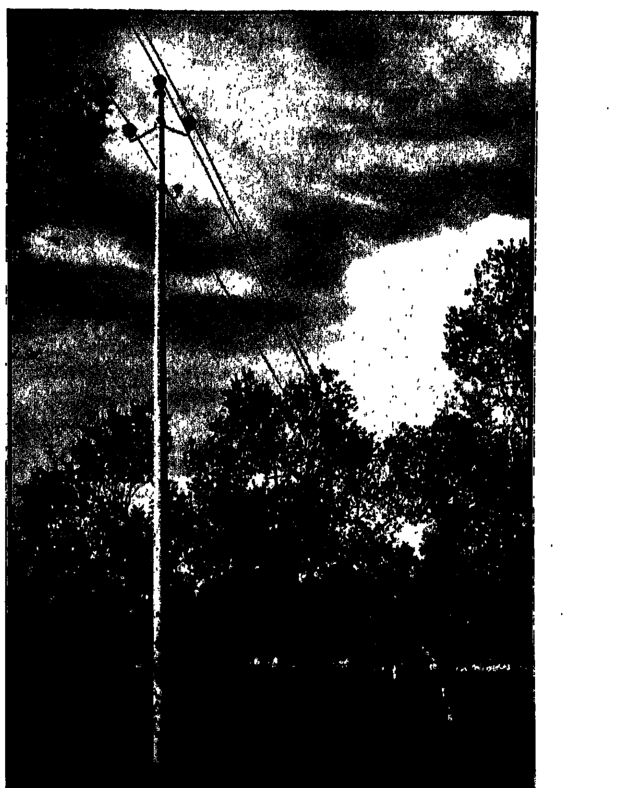


Fig. 6. — Un palo normale da 11 m della 18.000 volt Maglie-Casarano.

Scartata a priori la palificazione di legno che, data l'importanza della linea, non avrebbe offerto le sufficenti garanzie di sicurezza, tenendo anche conto della notevole sezione dei conduttori, sono state prese in esame due diverse soluzioni con pali Scac, ossia con campate lunghe 120-150 metri ammissibili per i conduttori impiegati,

e con campate di 50 metri, decidendosi definitivamente per questa ultima.

Quest'ultima soluzione è risultata tecnicamente ed economicamente più conveniente in seguito alle possibilità d'impiego del nuovo

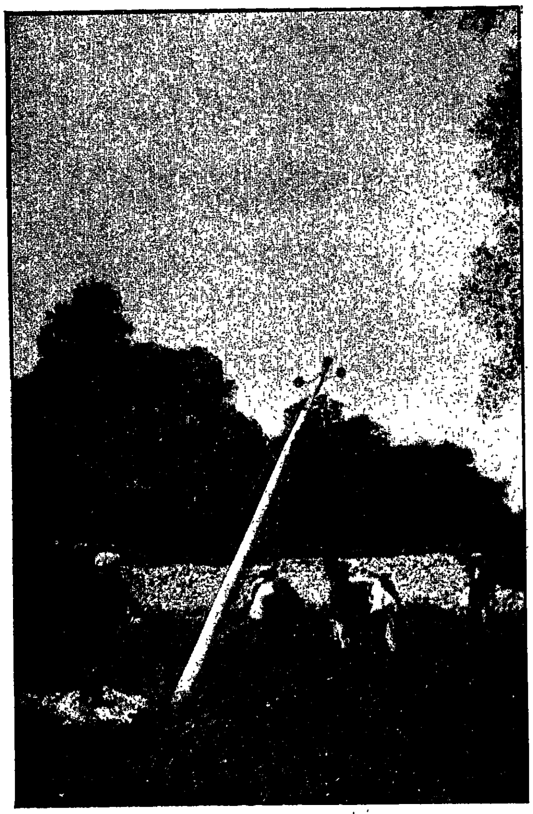


Fig. 7. — Il rizzamento del palo normale da 9.50 m.

tipo di pali Scac, cosidetti *Scaccoli*, i quali vengono precisamente costruiti per essere impiegati in sostituzione dei pali di legno.

Trattasi di paletti leggeri, di facile posa in opera, che vengono impiantati senza fondazione alcuna, costruiti con fori passanti, in

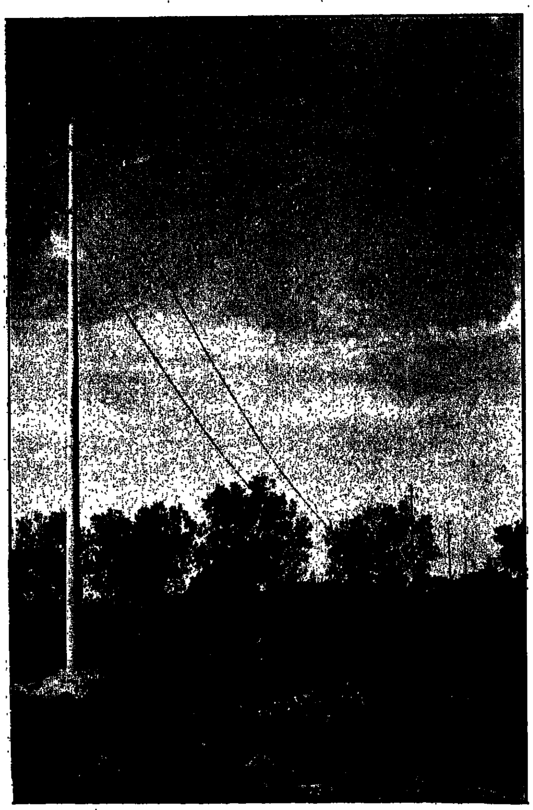


Fig. 8. — La tesatura dei conduttori Aldrey.

modo da rendere possibile l'impiego di ganci simili a quelli che normalmente si usano per i pali di legno.

Tenendo conto del costo ridotto dei ganci rispetto alle mensole, della spesa necessaria per il trasporto dei pali e loro posa in opera, dell'omissione della fondazione in calcestruzzo, risulta evidente che la spesa d'impianto della linea è ridotta al minimo, ottenendo nel contempo una sufficiente stabilità per garantire la necessaria sicurezza d'esercizio dell'elettrodotto.

Aggiungasi inoltre che, mentre tale coefficente di sicurezza non viene diminuito con l'andare del tempo, come avviene impiegando pali di legno, viene eliminata ogni spesa di manutenzione.

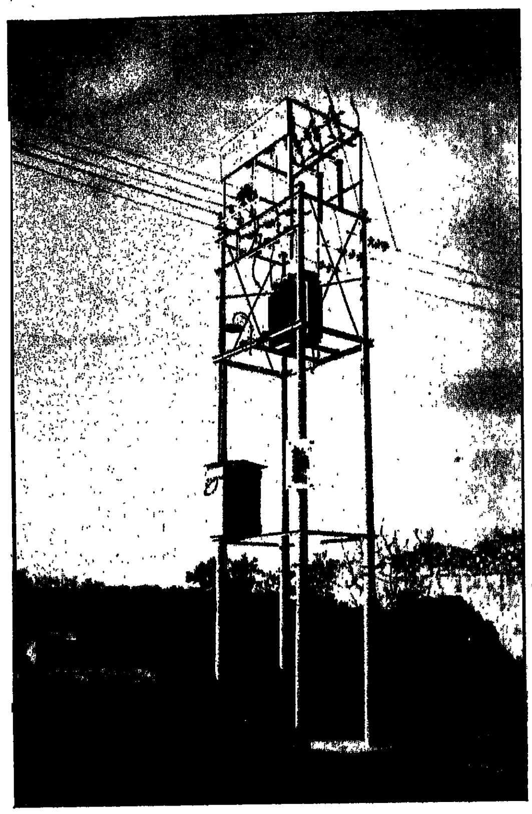


Fig. 9. — Cabina di Scorrano.

Il tipo di palo SCAC adottato per la campata di 50 metri è da ml. 9,50, calcolato per un tiro di 175 kg in cima, le altre caratteristiche risultano dalla fig. 5.

La fig. 7 rappresenta il rizzamento di un palo. Data la leggerezza del palo e la facilità con cui lo si maneggia, la linea si potè costruire con la massima celerità anche in un inverno eccezionalmente piovoso.

Dalle linee a 18.000 volt si derivano quelle a 9.000 volt, che si stanno costruendo ora.

Interessanti sono pure le cabine di trasformazione all'aperto sulla 18.000 volt, le quali sono pure costruite su *Scaccoli* (fig. 9).

Ultimata la costruzione della linea a 9.000 volt tutto il Salento sarà illuminato dall'energia proveniente dalla lontana Calabria (Centrale della Sila).

:: :: NOTE LEGALI :: ::

Del patto di esclusiva nel contratto di fornitura di energia.

La Suprema Corte con sentenza n. 585 del 19 febbraio 1931 cassando un giudicato della Corte d'Appello di Venezia, in conformità al suo precedente insegnamento, ci ha confermato che il patto di esclusiva è lecito anche nei riguardi delle forniture elettriche quando sia limitato nel tempo e nello spazio.

Già in precedenza e precisamente con altra sua sentenza 25 maggio 1929 la Suprema Corte aveva deciso conformemente anche nel silenzio del contratto circa il prezzo. Ci insegnava la Corte a questo riguardo che, se per Legge è inefficace un vincolo obbligatorio col quale alcuno, senza restrizione in ordine al luogo ed al tempo ed all'oggetto preclude a sè stesso l'esercizio di una libera attività sotto forma di un impegno illimitato alla astensione, identico criterio non può applicarsi alla clausola di esclusiva posta ai contratti di somministrazione in genere ed a quello di energia elettrica in particolare.

«Tale clausola infatti rispecchia una fondamentale Legge economica delle grandi imprese la cui organizzazione non potrebbe funzionare senza il sussidio di una simile risorsa contrattuale. Si tende con essa ad assicurare all'azienda la continuità di una clientela, il cui rendimento sia adeguato alle esigenze, onerosissime, delle opere d'impianto e d'esercizio, le quali reclamano la immobilizzazione di considerevoli capitali. Lo sforzo finanziario cui debbono assogget-

«tarsi gli organizzatori delle dette imprese richiede, nei rapporti della «clientela, la saggia preordinazione di garanzie che valgano a promulgare il consumo esclusivo dei loro prodotti; d'onde l'accennata «forma di pattuizione, la quale, nel gioco della libera concorrenza, «ch'è così gran parte della vita economica, adempie ad una funzione «protettiva di legittimi interessi e si risolve, in fondo, in un vantaggio collettivo dei consumatori, poichè, qualora la clientela acquisita «ad una azienda sia così redditizia da assicurare il proficuo svolgi«mento della sua attività, vien meno il bisogno di rialzare il costo «del prodotto».

E' questo dunque un patto più che legittimo nei contratti di fornitura di energia che rientra tra le clausole specifiche più comuni in materia, come quella relativa al consumo minimo, di cui abbiamo già intrattenuto i lettori del giornale in un precedente articolo.

Avv. Leone Pesci.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

F. J. Dommerque. — *Die Fernsprechanlagen in Ihrem Wirtschaftlichen Aufbau.* — Monaco - R. Oldenbourg, 1930. — Un volume di cm. 26 × 35, di 107 pagine con 149 figure. — Prezzo 15 marchi.

Si tratta di un libro veramente notevole e interessante sulla tecnica degli impianti telefonici, che può riuscire di pratica e grande utilità per tutti coloro che debbano occuparsi della costruzione o dell'esercizio di tali impianti. L'A. che ha una lunga pratica professionale nei telefoni degli Stati Uniti d'America, ha raccolto in questo volume, in forma stringata e sintetica, le nozioni fondamentali tecniche ed economiche che devono stare alla base di ogni studio del genere, corredando l'esposizione generale con un gran numero di tabelle numeriche alle quali il tecnico può fare riferimento per trovarvi elementi di immediato ed utilissimo valore per le applicazioni.

Il lato economico della questione è lumeggiato con particolare attenzione dall'A., ed è questa una delle caratteristiche che distinguono maggiormente questo libro dagli altri che trattano lo stesso argomento.

Gli elementi che entrano a costituire un impianto telefonico sono presi partitamente in considerazione in successivi capitoli. Alcuni di essi, come quelli relativi alla telefonia a grande distanza, ai cavi telefonici sottomarini, al costo delle condutture, ecc., sono di particolare interesse.

Il libro è corredato da molte nitide illustrazioni di collegamenti o di apparecchi, e contiene anche tre appendici rispettivamente dedicati alla telefonia ad onde convogliate, all'utilizzazione delle linee telefoniche anche per servizio telegrafico, e alla manutenzione e alla prova dei cavi.

*

H. E. Poole. — *Switchgear Practice.* — Londra - Chapman and Hall, 1931. — Un volume di cm. 14 × 22, di 224 pagine con 100 figure. — Prezzo, rilegato, 15 scellini.

Il libro ha una estensione maggiore di quanto il titolo sembri indicare; esso infatti non si occupa soltanto degli interruttori ma in generale di quanto riguarda una rete di distribuzione di energia, pur dedicando particolare attenzione alla costruzione ed alla installazione degli interruttori.

L'A. si è volutamente attenuto agli apparecchi più comuni, lasciando da parte gli interruttori per altissime tensioni e i tipi moderni ad esplosione o a gas compresso. La esposizione è esclusivamente descrittiva, senza alcun sviluppo di calcolazioni.

Il pregio maggiore del libro è forse costituito dalle figure, molte delle quali sono dedicate ad illustrare dettagli costruttivi di interruttori che sarebbe difficile poter rintracciare altrove nella letteratura sull'argomento.

L'A. si attiene specialmente alla tecnica inglese e il libro riesce anche interessante per le molte notizie che fornisce sui criteri adottati nello studio e nella esecuzione della grande rete statale di distribuzione di energia in Inghilterra.

*

H. Speyerer - G. Sauer. — *Vollständige Zahlentafel und Diagramme für das spezifische Volumen des Wasserdampfes.* — V. D. I. Verlag G. M. B. H. - Berlino, 1930. — Un fascicolo di cm 30×21. Prezzo marchi 2,50.

L'importanza della conoscenza esatta del volume specifico del vapore è ovvia in molti casi di calcolazioni relative alla tecnica degli impianti a vapore. Riesce quindi di grande utilità questa raccolta di tabelle numeriche nelle quali gli AA. riportano i valori dei volumi specifici per il vapor d'acqua, fino alle condizioni che possono ritenersi, allo stato attuale della tecnica, come dei limiti: cioè 270 atmosfere di pressione e 550° di temperatura.

I valori riportati sono dedotti dalle esperienze più attendibili fra le molte eseguite da diversi A. in questi ultimi anni, cosicchè possono ritenersi quanto di più preciso possediamo in merito.

Il volume si completa con alcuni diagrammi che riassumono graficamente i valori numerici delle tavole.

AEI Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

Visita al Planetario. — Il giorno 27 marzo ha avuto luogo una visita dei Soci della nostra Sezione al Planetario, di recente offerto dalla munificenza di Ulrico Hoepli alla città di Milano.

Il conferenziere, Prof. Cesare Lombardi, dopo aver illustrato lo strumento e dopo aver indicato il suo modo di funzionamento, riprodusse collo stesso la visione dei cieli di Milano e dell'equatore.

L'interessante visita fu ripetuta il 17 aprile per un altro numeroso gruppo di Soci.

*

Riunione del 10 *aprile* 1931-IX. — Il Presidente Ing. Norsa, dopo alcune parole di presentazione, invita il Gr. Uff. Ing. **Lorenzo Allievi**, la cui teoria sul colpo d'ariete ha notoriamente raggiunto una fama mondiale, a svolgere la sua comunicazione sul tema: «**Il colpo d'ariete e la regolazione delle turbine**».

Il Conferenziere comunica i risultati di suoi ulteriori studî su di un fenomeno, notevole per paradossale intensità e che disturba la regolazione delle turbine, e cioè sulla variazione della forza viva del getto fluente in dipendenza di colpi d'ariete. Riferendosi alle formule fondamentali della teoria generale del colpo d'ariete (vedi Atti dell'A.E.I. 1912) dimostra con facili deduzioni che, quando il numero caratteristico della condultura (il quale dipende, come è noto, dal rapporto fra le energie cinetica e potenziale della conduttura stessa in regime) sia maggiore di 0,5, il che di regola ha luogo per cadute medie e basse, la forza viva del getto fluente aumenta (anzichè diminuire) per una manovra di chiusura del distributore, e diminuisce (anzichè aumentare) per una manovra di apertura.

Tale fenomeno, sul quale non si era finora fermata l'attenzione dei tecnici (sebbene l'A. lo avesse rilevato in una sua prima memoria), ovviamente turba la regolazione delle turbine ottenuta con parziale chiusura o apertura di un distributore, specialmente nel caso di turbine situate all'estremità di condutture molto lunghe. Il Conferenziere mostra con esempi numerici relativi a casi affatto normali che la forza viva del getto può facilmente diventare più che doppia o tripla del valore di regime, ed illustra tali risultati con interessanti diagrammi.

Accenna quindi ai dispositivi atti ad attenuare od eliminare il perturbante fenomeno, escludendo che il rallentamento della manovra possa, in ispecie per condutture di una certa lunghezza, costituire una soluzione soddisfacente. Rilevata inoltre la insufficienza degli scarichi sincroni, espone come una soluzione idealmente perfetta possa invece essere data dall'aggiunta di una camera d'aria, ed un'altra soluzione meno perfetta sia rappresentata dall'aggiunta di un tubo piezometrico. Espone i metodi di calcolazione per assegnare convenienti dimensioni a ciascuno dei due dispositivi, ed illustra i limiti, entro i quali l'uno o l'altro può trovare utile applicazione.

L'Ing. Allievi è stato vivamente applaudito per la sua brillante e originale esposizione, alla quale assistevano alcuni dei più autorevoli Soci dell'A.E.I. e del Sindacato Fascista Ingegneri, fra i quali i senatori Conti e Fantoli.

*

Visita alla Fiera Campionaria. — La sera di venerdì 24 aprile u. s. i Soci della Sezione di Milano eseguirono la solita visita agli stand degli espositori di macchine ed apparecchi elettrici alla Fiera di Milano. Un folto numero di Soci, tra i quali si notava S. E. Belluzzo, si riunì davanti al Palazzo della Meccanica e, guidato dal Vice Presidente Ing. Gasparoni, ne visitò tutti gli stand riguardanti l'industria elettromeccanica.

Dopo una visita ai padiglioni speciali Breda, Marelli, Pirelli e Zois, i Soci passarono al Padiglione dell'Elettrotecnica ove visitarono gli stand degli altri espositori di materiale elettrico.

Per tutti i Soci fu ragione di grande compiacimento il constatare che l'industria italiana è in tutti i rami delle costruzioni elettromeccaniche ad un livello di parità colle più perfezionate e progredite industrie straniere.

* *

SEZIONE DI CATANIA.

Il giorno 27 aprile alle ore 17,30, ebbe luogo presso la Sezione dell'A.E.I. di Catania l'annunziata conferenza dell'Ing. **Cesare Polizzi** sui «**Concetti Tayloriani per l'organizzazione scientifica del lavoro**».

Era presente un grande numero di soci. La conferenza ebbe luogo nel salone del Consiglio, gentilmente concesso dalla S.G.E.S.

Il Presidente, dichiarata aperta la seduta, presenta l'oratore e lo ringrazia della sua cortesia e del godimento intellettuale che procurerà ai Soci, data la sua particolare competenza sull'argomento.

L'Ing. Polizzi dopo aver sentitamente ringraziato, comincia col chiarire lo scopo della nuova scienza che mira al miglioramento qualitativo e quantitativo dei prodotti industriali, oltre che alla diminuzione del tempo per produrli e del costo unitario, accenna ai compiti di estensione di essa e precisa i concetti del Taylor nei riguardi dell'analisi di tutti i fattori che intervengono in ogni forma di attività produttiva.

Si sofferma sugli studi del Gilbreth per i movimenti dell'uomo e su quelli del Taylor delle macchine, e con una serie di interessanti esempi illustra i risultati che si sono conseguiti dall'applicazione delle conclusioni di questi studi, non soltanto nel campo industriale, ma in quello agricolo, edilizio, militare, dell'economia domestica, ecc.

Accenna ai rapporti che vincolano l'azione degli operai con quella dei tecnici dell'azienda, della direzione tecnica e amministrativa e della direzione generale, che è termine di collegamento fra l'attività interna e quella commerciale per il collocamento dei prodotti dell'azienda.

Nota l'importanza che ha la scelta del luogo in cui deve sorgere uno stabilimento e passa quindi ad intrattenersi della necessità della divisione, della specializzazione dei lavoratori, della necessità della standardizzazione e dell'unificazione, e della creazione dei trust e dei cartelli.

Parla dello scetticismo con cui furono accolti i concetti tayloriani e delle aspre critiche che il grande ingegnere americano dovette subire; della successiva applicazione di tali concetti in molte industrie, non soltanto dell'America, ma dell'Inghilterra e della Germania, e chiude l'argomento facendo rilevare l'assoluta necessità che anche le industrie italiane, grandi e piccole, si orientino secondo le norme dell'organizzazione scientifica, per il migliore sviluppo, intimamente collegato al maggior benessere nazionale.

La conferenza ha termine alle ore 18,30; l'oratore è vivamente applaudito e complimentato non solo per la sua non comune arte oratoria, ma altresì per la semplicità con cui ha saputo porgere il complesso argomento e il grande interesse che è riuscito a suscitare, pur non essendo rimasto nel campo della elettrotecnica.

* *

SEZIONE DI NAPOLI.

Seduta del 10 *febbraio* 1931. — Con la partecipazione delle più cospicue Autorità scientifiche e professionali e con l'intervento di numerosissimi studenti, martedì 10 febbraio si inaugurava presso la R. Scuola di Ingegneria il ciclo di conferenze promosse dalla nostra Sezione per l'anno 1931.

Presentato dal Direttore della R. Scuola di Ingegneria Prof. Campanella con parole altamente lusinghiere per il tecnico e per l'industriale, il nostro Presidente Ing. **Stefano Brun** svolge la prima conferenza trattando della **Distribuzione e della vendita dell'energia elettrica con particolare riferimento ai grandi centri.**

L'oratore esordisce ringraziando la Direzione della R. Scuola di Ingegneria per l'ospitalità accordata ai Soci dell'A.E.I. e per le cortesi parole a lui indirizzate. Rivolge un cordiale saluto agli studenti, ai quali in modo particolare si dirige la parola dei pratici ed espone il programma che la Presidenza della Sezione di Napoli ha preparato e che avrà il suo svolgimento presso la R. Scuola di Ingegneria.

Mette in rilievo come, mentre per quanto riguarda la produzione e il trasporto dell'energia si tende ad una centralizzazione dei servizi, altrettanto non avviene per la distribuzione. Condizioni diverse commerciali ed industriali da zona a zona conferiscono un diverso carattere all'organo che deve distribuire l'energia elettrica e che deve aderire quanto più è possibile alle esigenze della zona servita.

Ha preminenza nella distribuzione il fatto del terzo. L'energia stessa è utilizzata in maniera così diversa e per tempi così disparati che interviene sempre come fattore economico il valore del servizio, che deve compiere l'energia stessa.

Premesse queste considerazioni di carattere generale l'oratore descrive le trasformazioni che nel tempo hanno subito i sistemi di distribuzione partendo dalla produzione termica locale sotto forma di corrente continua. Quando prevalse la produzione idroelettrica dell'energia si affrontò il problema della conversione con macchine rotanti e più modernamente con raddrizzatori a vapore di mercurio. Infine ad evitare le ingenti perdite che in tal modo si verificavano, si arrivò alla distribuzione a corrente alternata per la quale la perdita complessiva può essere contenuta anche per grandi reti entro il 10 %. Sorse così il problema della continuità del servizio.

L'oratore passa in rassegna i provvedimenti più moderni che a questo scopo si sono adottati e cioè doppia trasformazione, cabine satelliti, anelli di riserva o per servizi privilegiati, centrali termiche di integrazione, ecc.

Le disposizioni adottate nelle reti di Roma e di Napoli vengono illustrate a mezzo di grafici. Particolari dettagli vengono forniti sulla posa in terra o in cunicolo, con particolare riferimento ai vantaggi ed agli inconvenienti dell'ultima.

L'oratore passa a descrivere le sottostazioni di smistamento della rete primaria e i mezzi più moderni, come le doppie sbarre, le sbarre prova, la cella di riserva, ecc., atti a dare la maggiore sicurezza al servizio.

Un cenno particolare viene fatto del nuovo impianto pubblico della città di Napoli che comporta trasformatori oscillanti per oltre 3000 kW di potenza attaccati direttamente sulle sbarre a 9 kV.

L'oratore passa quindi a descrivere i tipi più diffusi di cabine secondarie e dà conto dei provvedimenti che bisogna adottare nei tipi sotterranei per assicurare la impermeabilità e la ventilazione. Accenna anche alle apparecchiature blindate diffuse maggiormente all'estero.

Una descrizione piuttosto dettagliata l'oratore fa del sistema americano Network di distribuzione, accennando ad una possibile applicazione alla città di Napoli.

Dopo brevi cenni sulla rete b. t. e dopo l'esposizione di dati statistici relativi alle lunghezze di linee e alla potenza dei trasformatori distributori installati a Napoli, l'oratore si sofferma a parlare del sistema di comandi e di segnalazioni a distanza, attuato a Napoli dalla Società Generale Elettrica Napoletana e che formò oggetto di una comunicazione precedente dell'Ing. Immirzi.

Addentrandosi nella parte economica l'oratore dimostra come la industria elettrica è essenzialmente una industria di immobilizzo e come per una equa rimunerazione del capitale investito e per una esatta quota di rinnovo, si arrivi già a un costo base del kWh elevato. Naturalmente il prezzo di vendita non può essere uniforme ma deve tenere conto del valore del servizio e della utilizzazione dell'impianto. In tal modo vengono esposte le principali forme di tariffa, a libero consumo, a forfait, Hopkinson, a minimo garantito, ecc. Dettagli assai interessanti vengono forniti dall'oratore sui servizi sussidiari di una grande Società di distribuzione come magazzino, segreteria, archivio, contenzioso, ecc. Vari dettagli vengono forniti sul macchinario di ufficio che viene impiegato per la stampatura delle fatture e il calcolo dei consumi, e che spesso costringe all'immobilizzo di un capitale di milioni.

L'oratore conclude inneggiando all'avvenire della città di Napoli, del quale uno dei principali fattori sarà indubbiamente l'industria elettrica.

La conferenza accompagnata e chiarita da grafici e proiezioni ha tenuto desto per oltre un'ora l'interesse e l'attenzione dei presenti.

L'oratore alla fine viene salutato da un entusiastico applauso ed è vivamente festeggiato dagli intervenuti.

*

Con largo concorso di Soci la mattina di *mercoledì* 11 *febbraio* 1931 ebbe luogo la **visita agli impianti di produzione sonora del cinema Augusteo**, per gentile concessione della Spettabile Società Anonima Stefano Pittaluga.

I Soci con la guida di S. E. Giordani potettero ammirare i modernissimi apparecchi forniti dalla Western Elettric Company.

Il binario fonico impresso sul film, la sua proiezione mediante una lampada a filamento metallico sulla cellula fotoelettrica, l'amplificazione delle correnti modulate e la riproduzione acustica furono chiarite ai presenti con ogni dettaglio. Furono anche date notizie sul sistema Vitaphone a disco e sui particolari accorgimenti che venivano usati per la sincronizzazione. Da ultimo venne anche visitato il palcoscenico ove furono messe in particolare rilievo le installazioni degli altoparlanti e il tessuto speciale della tela.

La Società Anonima Pittaluga rappresentata dal suo gerente Signor Comm. Chioppa volle offrire agli intervenuti un vermouth, e il Presidente Sig. Ing. Brun con felice improvvisazione espresse a nome dei Consoci i più vivi ringraziamenti.

* *

SEZIONE DI ROMA.

Nella seduta di venerdì 27 marzo u. s. alle ore 21,15 l'Ing. **E. M. Piazza** tenne, presso la Sede della Sezione, la conferenza già annunciata, sui seguenti temi: «**Moderni equipaggiamenti di comando per la trazione tramviaria e filoviaria**». - «**La filovia come mezzo di trasporto di masse**».

Numerosissimi gli intervenuti tra cui vi era lo stesso Presidente Generale Gr. Uff. Prof. Bordoni.

Il Presidente nel presentare il Conferenziere lo ringraziò vivamente e prima di dargli la parola fece presente ai Colleghi che fin dal 1913 una vettura della Società delle Tramvie e Ferrovie Elettriche di Roma fu equipaggiata con un apparecchio di avviamento automatico.

In quel tempo alcune delle vetture di detta Società erano equipaggiate con il sistema multiplo, che oltre a richiedere un'accurata manutenzione, dava luogo qualche volta al grave inconveniente di non poter togliere in nessun modo corrente ai motori (salvo naturalmente che con l'abbassamento del trolley), quando alcuni dei contatti elettromagnetici rimanevano fra loro attaccati. Il collegamento in multiplo richiedeva poi un cavetto di 12 fili.

Fu studiato allora dall'Ing. Spagnuolo uno schema di equipaggiamento che aveva le seguenti caratteristiche:

1) Il controller aveva tre posizioni. Passando dallo zero alla posizione 2, i motori erano in serie e le resistenze venivano gradatamente escluse. Se durante l'avviamento si voleva arrestare in un qualunque punto la progressiva esclusione delle resistenze bastava ritornare sulla prima posizione. Mettendosi direttamente sulla 3ª si aveva l'avviamento progressivo della vettura con l'esclusione totale delle resistenze e con il sistema detto del ponte dalla serie al parallelo.

2) Nel controller di comando oltre ai contatti per il comando vi erano due contatti e due segmenti attraverso ai quali passava la corrente principale non solo della motrice di testa, ma anche di quella eventuale di coda. Tali contatti si chiudevano però un istante prima di dar corrente all'apparecchio di avviamento e si aprivano dopo che l'apparecchio di avviamento aveva già tolto corrente ai motori. Essi restavano quindi sempre in ottime condizioni, cosicchè nel caso in cui l'apparecchio o gli apparecchi di avviamento per una qualunque ra-

gione non si fossero trovati in condizioni di interrompere la corrente ai motori, si aveva sempre il mezzo sicuro di togliere corrente a tutto il treno senza manovre supplementari.

3) L'avviamento automatico era controllato non dalla corrente principale, ma congiuntamente dalle correnti dei singoli motori o singole coppie di motori.

4) Se l'apparecchio di avviamento restava su una posizione intermedia, non era più possibile dar corrente ai motori.

5) La vettura od il treno potevano essere frenati elettricamente.

6) In un treno di più motrici, con e senza rimorchi intermedii, solo la motrice anteriore teneva il trolley alzato.

7) Si poteva naturalmente escludere l'uno o l'altro dei motori.

8) Oltre al fusibile principale, ogni motore ne aveva uno proprio proporzionato esattamente alla sua potenza.

9) Per il collegamento in multiplo bastava per il comando un cavetto a 5 fili.

Il detto apparecchio d'avviamento era esclusivamente elettrico e non necessitava dell'aria compressa, di guisa che in caso di avaria al compressore si poteva sempre marciare con le necessarie precauzioni.

Alla serie ed al parallelo dei motori provvedevano tre contattori mentre l'esclusione delle resistenze era ottenuta da un cilindro restante nell'olio.

Una vettura così equipaggiata restò in circolazione per circa un anno.

Furono notati due inconvenienti: la formazione di parti carboniose nell'olio e l'insufficienza del motorino d'avviamento. Si volevano eliminare tali difetti con un albero a cames e contatti in aria e con un motorino più potente. Il sopraggiungere della guerra distolse l'Ing. Spagnuolo da tale studio.

Il Presidente dette quindi la parola al Conferenziere.

La conferenza fu illustrata da numerose proiezioni e da due films molto interessanti: la prima di esse riguardante impianti filoviari americani e la seconda la filovia di Cavoretto (Torino).

Alla fine del suo dire il Conferenziere, seguito dall'uditorio con vivo interesse, fu lungamente applaudito e complimentato.

*

La domenica successiva, 29 marzo, per gentile concessione della Spett. Azienda Tramvie ed Autobus del Governatorato di Roma fu effettuata una visita ad una elettrovettura a carrelli equipaggiata dalla Spett. Compagnia di Elettricità col nuovo comando indiretto per l'avviamento automatico rapido, illustrato dal conferenziere, Ing. Piazza.

I soci che parteciparono alla visita, si recarono al Deposito Tramviario « Vittoria » a mezzo di autobus che la stessa A.T.A.G. mise con squisita gentilezza a disposizione.

La visita dell'elettrovettura fu particolarmente interessante e riuscì efficacissima per le ripetute e brillanti prove di avviamento e marcia che furono eseguite.

Il Presidente, a nome di tutti gli intervenuti ringraziò vivamente i dirigenti ed i funzionari dell'A.T.A.G. per aver dato la possibilità ai soci di effettuare una visita così interessante.

* *

SEZIONE DI TORINO

Alla *Seduta del 30 aprile* 1931, il Vice Presidente Ing. Dalla Verde, in assenza del Presidente indisposto, apre la seduta alle ore 21,30 dando la parola all'Ing. **Ettore Thovez** per la sua comunicazione sul tema: « **L'atomo e la crisi della fisica** ».

L'Ing. Ettore Thovez fa vivi auguri per la pronta guarigione dell'Ing. Peri, elogiando la conferenza da lui tenuta nella precedente seduta, nella quale l'Ing. Peri aveva esposto con grande diligenza ed acutezza lo stato delle teorie moderne sulla costituzione degli atomi, ed esprimendo il suo rincrescimento di non poter esporre anche al Peri le ragioni per le quali ritiene che si debbano introdurre nuovi concetti sull'argomento. L'Ing. Thovez ricorda lo stato dell'attuale disagio nel quale si trovano gli studiosi della fisica moderna. Egli ritiene che le difficoltà siano dovute ad alcune ipotesi non completamente soddisfacenti che si possono abbandonare con profitto. Espone i concetti adottati dal Planck per ricavare il rapporto tra il potere emissivo, la lunghezza d'onda e la temperatura e rammenta come il Planck sia ricorso al concetto di probabilità per determinare la ripartizione dell'energia fra gli oscillatori. Fa rilevare come il Planck abbia intanto scoperto la costante che porta il suo nome, scoperta di importanza grandissima. Afferma però che convenga abbandonare l'ipotesi di oscillatori pendolari adottando invece quella di corpuscoli planetari. Esamina la teoria del Bohr sull'atomo e riconosce il merito grandissimo del Bohr nell'avere proposto un modello di atomo. Questo modello presta ancora il fianco a gravi obbiezioni, che possono però risolversi adottando le conclusioni esposte nel suo libro « *La meccanica dell'Universo* » e che qui rapidamente si riassumono:

Il moto dell'elettrone nell'etere crea un campo di inerzia ossia una circuitazione di energia.

I campi d'inerzia di due elettroni viaggianti si compongono in un campo di gravità.

Oltre l'inerzia rettilinea, definita da Leonardo e da Galileo, si può creare una inerzia circolare, facendo muovere una massa in un fluido creando il vortice che tende a conservarsi, come fu dimostrato dall'Helmoltz.

L'elettrone fermo non ha carica elettrica, ma in moto assume una carica negativa pari alla sua quantità di moto ed un potenziale pari alla sua forza viva.

L'atomo di idrogeno è composto di un vortice contenente almeno 80 elettroni orbitanti in un piano attorno ad un asse, ossia tanti elettroni quante sono le sue righe spettrali.

Gli elettroni sono attratti al nucleo e fra di loro dalle forze agenti tra le correnti elettriche da essi generate.

L'atomo crea un campo magnetico il cui asse coincide coll'asse di rotazione.

Qualora un atomo di idrogeno, cadendo in un ambiente che lo comprime, venga a trovarsi nelle condizioni richieste, si può saldare con altri atomi di idrogeno producendo successivamente tutti gli elementi della scala fino all'uranio.

L'Ing. Thovez espone come le azioni reciproche tra gli elettroni planetari producano uno stato di equilibrio, che comporta una determinata spaziatura tra i vari pianeti: applicando al sistema planetario dell'idrogeno la legge che governa i pianeti del sistema solare, trova una formula più semplice e, secondo l'oratore, più corrispondente alla realtà di quella del Bohr.

Chiudendo la sua dotta e brillante comunicazione, vivamente applaudita dal numeroso e scelto uditorio, l'oratore rivolge un caldo invito ai giovani studiosi perchè vogliano dare la loro opera per ricondurre la Fisica verso quell'indirizzo concreto ed organico che fu tracciato in Italia dal lavoro prezioso dei grandi Maestri: Leonardo, Galilei e Righi.

La seduta si chiude alle ore 23,30.

* *

SEZIONE DI TRIESTE.

La visita alla nuova Cabina di trasformazione di Opicina.

Per cortese invito della Società Elettrica della Venezia Giulia, i soci della Sezione di Trieste hanno visitato la mattina del 4 corr. la nuova Cabina di Trasformazione di Opicina inauguratasi solennemente il 21 aprile, rientrando questa nuova importante opera nel quadro delle celebrazioni fasciste nella ricorrenza del Natale di Roma.

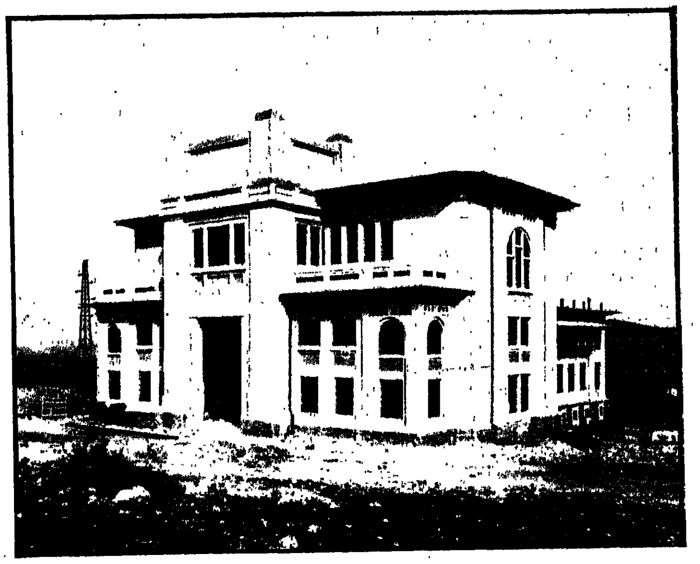


Fig. 1. — La cabina di Opicina.

A ricevere i Soci dell'A.E.I., si trovavano il Consigliere della S.E.L.V.E.G. Comm. Ing. Conte Vittore Vittorelli, il Direttore Tecnico Cav. Ing. Giovanni Salerni, progettista della centrale e l'Ing. Lohr.

Dopo le presentazioni d'uso e dopo uno scambio di cortesie fra i Dirigenti della Società e il Presidente della Sezione di Trieste, Cav. Ing. Bonazzi, venne assunto un gruppo fotografico.

Guidati dall'Ing. Salerni e dall'Ing. Lorh, gli ospiti hanno quindi visitato minuziosamente l'interno della centrale ricevitrice, ammirandone i grandi, moderni e costosi impianti.

Dopo la visita, la Direzione ha offerto un ricco rinfresco, durante il quale ha preso brevemente la parola l'Ing. Bonazzi per ringraziare anzitutto i rappresentanti della Società Elettrica della Venezia Giulia del gentile invito e del signorile trattamento. Rilevata l'importanza della nuova centrale, che rappresenta uno sforzo coraggioso in difficili momenti di contrazione industriale, il Presidente dell'A. E. I. di Trieste ha dato pure degno rilievo allo spirito altamente patriottico che anima la S.E.L.V.E.G. la quale, seguendo le direttive del Governo centrale e non badando a gravi sacrifici d'indole economica, ha saputo largamente meritarsi le più alte benemerenze del Paese.

Dopo aver ringraziato ancora una volta i rappresentanti della Società per aver voluto dare all'odierna visita il carattere di una vera e propria inaugurazione industriale, l'oratore ha conchiuso il breve discorso, elogiando il magnifico impianto che farà onore a Trieste per

la perfezione tecnica e per il concetto cui si ispira; quello cioè di diffondere sempre meglio in queste estreme regioni ai confini d'Italia l'energia elettrica, apportatrice di progresso e di civiltà.

All'Ing. Bonazzi rispose festeggiatissimo il Consigliere Delegato Conte Ing. Vittorelli.

Alle 11,30 i soci di Trieste fecero ritorno in città con un treno speciale, mentre quelli della provincia ripartirono in autocorriera.

*

La centrale ricevitrice di Opicina venne costruita in due tempi. Il primo corpo, costruito nel 1921-22 funziona come cabina di smistamento per le linee a 50.000 e 27.000 volt. Il secondo, costruito negli anni 1929-30 costituisce la centrale ricevitrice della energia proveniente dalle centrali del Veneto; in essa avviene la trasformazione della corrente da 150.000 volt a 50.000 volt.

I due corpi di fabbrica, costituiti da un'ossatura in cemento armato con riempimento di mattoni in cotto, sono contigui fra loro, e formano ora un unico assieme.

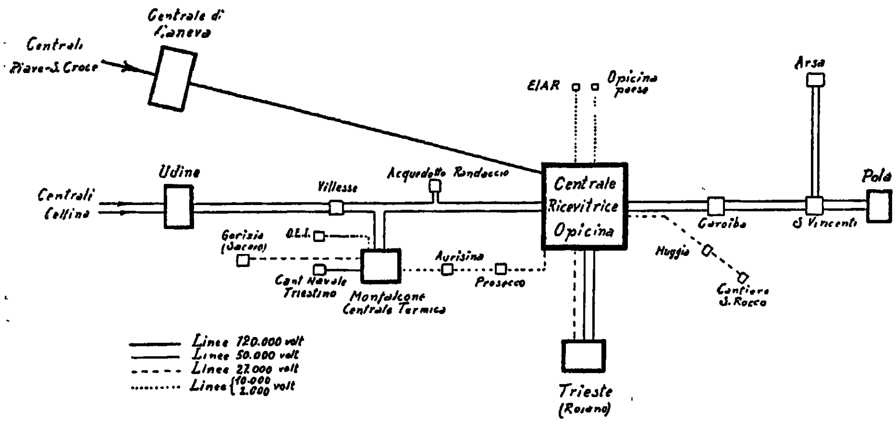


Fig. 2. — Rete servita dalla cabina di Opicina.

La fig. 2 dà un'idea schematica della rete servita dalla centrale di Opicina.

Nella seguente tabella sono riportate le caratteristiche delle linee principali.

	LINEA	Tensione in volt	Lunghezza km	Numero conduttori	Sezione conduttori mm²
In arrivo	Caneva-Opicina	120.000	114	3	80
	Cias-Udine-Opicina .	50.000	110	6	65
	Monfalcone-Opicina .	27.000	25	3	50
In partenza	Opicina-Roiano	50.000	2.4	6	65
	Opicina-Pola	50.000	100	6	50-35
	Opicina-Roiano	27.000	2,4	3	50
	Opicina-S. Rocco...	27.000	21	3	50-35

Sono predisposte inoltre le uscite per altre quattro linee a 50.000 volt e per una a 27.000 volt. Dalla centrale partono inoltre due linee a 2000 volt per l'abitato di Opicina, e una pure a 2000 volt per la Radiostazione dell'E.I.A.R. a Trieste. Complessivamente può essere attualmente convogliata nella centrale di Opicina, una potenza di circa 70.000 kW.



Fig. 3. — I soci della Sezione di Trieste in visita alla cabina di Opicina.

Lo specchietto seguente dà un'idea dello sviluppo del consumo dell'energia elettrica nella regione.

Anno	kWh erogati
1920	2.300.000
1925	40.000.000
1930	89.800.000

I principali utenti serviti dalla Società Elettrica della Venezia Giulia sono: l'Azienda Elettrica Municipale di Trieste; le Officine Elettriche dell'Isonzo; la Società Elettrica Istriana; i Cantieri Navali di Trieste, di Monfalcone e tutte le industrie della città di Trieste al di sopra dei 50 kVA; la città di Muggia.

Nella centrale ricevitrice, entrata in esercizio il 5 gennaio 1931 sono installati due trasformatori da 22.000 kVA cadauno, i quali trasformano l'energia proveniente dalla centrale di Caneva da 120.000 volt a 50.000 volt. E' però previsto il loro funzionamento anche per elevare la tensione da 50.000 volt a 150.000 volt, quando sarà costruito l'impianto idroelettrico dell'Alto Timavo. In tal caso l'energia di supero ai bisogni della regione verrebbe trasmessa agli impianti del Piave arrivando colà ad una tensione che permetta il parallelo con le linee in partenza da quegli impianti e diramantisi nella regione veneta.

Quantunque i trasformatori, gli interruttori ed in genere tutta l'apparecchiatura a 150.000 volt sieno del tipo per funzionamento all'aperto, pur tuttavia si è stimato prudente per la sicurezza dell'esercizio installare tutto al coperto, date le specialissime condizioni dell'altopiano carsico dove nel 1928 la bora ha raggiunto la velocità oraria di 160 km con una temperatura di 22° sotto zero.

I due trasformatori trifasi principali, della Compagnia Generale di Elettricità, hanno le seguenti caratteristiche: potenza a pieno carico continuo 22.000 kVA, rapporto di trasformazione a pieno carico

$$\cos \varphi\ 0{,}8 : \frac{158.600 - 140.300 - 124.200}{55.400 - 52.100 - 49.000};$$

collegamento: stella-stella; frequenza 42

Raffreddamento ad aria soffiata sui radiatori. Ventilatore centrifugo. I trasformatori possono funzionare a raffreddamento naturale erogando una potenza non superiore a 9000 kVA.

Peso del cassone e accessori trasformatore	kg.	35.000
» » nucleo	»	50.000
» dell'olio	»	40.000
	kg.	125.000

I due interruttori tripolari in olio per 150.000 volt, 40 ampere, capacità di rottura 1.500.000 kVA, sono del tipo a comando di chiusura a mano o elettrica a distanza, e apertura a mezzo di bobine di sgancio.

Errata - corrige

Nella seconda e terza puntata dell'articolo dell'Ing. Santuari: «Alcune considerazioni sui sincroni e sugli asincroni» pubblicate nei numeri 13 e 14 del 5 e 15 maggio u. s. sono incorsi alcuni errori che rettifichiamo.

A pag. 294, prima colonna, alla riga 10 contando dall'alto, dove è scritto «sollecitato», va letto «sottoeccitato».

A pag. 295, seconda colonna, fig. 36, il reostato di campo r_e della eccitatrice principale E va allacciato direttamente al collettore della eccitatrice ausiliaria *e*, dal quale è alimentato e non attraverso il reostato di campo ρ_e della eccitatrice *e*.

A pag. 316, seconda colonna, nel titolo del capitolo *b*), dove si legge «eccitazione», va letto «diseccitazione».

A pag. 317, seconda colonna in fondo, nel titolo del capitolo *c*), dove si legge «rotorica» va letto «motorica».

.. .. ATTIVITÀ DELLE SEZIONI .. ..

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).

5 Giugno - ore 21,15. — LORI Prof. Ing. Gr. Uff. Ferdinando: «L'opera di J. Clerk Maxwell nel quadro della filosofia naturale».

12 Giugno - ore 21,15. — Discussione sull'argomento: «Alcune considerazioni sui sincroni e sugli asincroni» che ha già formato oggetto di una comunicazione dell'Ing. Emilio Santuari.

20 e 21 Giugno. — Visita alla centrale di S. Francesco a Mese e agli impianti idroelettrici del Liro della Società Elettrica interregionale Cisalpina.

SEZIONE DI TORINO (Via XX Settembre, 36).

2 Giugno. — GAMBAROTTA Ing. Dott. Virgilio: «Ozonizzatori: principii costruttivi e campo di applicazione».

11 Giugno a Novara (nel salone del Consiglio Provinciale dell'Economia). — PERI Ing. Guido: «Dalla elettricità alla materia alla vita».

14 Giugno. — Visita agli impianti della Ferrovia elettrica Intra-Premeno.

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.*

(I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 15 Giugno 1931 - ANNO IX N. 17

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Novità nel Giornale: Bibliografia - Documentazione.

I numerosi colleghi che con affettuoso interesse seguono la vita della Rivista sanno bene come la Redazione si sia sempre molto preoccupata di studiare tutte quelle riforme e quelle innovazioni che possano giovare a rendere il Giornale sempre più completo, più interessante, e di più utile consultazione.

Il lavorìo continuo ed accurato che tale indirizzo ha richiesto è spesso affiorato attraverso le Note di Redazione dove a più riprese, durante gli anni passati, abbiamo affacciato i problemi e le difficoltà che si presentavano, e abbiamo indicato le mire verso le quali gli sforzi della Redazione, e la sempre gradita collaborazione dei lettori, dovevano indirizzarsi, affinchè il giornale meglio rispondesse ai desideri dei soci e alle nuove esigenze che la crescente diffusione della letteratura tecnica andava creando per gli studiosi.

In una Nota di Redazione ormai antica (25 marzo 1924, pag. 189) dopo aver rilevate le crescenti difficoltà di una buona documentazione tecnica, esponevamo quali avrebbero potuto essere le strade da seguire per raggiungere lo scopo. La soluzione ideale, da noi sempre caldeggiata — quella cioè di pubblicare periodicamente brevi e succose rassegne, affidate a specialisti di indiscussa competenza i quali facessero, una volta tanto e nell'interesse di tutti i lettori, lo spoglio sistematico di tutto quanto è stato pubblicato su un determinato argomento — ci appariva fin d'allora irta di gravi difficoltà pratiche, tanto che nessuna Rivista è riuscita finora a realizzarla in modo completo ed esauriente. Tutti si sono invece orientati verso l'altra via cercando di dare brevi notizie di quanto si pubblica e lasciando al lettore il compito di scegliere e discriminare.

Anche noi abbiamo adottato questo sistema e i lettori conoscono le modificazioni apportate a tale scopo, gradatamente, alle rubriche dei Sunti e Sommari e della Cronaca che hanno preso nel nostro giornale un crescente sviluppo.

Ma proprio a questo punto insorge un'altra difficoltà.

Coll'accrescersi continuo del numero delle pubblicazioni, la ordinata classificazione dei documenti o dei loro richiami bibliografici diviene una vera necessità, per facilitare quelle ricerche che oggi non possono più affidarsi alla sola memoria. Il lettore che ha perso talvolta ore ed ore alla ricerca di un dato studio; l'ingegnere che dovendo affrontare un problema desidera conoscere rapidamente quanto è stato pubblicato, in Italia e fuori, sullo stesso argomento, avranno sovente invocato od apprezzato una ordinata bibliografia.

Ciascuno di noi può costituirsi una raccolta di richiami bibliografici per quegli argomenti che specialmente interessano; ma ciò esige una notevole dose di pazienza ed un lavoro non indifferente. Può la Rivista assumersi questo noioso lavoro, presentando al lettore gli elementi bibliografici già pronti? Può essa accontentare gli svariati desideri bibliografici dei lettori?

La Redazione de *L'Elettrotecnica* si è posta a tempo queste domande, ed ha studiato a fondo la questione, spiacente che, come tante altre belle cose, anche questa trovi i suoi limiti pratici nelle possibilità materiali del Giornale. Proposte svariatissime sono giunte anche dai nostri più affezionati lettori, proposte che non sono state sempre suscettibili di applicazione appunto per quelle necessità inderogabili di stampa o di bilancio alle quali or ora accennavamo.

Dopo molte discussioni sull'argomento, dopo aver rinunciato ai progetti più completi e perfetti, si stanno ora concretando soluzioni modeste, ma che restano nei limiti oggi possibili. Ritorneremo prossimamente su queste « novità » che avranno per ora carattere provvisorio, (e delle quali, è del resto, fatto cenno nel Verbale dell'ultimo Consiglio Generale) in attesa che, colla gradita collaborazione dei colleghi tutti, esse possano assumere la loro forma perfetta e definitiva.

La seconda parte dell'Annuario dell'A. E. I.

Come è stato a suo tempo annunciato, l'Annuario uscirà quest'anno diviso in due parti, una delle quali è già stata inviata ai soci al principio dell'anno. E' ormai pronta la seconda la quale sarà messa in distribuzione quanto prima. Essa comprende, oltre all'aggiornamento dell'Annuario, anche le Norme della A. E. I. Parecchie di queste sono però attualmente soggette ad un attivo lavoro di revisione che porterà fra breve tempo ad una nuova redazione del loro testo. In queste condizioni si è creduto inutile ingrossare il volume inserendovi anche queste norme le quali sono sul punto di essere sostituite e delle quali, del resto, i soci sono già in possesso perchè ripetutamente pubblicate negli Annuari precedenti.

L'automatismo negli impianti elettrici.

Uno degli aspetti indubbiamente più salienti e caratteristici delle applicazioni dell'elettricità consiste nelle specialissime doti di regolabilità, di comando e, per così dire, di flessibilità alle più diverse esigenze che questa preziosa forma di energia presenta, in confronto a tutte le altre che noi possiamo utilizzare.

Fra queste applicazioni una, che assume pei profani quasi un aspetto misterioso, ma che anche i tecnici considerano con un certo compiacimento, è quella dei comandi automatici. Dai primi tentativi di circa venti anni fa, l'automatismo negli impianti elettrici ha assunto uno sviluppo rapido e grandioso, tanto che, come è ben noto, sono oggi abbastanza diffuse centrali e cabine che funzionano perfettamente nell'assenza assoluta di qualunque personale di manovra. Anzi non è esagerato il dire che gli impianti automatici, se opportunamente studiati e sorvegliati, assicurano un grado di regolarità e di sicurezza di servizio superiore a quello degli impianti manuali in quanto eliminano le possibilità di false manovre conseguenti a disattenzioni, od errori, non mai completamente evitabili là dove opera l'uomo.

Di alcuni impianti importanti di questo genere, costruiti in Italia e all'estero, parla l'Ing. FIORENTINI nell'articolo che pubblichiamo in questo numero.

Abbaco per la correzione delle misure trifasi.

Ogni qual volta occorre di ripetere frequentemente un calcolo che richieda un certo numero di operazioni non tutte eseguibili col regolo, viene spontanea l'idea di fabbricarsi un abbaco che agevoli il lavoro. E così gli abbachi si moltiplicano ogni giorno, nelle forme e sotto gli aspetti più disparati, tanto che sulla loro tecnica si sono già scritti dei libri. Purtroppo il più delle volte gli abbachi rimangono d'uso esclusivo di chi se li è inventati per proprio conto: perchè i più rifuggono dalla fatica necessaria per impossessarsi del meccanismo di un nuovo procedimento, specie se un po' complicato. Non ci pare questo il caso dell'abbaco illustrato oggi dall'Ing. CUZZER, destinato ad agevolare il calcolo delle correzioni di un apparecchio o complesso di misura trifase, alimentato di riduttori di tensione e di corrente, nel caso più complicato che il carico sia squilibrato e le due coppie di riduttori siano diverse.

LA REDAZIONE.

IL COMANDO AUTOMATICO DELLE MACCHINE ELETTRICHE

F. FIORENTINI

Comunicazione alla Sezione di Roma - 6 febbraio 1931

Origini del comando automatico e causa del suo diffondersi. - Il comando automatico delle centrali elettriche. - Il comando automatico delle sottostazioni. - Vari esempi di impianti tendenti a dimostrare le possibilità d'impiego e i vantaggi del comando automatico.

Dalla gara per la meccanizzazione dei processi industriali non poteva tenersi estranea l'industria elettrica che fra le consorelle si vanta di essere una delle più scientificamente e modernamente organizzata. Dirò anzi che la nostra industria ha saputo forse far più e meglio delle altre in quanto non già ha sostituito la macchina all'uomo là dove questi eseguisce, bensì là dove questi comanda.

Ed infatti a chi per la prima volta osserva il funzionamento di una officina elettrica automatica, può sembrar quasi magìa il vedere apparecchi sensibilissimi impartire comandi di partenza e d'arresto al macchinario, controllarne il funzionamento, proteggerlo dai guasti e, se questi avvengono, mettere in funzione le riserve, tantochè bene apponesi il nome di «uomo elettrico» che gli americani, con una delle loro pittoresche espressioni, hanno dato al comando automatico.

La ragione prima del sorgere dell'automatismo fu certamente economica. Lo prova il fatto che la prima sottostazione fu costruita nel 1912 a Detroit per la Edison Co. e cioè in quel Nord America dove fin d'allora il problema degli alti salari era assai sentito. E' sempre negli Stati Uniti che nel 1917 viene affrontata la prima centrale idraulica automatica. Segue la Svizzera, paese che in Europa era, nel subito dopo guerra, per la sua valuta oro, uno fra quelli dove le paghe erano più elevate. Qui è del 1918 la prima sottostazione posta a Riehen presso Baal alla quale seguono le centrali idroelettriche.

Certo che la ragione economica ha grande importanza per l'adozione dell'automatismo. Si prenda ad esempio una ferrovia secondaria a basso traffico di 40-50 km di lunghezza, quali ve ne son molte specialmente nel nostro paese. Con l'adozione della corrente continua ad alto potenziale basta per alimentarla una sola sottostazione. Per un consumo medio di 20.000-30.000 kWh al km si ha un consumo totale annuo di circa 1 milione di kWh.

Se la sottostazione è a comando manuale si può prevedere che la spesa annua di personale per un capotecnico, un aiutante e per i sostituti nei giorni di riposo festivo, ammonti a circa L. 30.000.

Sono cioè 3 cent. al kWh ossia il 10/15% del prezzo d'acquisto dell'energia ciò che ha grande importanza per un'industria a reddito limitatissimo come è generalmente quella ferroviaria.

In compenso il costo per il comando automatico di una sottostazione non è elevato e può essere ammortizzato in cinque o sei anni con l'economia della mano d'opera.

Tuttavia la ragione economica, pure assai importante non basterebbe da sola a spiegare il rapido diffondersi dell'automatismo se altra non ne esistesse almeno altrettanto importante. E' quest'ultima una ragione di indole tecnica e precisamente la maggiore precisione e prontezza del comando automatico nei confronti di quello manuale.

Ed infatti nessun elettricista per quanto abile, riescirà mai a controllare tutti gli organi di un'officina e quindi ad avviarla nel tempo richiesto dal comando automatico ne potrà mai con altrettanta precisione ripetere le manovre. In più nel tempo in cui un uomo percepisce la segnalazione di un guasto l'automatismo ha già provveduto ad eliminarlo o ad arrestare il macchinario avariato e, se occorre, a sostituire la riserva.

E' per questo che vediamo l'automatismo impiegato su vasta scala in quei servizi per i quali la regolarità è attributo essenziale e specialmente nella trazione dove ogni arresto porta grave turbamento alla marcia dei treni.

Il dimostrare i vantaggi ed il vasto campo di applicazione del comando automatico con l'illustrazione di numerosi esempi sarà lo scopo del mio dire.

Premetto fin d'ora che non solo a fine di brevità, qual'è richiesta dalla vastità dell'argomento, ma anche perchè non rispondente alle asserzioni più sopra fatte, tralascerò di parlare del comando a distanza.

Questo infatti non offre se non un vantaggio economico con il permettere di abolire il personale di un'officina facendone comandare il macchinario da quello di un'altra.

Rimangono però tutti gli svantaggi del comando manuale per quel che riguarda il tempo occorrente per la percezione del guasto e l'intervento umano.

In più anche il vantaggio economico è relativo, poichè, se il posto di controllo e comando non è assai vicino il costo delle linee a bassa tensione di trasmissione degli ordini aggiunto a quello degli speciali apparecchi è tale da raggiungere se non superare quello di una installazione automatica.

Comando automatico delle centrali idroelettriche.

Per render automatico il comando di una centrale idroelettrica si devono aggiungere tre gruppi di apparecchi:

1) apparecchi per l'avviamento e l'arresto;

2) apparecchi di comando, controllo e protezione del macchinario elettrico in funzione;

3) apparecchi di comando e controllo per le linee di trasporto di energia.

Gli apparecchi per l'avviamento e l'arresto possono essere:

1) a distanza a bassa tensione con linee apposite;

2) a distanza utilizzando le linee di trasporto d'energia;

3) a tempo;

4) a galleggiante.

I comandi possono essere poi applicati sia ai macchinari sincroni che a quelli asincroni.

Le Case americane e le Case europee hanno poi seguito vie diverse per giungere allo stesso scopo, ed io mi limiterò ad accennare ad un esempio per ogni tipo di centrale per necessaria brevità.

Centrale sincrona americana con comando a distanza a bassa tensione.

Nella fig. 1 è rappresentato lo schema di una centrale sincrona con comando automatico di sistema americano.

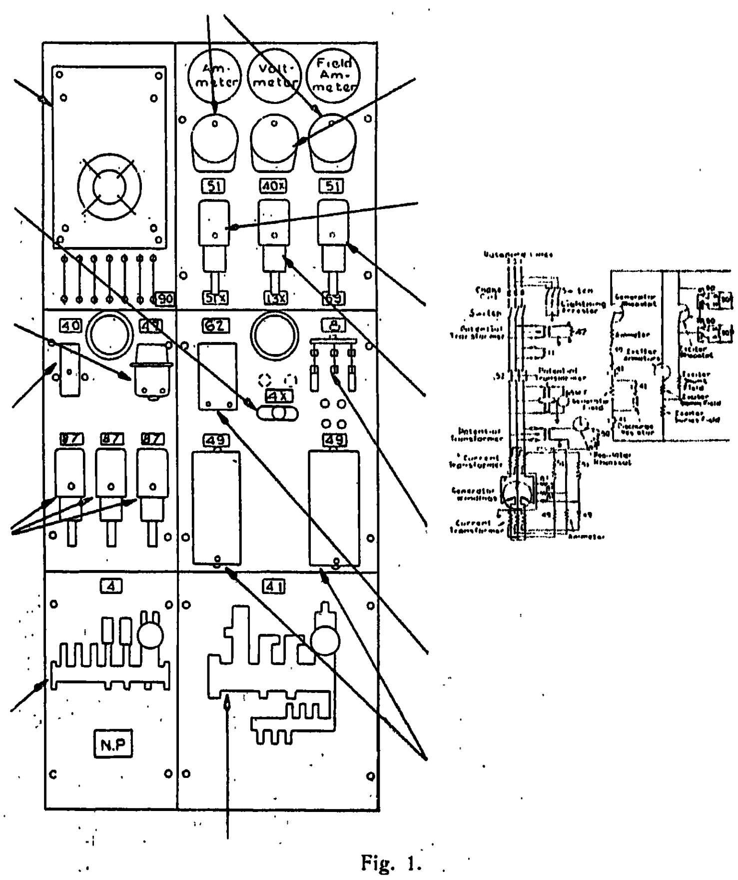


Fig. 1.

Alla sinistra è rappresentato il quadro che contiene si può dire tutte le apparecchiature automatiche; a destra lo schema delle connessioni elettriche.

L'interruttore di linea è normalmente chiuso. Il comando proveniente dal posto di controllo fa chiudere l'interruttore *I*. Quando tutti gli apparecchi di controllo indicano che la centrale è in condizione normale di funzionamento, vien messo sotto tensione il contattore principale («mastercontactor») n. 4 il quale aziona il solenoide che comanda l'apertura della valvola della turbina. Il gruppo si avvia e non appena ha raggiunto il 95% della velocità di sincronismo il relais ausiliario 13 *X* provoca la chiusura dell'interruttore automatico di linea 52.

Dopo che l'alternatore è collegato alla linea, il contattore 41 eccita progressivamente il campo e viene così erogata corrente in linea.

La tensione dell'alternatore al variare del carico, è regolata dal relais voltmetrico 41.

Se l'interruttore di linea si apre, dopo un tempo determinato la centrale viene arrestata.

La centrale è protetta contro i sovraccarichi interni ed esterni, i corti circuiti di macchina, le sovratensioni, la mancanza d'olio di lubrificazione, l'interruzione del campo di eccitazione.

In genere le interruzioni dovute a cause esterne che provocano l'apertura dell'interruttore automatico di linea, arrestano la centrale dopo un certo tempo in modo che, se l'interruttore si richiude perchè il guasto è cessato, la centrale riprende il normale funzionamento.

I guasti interni provocano invece il blocco e la centrale non può essere riavviata senza preventiva ispezione.

Alla centrale descritta si possono applicare anche i comandi a galleggiante o a tempo.

All'arresto il contattore n. 4 provoca le manovre inverse.

Centrale sincrona europea.

La fig. 2 rappresenta una centrale sincrona con comando automatico di una Ditta europea e con avviamento a distanza a mezzo delle linee di trasporto d'energia.

E' questo, fra i comandi di avviamento a distanza, il più conveniente anche perchè può essere praticato a rilevante distanza.

L'avviamento è comandato dalla messa sotto tensione della linea che collega la centrale automatica con la centrale base, mediante chiusura in quest'ultima dell'interruttore di linea. Il relais inserzione 14 eccita l'elettromagnete 15 che apre la valvola della turbina. Essendo il distributore sempre aperto il gruppo si avvia e aumenta di velocità.

Sull'albero del gruppo è montato oltre la dinamo di eccitazione 2 una dinamo tachimetrica 3. Non appena la velocità ha raggiunto il 3 % in più della velocità di sincronismo la dinamo tachimetrica mette in azione il sincronizzatore 10 che a mezzo del motorino 9 chiude il distributore della turbina.

Questa rallenta i suoi giri fino a raggiungere una velocità del 3 % inferiore a quella di sincronismo. Si verifica allora la manovra inversa e si ha così una oscillazione pendolare della velocità del gruppo fra il più ed il meno 3 % di quella di sincronismo. L'apparecchio di parallelo automatico *II* chiude allora l'interruttore di linea 4 a mezzo del comando 5. Entra allora in funzione il regolatore 25 che varia la tensione del gruppo agendo sul circuito di campo della dinamo eccitatrice.

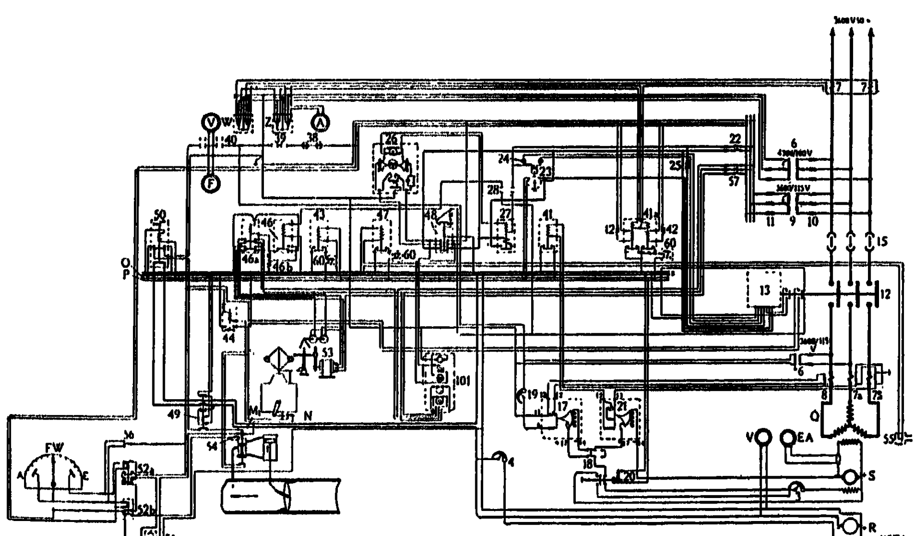


Fig. 3.

In caso di guasti esterni alla centrale l'interruttore viene aperto, ma la centrale rimane in funzione, e l'apparecchio sincronizzatore provoca ad intervalli prestabiliti la reinserzione del gruppo sulla rete. Solo persistendo il guasto la centrale viene arrestata dal relais d'arresto senza blocco.

In caso di guasti interni viene invece messa sotto tensione la sbarra 38 che provoca il blocco della centrale che non può essere riavviata senza ispezione.

L'arresto vien fatto togliendo tensione alla linea. La centrale funziona allora a vuoto finchè un relais a minima corrente ad azione ritardata 15 non provoca il funzionamento del realis di arresto senza blocco 16 che fa chiudere la valvola della turbina.

Gli arresti fatti dal relais 16 permettono alla centrale di essere riavviata a distanza.

Questo tipo di centrale può essere connesso a linee sempre sotto tensione applicandovi altri tipi di comando d'avviamento. E' il caso

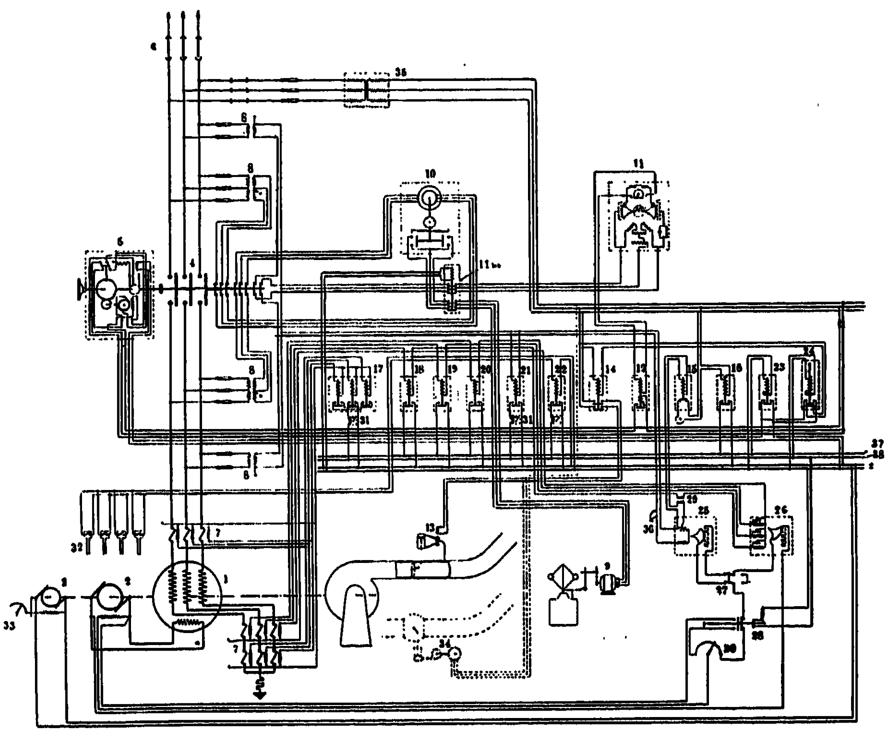


Fig. 2.

della fig. 3 che riproduce la centrale di Hofen, presso San Gallo, dove l'avviamento è ottenuto a mezzo di un interruttore a galleggiante t. w. In questo caso vi è anche un interruttore orario 5′ che impedisce il funzionamento dell'interruttore a galleggiante durante le ore notturne. Questo è un caso particolare, ma potrebbe esservi anche un solo dei due interruttori.

Centrale sincrona con avviamento in asincrono.

Un sistema di avviamento assai conveniente quando si disponga di una linea capace di sovraccarichi è quello fatto con avviamento del gruppo dal lato alternatore funzionante come motore asincrono e con comando dalla centrale base mediante messa sotto tensione della linea di trasporto.

La fig. 4 rappresenta la centrale Valle, della manifattura di Courgnè, con un gruppo da 880 kVA, 3000/21.500 V con funzionamento automatico di questo tipo.

Alla messa sotto tensione della linea il commutatore 3 è chiuso sulle prese a bassa tensione del trasformatore 4. Il gruppo si avvia in asincrono con valvola della turbina chiusa fino a raggiungere una velocità prossima a quella di sincronismo.

La dinamo tachimetrica 2′ montata sull'albero dell'alternatore, a mezzo di un relais, chiude il circuito di eccitazione dell'alternatore, mentre un altro relais ad effetto ritardato sposta il commutatore sulla piena tensione. L'alternatore funziona così come un motore sincrono. Un contatto sull'albero del commutatore comanda allora l'apertura della valvola della turbina.

L'arresto si provoca togliendo tensione in linea. Il gruppo scappa e un interruttore centrifugo fa aprire il commutatore e chiudere la valvola della turbina. La dinamo tachimetrica diseccita, per la diminuita velocità, l'alternatore e tutto vien rimesso in modo che la centrale è pronta per un nuovo avviamento.

Centrale asincrona.

Il tipo di centrale che per la sua semplicità è il più adatto per essere automatizzato è quello asincrono.

La fig. 5 rappresenta questo tipo di centrale.

Mettendo sotto tensione la linea, un trasformatore *T* dei servizi

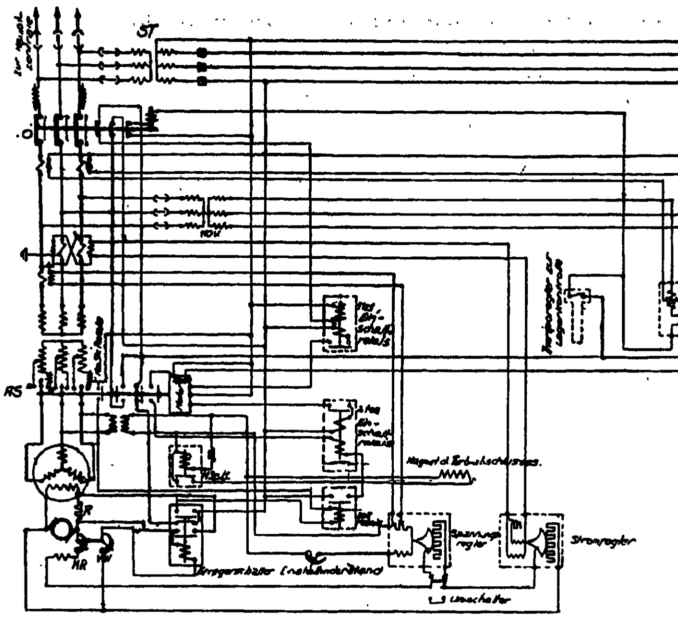


Fig. 4.

ausiliari eccita l'elettromagnete di apertura delle valvole della turbina. Quando il gruppo ha raggiunto una velocità prossima al sincronismo la dinamo tachimetrica a mezzo di un relais di tensione chiude l'interruttore automatico collegando l'alternatore alla rete.

L'arresto è determinato togliendo tensione in linea.

Un relais di tensione ad azione ritardata fa aprire l'interruttore e chiudere la valvola della turbina.

In genere il comando automatico alle centrali si applica bene quando vi sia un sol gruppo. Con più gruppi la messa in parallelo rende gli impianti troppo costosi.

Tuttavia il comando automatico permette vantaggiosamente lo sfruttamento di piccole potenze che non sarebbe invece conveniente quando si dovesse provvedere alla mano d'opera di sorveglianza.

E questo è di grande importanza per un paese come il nostro, dove l'acqua è un tesoro che bisogna sfruttare al massimo grado.

Comando automatico delle sottostazioni.

Per le sottostazioni i comandi di avviamento usati sono:

il comando a distanza a bassa tensione;
il comando a sovraccarico;
il comando a distanza lato linee primarie di alimentazione;
il comando a tempo.

In genere l'automatismo può essere usato efficacemente per tutti i tipi di macchinario rotante e statico. Si hanno così sottostazioni automatiche per commutatrici e per gruppi motore-generatore come per trasformatori e raddrizzatori a vapore di mercurio.

Sottostazioni con commutatrici.

La fig. 6 rappresenta schematicamente una sottostazione per commutatrici di una Ditta americana.

Le linee trifasi d'ingresso segnate con 1, 2, 3 fanno capo ad un interruttore di linea e ad un interruttore automatico di macchina 7 per finire ad un trasformatore trifase-esafase. Sul secondario di questo sono derivate per ciascuna fase le prese a piena tensione ed a tensione ridotta.

Il comando di avviamento è dato da un relais voltometrico inserito sulle linee a corrente continua.

Quando si verifica un abbassamento di tensione su queste linee e questo abbassamento perdura per un certo tempo la sottostazione viene avviata.

Perchè l'avviamento non venga fatto per perturbazioni momentanee è disposto a controllo del relais voltometrico un relais ad azione ritardata che impedisce la trasmissione dell'ordine se l'abbassamento di tensione in linea non dura per un tempo predeterminato.

Se al momento in cui l'ordine di avviamento viene trasmesso tutti gli apparecchi di protezione assicurano che la sottostazione è in grado di funzionare, si chiude il circuito del contattore del « Master controll » n. 4.

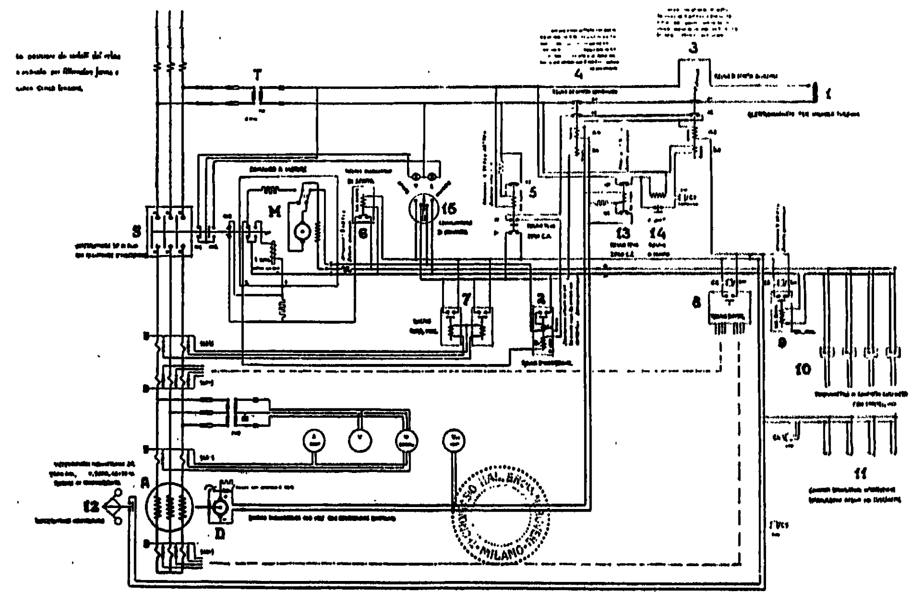


Fig. 5.

Questo, ruotando con i suoi contatti comanda innanzitutto la chiusura dell'interruttore automatico 7, e subito viene messo in azione il contattore n. 34 il quale impiega 30 secondi circa per un'intera rotazione.

Vengono chiusi per primi i contatti n. 10 che collegano la commutatrice alla presa a bassa tensione del trasformatore e contemporaneamente viene avviato il moto generatore che serve ad eccitare il campo della commutatrice.

Raggiunta la velocità di sincronismo, l'eccitatrice vien chiusa mediante i contatti 31 sul campo della commutatrice la quale funziona così ad eccitazione separata.

Dopo un certo tempo si aprono i contatti 31 e si chiudono quelli 14 e la commutatrice funziona come autoeccitata. Si aprono allora i contatti n. 10 e si chiudono contemporaneamente quelli n. 16 e da questo momento la commutatrice funzione sotto la piena tensione.

La commutatrice viene allora connessa alla linea a corrente continua attraverso le resistenze 21, 20 e 19. Successivamente dette resistenze vengono cortocircuitate e la macchina può erogare in pieno,

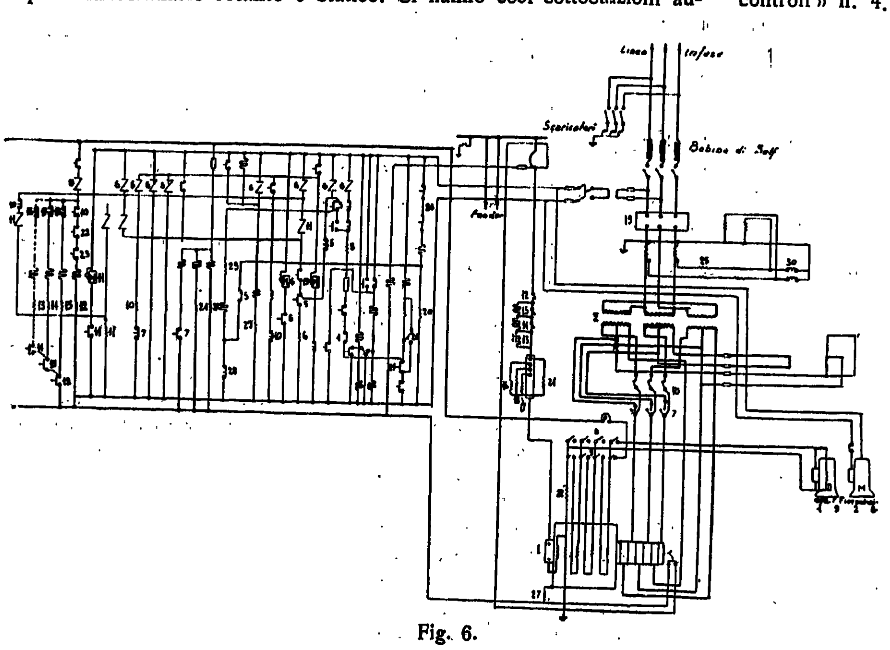


Fig. 6.

L'arresto avviene in funzione del carico. Quando, per un determinato tempo, questo scende al disotto di un valore minimo, si apre l'interruttore di linea e il contattore 16 con manovra inversa arresta il macchinario.

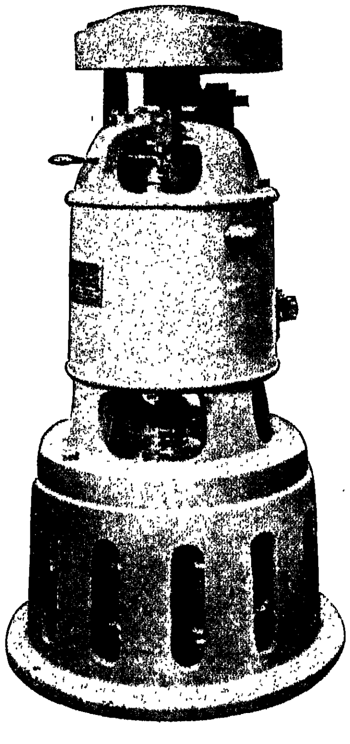


Fig. 7.

Le protezioni previste assicurano l'arresto del macchinario per qualunque guasto interno ed esterno, con blocco nel primo caso.

Va fatto rimarcare l'uso delle resistenze 19,20,21 come limitatrici d'intensità. Queste vengono progressivamente inserite in modo da assicurare che l'erogazione di corrente non superi un limite prefissato. A lor volta son protette da un relais che assicura l'arresto del macchinario nel caso in cui la temperatura delle resistenze raggiunga valori troppo elevati.

Sottostazioni per gruppi motore-dinamo.

Con schema tutt'affatto analogo sono state installate numerose sottostazioni per gruppi motore-dinamo.

Mi limito quindi ad accennare ad un apparecchio utilizzato per la regolazione della tensione lato corrente continua in alcune di queste.

Tale apparecchio vien detto torque-motor (figura 7) ed è costituito da un motore a corrente continua con induttore bipolare.

Il circuito di campo è percorso da tutta la corrente di linea. L'indotto tenderebbe quindi a ruotare, ma è trattenuto da una molla a spirale che trasforma la rotazione in torsione, la quale risulta proporzionale alla corrente di campo e quindi di linea.

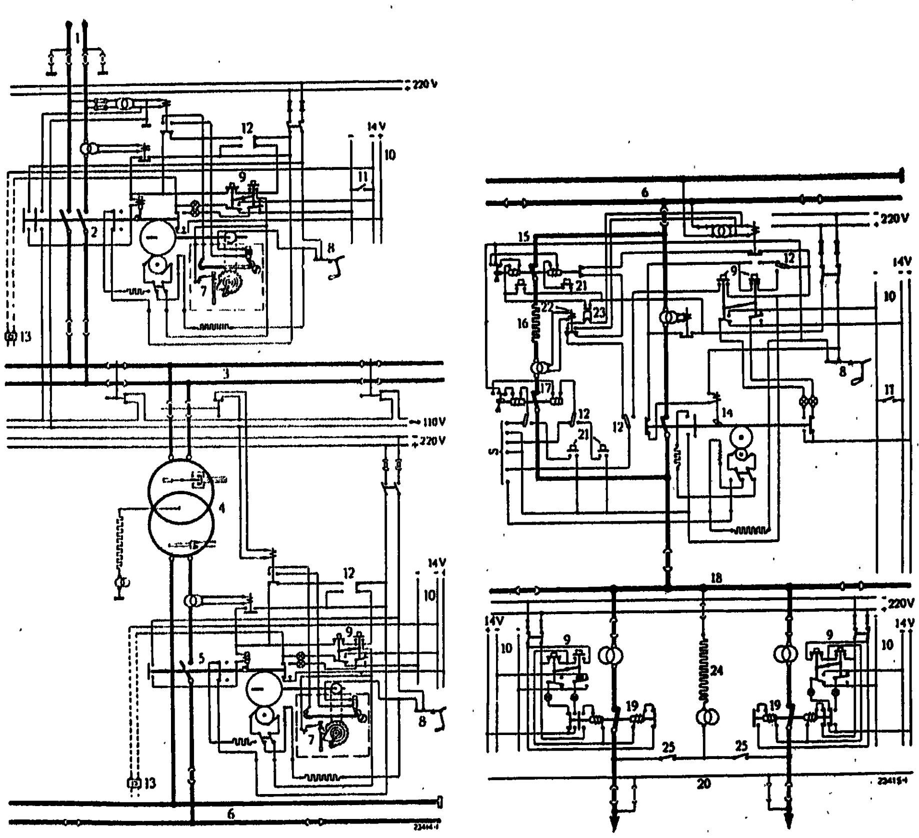


Fig. 8.

I contatti fissati in fondo all'albero inseriscono e disinseriscono così delle resistenze nel campo della dinamo principale regolandone la tensione in funzione del carico.

Sottostazioni per trasformatori.

Un esempio caratteristico è dato dalla sottostazione di Friburgo delle Ferrovie Federali Svizzere (fig. 8).

Questa consta di tre trasformatori monofasi 66/15 kV 16.2/3 periodi della potenza di 3000 kVA cad. Uno dei trasformatori è di riserva (4). L'avviamento è fatto a distanza, dalla sottostazione di Chiètres, mediante la messa sotto tensione delle linee a 66 kV (1). Un trasformatore di tensione eccita allora un relais voltmetrico e in tal

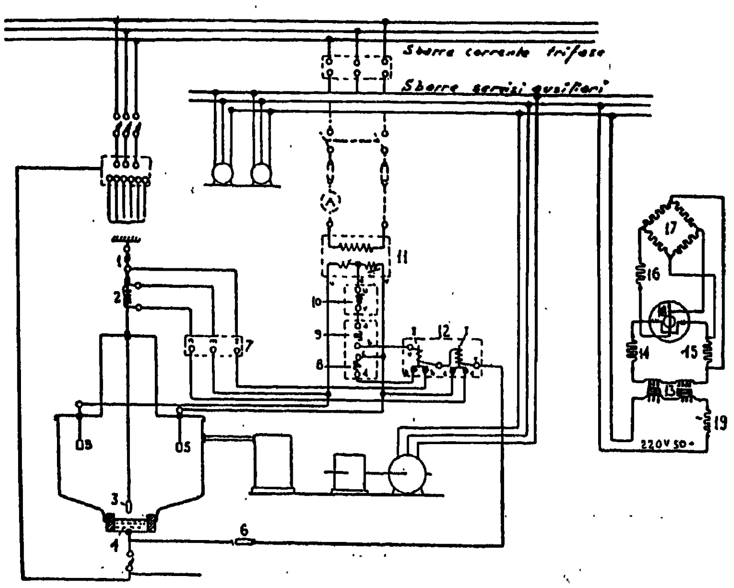


Fig. 9.

modo viene sbloccato il dispositivo di chiusura degli interruttori (2). Questi vengono chiusi. Manovra inversa avviene quando si levi tensione sulla linea a 66 kV. Vengono allora eccitati dei relais a tensione nulla che provocano la chiusura degli interruttori a 15 kV (5) sulle sbarre omnibus (6). Tale chiusura avviene dopo 3 secondi durante i quali le sbarre vengono provate in modo che gli interruttori vengano chiusi solo in caso che queste non offrano perturbazioni.

In caso di guasto su queste sbarre gli interruttori si aprono e vengono richiusi per due volte dopo un tempo predeterminato. Alla terza apertura restano bloccati. Una volta che le sbarre omnibus (6) sono regolarmente sotto tensione, vengono eccitati dei relais a tensione nulla che con analogo procedimento chiudono gli interruttori 14 sulle sbarre 18 di distribuzione.

Va notato però che questi interruttori permettono il controllo separato di ciascun pannello di alimentazione. Così se all'apparire e allo sparire della tensione il loro funzionamento è comandato come per gli altri interruttori dai relais a tensione nulla, quando invece si provocano perturbazioni dal lato 15 kV entra in funzione il sistema di prova delle linee Schild il quale fa scattare l'interruttore e prova isolatamente i vari feeder della linea di contatto. Allo sparire della perturbazione l'interruttore è nuovamente chiuso.

Quando la perturbazione perdura viene aperto l'interruttore di linea 19 sul feeder guasto. Tale interruttore rimane bloccato e ne vien data segnalazione sul quadro.

La sottostazione può essere comandata anche a distanza con linee a bassa tensione dall'apposito quadro installato nel fabbricato contiguo, mentre tutte le restanti apparecchiature sono all'aperto.

Sottostazioni con raddrizzatori a vapore di mercurio.

E' questo il tipo di sottostazione che presenta per noi il maggior interesse per il rapido diffondersi del raddrizzatore a vapore di mercurio a cilindro metallico specialmente nelle nostre reti di trazione ove ormai la corrente continua è l'unica utilizzata per le ferrovie e tranvie.

Il raddrizzatore è anche, fra i macchinari di conversione, quello al quale più facilmente può essere applicato il comando automatico. Una sottostazione a comando manuale (fig. 9) così come viene oggi installata è già in grado di funzionare pressochè senza controllo, una volta avviata. Questo è dovuto all'adozione del comando di avviamento e di eccitazione a corrente continua e al controllo automatico del vuoto.

Per il comando di avviamento ed eccitazione è predisposto un apposito trasformatore monofase 11: Mettendo questo sotto tensione viene

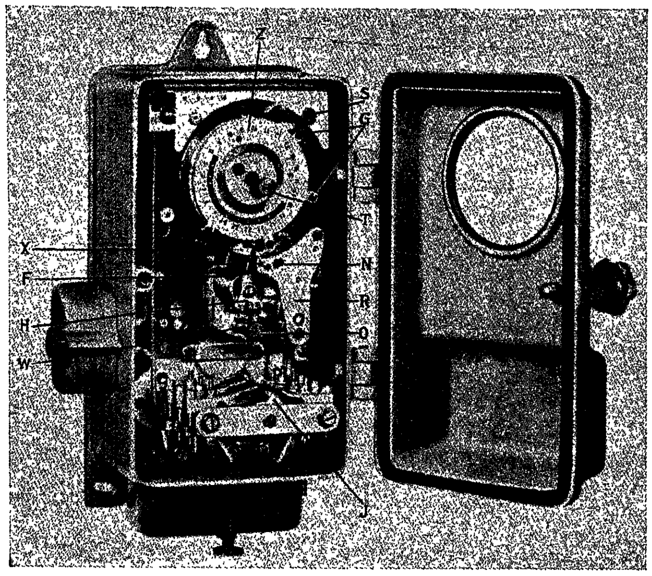


Fig. 10.

adescato il circuito di accensione che consta di un anodo mobile 3 ed è chiuso sul catodo di mercurio 4.

Nel circuito sono inseriti due relais che comandano due interruttori 12 — i quali sono normalmente chiusi. Adescando il circuito passa corrente nella bobina 2 e l'anodo mobile è risucchiato in basso fino a toccare il catodo. Passa così corrente nei due relais 12 dei quali uno è ad azione rapida e apre immediatamente il proprio interruttore isolando la bobina 2. Una molla antagonista 1 richiama allora il catodo mobile 3 e scocca così una scintilla.

Se la polarità è buona si innesca l'arco fra il catodo e gli anodi di eccitazione 5 ed allora anche l'altro relais 12 ad azione ritardata si apre isolando il relais rapido. In caso contrario l'arco non s'accende: il relais rapido si richiude e si rinnova la manovra di accensione finchè l'arco è adescato.

Come è noto gli anodi di eccitazione servono per mantenere adescato l'arco anche quando il carico cade a zero, ciò che avviene specialmente nel servizio di trazione.

Il comando automatico delle pompe a vuoto è costituito da un galvanometro 17 costituente ponte di Weston con due lati in recipiente dove è mantenuto il vuoto del cilindro e due nell'aria. Coll'aumentare del vuoto i due lati del ponte che vi sono immersi aumentano di temperatura e quindi di resistenza in confronto a quelli nell'aria che disperdono calore anche per convezione. Varia quindi la differenza di potenziale ai vertici del ponte e così può essere azionata la lancetta di un vacuometro indicatore. Questa urta contro tre contatti: il primo per i casi di vuoto buono, mantiene in funzione solo la pompa a diffusione di mercurio detta a vuoto elevato; il secondo contatto per vuoto mediocre mette

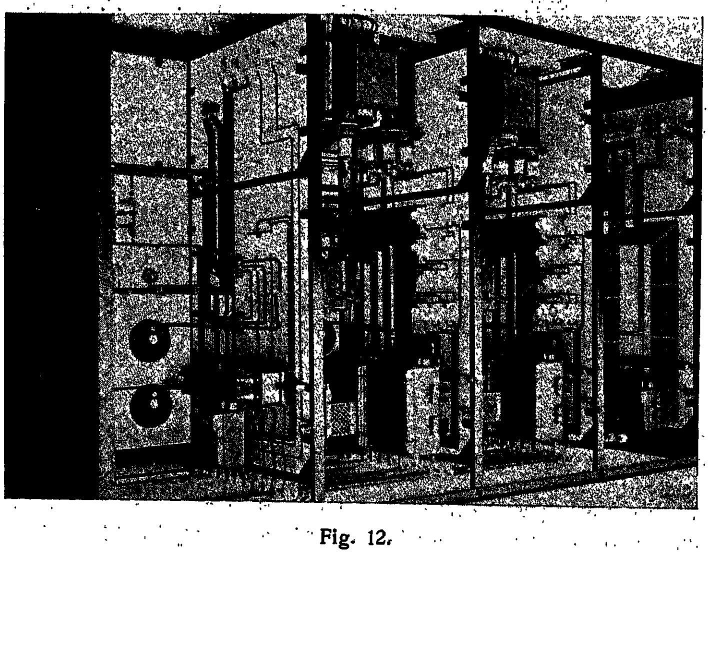


Fig. 12.

in azione anche la pompa rotativa ad olio, detta a vuoto preliminare, ed il terzo contatto per vuoto cattivo blocca il gruppo e dà l'allarme.

Come vedesi il passare al comando interamente automatico richiede, per questa sottostazione, più che altro il comando di avviamento e quello per gli interruttori di linea.

Il comando di avviamento più usato, e specialmente scelto in tutte le sottostazioni italiane, è quello a tempo.

Questo comando si ottiene a mezzo di un orologio a contatti (fig. 10).

L'interruttore si compone di un orologio con dispositivo di ricarica automatica, d'un dispositivo di comando con contatti ausiliari e d'un relais *R*.

Il dispositivo di comando è composto da un indotto bipolare alimentato dalla corrente alternata dei servizi ausiliari. L'indotto ruota nel campo di un magnete permanente ed è fissato ad una molla a spirale che ne impedisce la rotazione trasformandola in tensione. L'indotto oscilla così sincronicamente con la frequenza della corrente e trasmette il movimento a mezzo di ruota dentata sull'albero porta contatto che trasmette gli ordini ai vari apparecchi di comando automatico della sottostazione.

Gli indici spostabili sul quadrante dell'orologio permettono di provocare uno o più avviamenti ed arresto alle ore volute durante la giornata, come pure di avviare una volta un gruppo ed una volta la riserva in modo da ripartire l'usura.

Questo tipo di comando è stato impiegato in tutte le sottostazioni automatiche italiane. Una di queste è rappresentata schematicamente nella fig. 11. Trattasi della sottostazione di Servigliano, la prima costruita in Italia, che alimenta la ferrovia Porto S. Giorgio - Amandola.

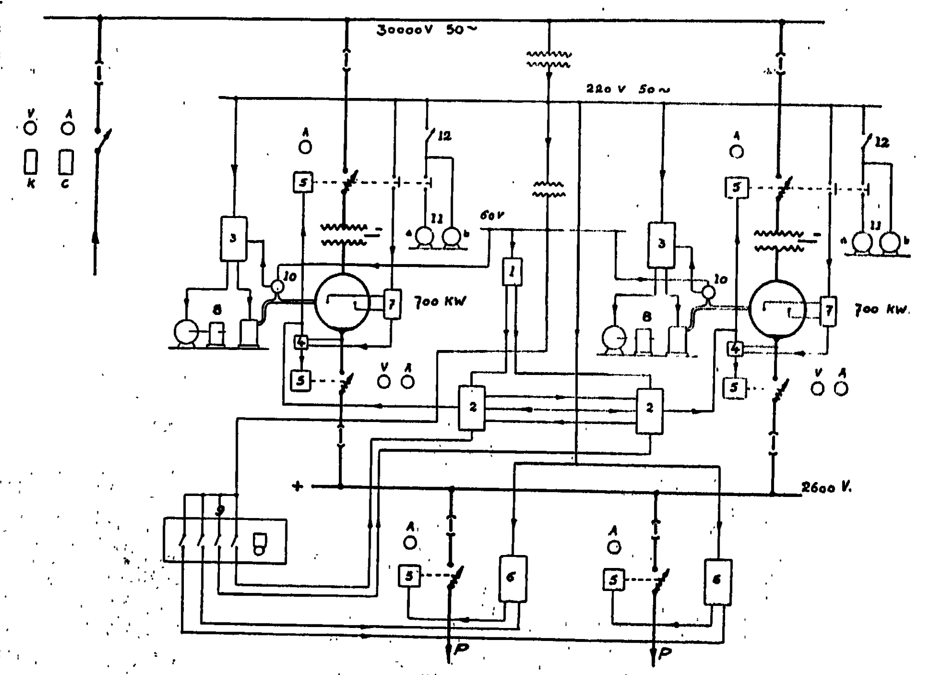


Fig. 11.

La conversione di corrente dal 30 kV, 50 periodi trifase, al 2,6 kV continua è ottenuta mediante due gruppi raddrizzatori a vapore di mercurio con cilindro metallico, della potenza di 700 kW continuativi cadauno, di cui uno di riserva.

Ogni gruppo comprende:

un interruttore trifase di macchina con comando a motore 5;

un trasformatore trifase-esafase sul neutro del quale è collegato il negativo della corrente continua;

un cilindro metallico a vapore di mercurio con sei anodi principali, un anodo di accensione e due di eccitazione;

un interruttore di macchina a corrente continua comandato dall'apparecchio 5;

un gruppo di pompe a vuoto 8;

un gruppo motopompa-ventilatore 11 per l'acqua di raffreddamento.

Sulle linee a 30 kV è inserito un interruttore automatico con comando a mano tarato in modo che la sua azione sia riservata solo ai casi di eccezionale corto circuito.

Sui feeder in uscita a corrente continua sono inseriti due interruttori ultrarapidi con comando a motore 5. Con *I* è indicato l'orologio a contatto il quale avvia un giorno un gruppo ed un giorno l'altro, cosa indispensabile questa per i raddrizzatori onde mantenere un buon vuoto.

Non appena trasmesso il comando di avviamento l'apparecchio 2

fa chiudere l'interruttore principale trifase che a mezzo di contatti ausiliari avvia anche il gruppo motopompa-ventilatore dell'acqua di raffreddamento, mentre l'apparecchio 3 che controlla le pompe a vuoto avvia entrambe queste pompe o solo quella a vuoto assoluto secondo le indicazioni del vacuometro 10 precedentemente descritto. Non appena raggiunto il voluto grado di vuoto l'apparecchio 7 che non è altro se non l'apparecchio automatico di accensione ed eccita-

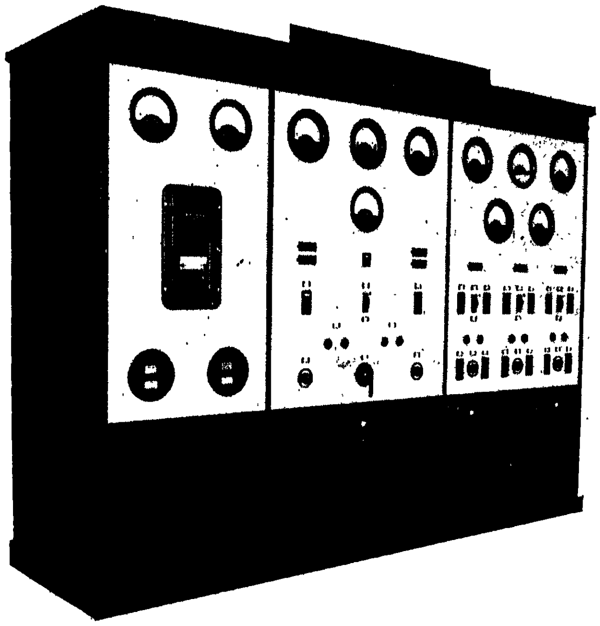


Fig. 13.

zione già descritto, adesca l'arco. Si chiude allora l'interruttore di macchina a corrente continua e la sottostazione eroga corrente direttamente in linea giacchè gli interruttori sul feeder sono normalmente chiusi.

In caso di apertura degli interruttori di macchina questi vengono richiusi per due volte ad intervalli prestabiliti e solo al terzo scatto restano bloccati dando segnalazioni ottica e acustica.

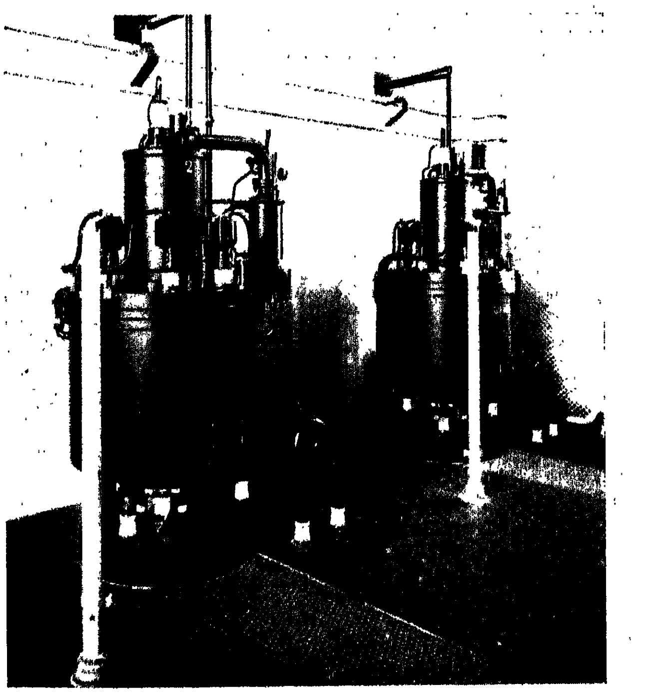


Fig. 14.

Così pure avviene per gli interruttori dei feeder a corrente continua per il servizio dei quali son predisposti gli appositi apparecchi 6.

Le segnalazioni sono riportate oltrechè al quadro ad un apposito quadretto posto in un ufficio della contigua stazione, in modo che il personale di stazione può avvertire quello d'officina dei guasti.

Dallo stesso quadretto è possibile, con prevalenza sul comando automatico, avviare o arrestare un gruppo, sostituire l'uno all'altro, staccare ed attaccare i vari feeder a corrente continua.

E' possibile anche di fare il parallelo dei due gruppi, e per questo la sottostazione è provvista di un sistema di protezioni selettive che permettono, in caso di guasto, di isolare automaticamente il solo gruppo avariato, senza arrestare l'altro.

In tal modo, utilizzando personale adibito ad altri servizi, è possibile di comandare a volontà la sottostazione e di controllarla perchè

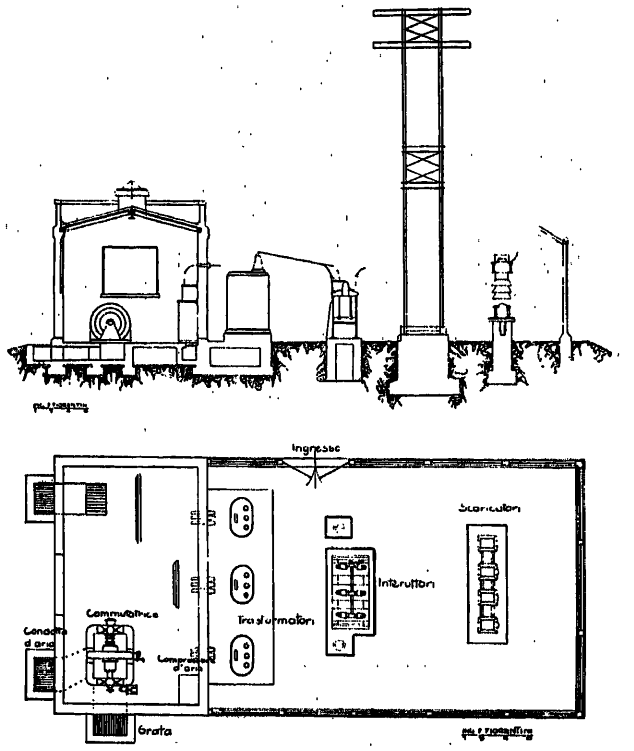


Fig. 15.

detto personale può far tutto questo senza dover entrare nella sottostazione che rimane normalmente chiusa.

*

La descrizione delle numerose manovre compiute dagli apparecchi automatici potrebbe lasciar credere che questi siano oltremodo ingombranti ed occupino grande spazio. Nella fig. 1 è stato riprodotto un quadretto degli automatici relativo ad una centrale sincrona americana anche per dimostrare quanto ne sia piccolo l'ingombro.

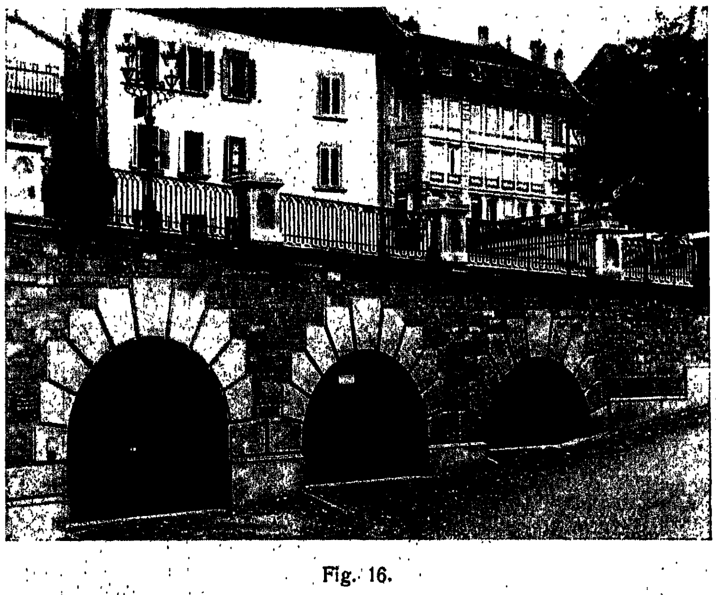


Fig. 16.

Nella fig. 12 è riprodotto il quadro della sottostazione di Servigliano vista dal lato apparecchi, dal quale si può vedere come nessuna variazione d'ingombro vi sia rispetto ai quadri normali. A destra vi è il pannello per le linee in arrivo corrente alternata con l'orologio a contatti. Nel centro i due pannelli di macchina con gli apparecchi indicati con 2 e 3 nello schema della fig. 11; in basso il gruppetto di eccitazione; a sinistra vi è il pannello delle linee a corrente continua con gli apparecchi 6 di comando degli interruttori di linea a 2600 V. Come si vede tutti questi apparecchi sono costituiti da cassette che non misurano più di cm 50 × 20 × 20. A conferma la fig. 13 riproduce un quadro visto di fronte. E' quello della sottostazione a rad-

drizzatori di Valdagno, delle ferrovie Vicentine, in tutto uguale a quella di Servigliano. Fra gli altri strumenti è visibile l'indicatore del vacuometro. In basso le fiches per il comando delle stazioni.

Anche i cilindri per nulla variano da quelli a comando normale, come vedesi nella fig. 14 che rappresenta il gruppo di Valdagno.

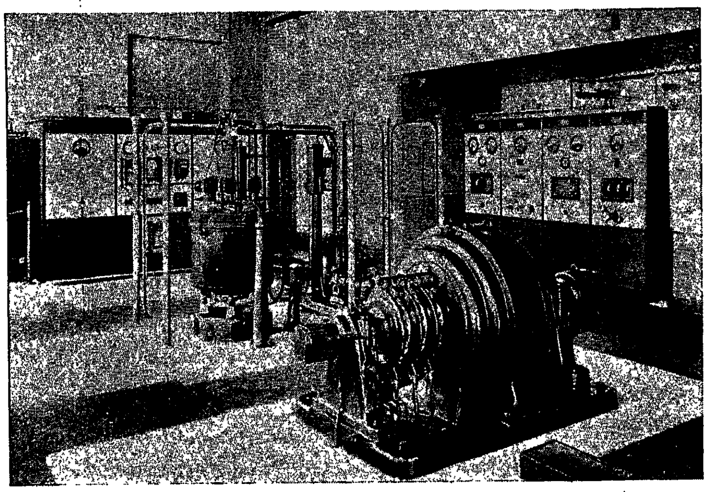


Fig. 17.

Quello che si è detto per le sottostazioni a raddrizzatori vale anche per le sottostazioni a gruppi rotanti, come può rilevarsi dalla fig. 15. E' qui riprodotta la sottostazione a commutatrice 600 V di Chicago Aurora, di dimensioni più che modeste.

Questa figura mostra anche la possibilità di adottare l'automatismo per sottostazioni aventi la parte a corrente alternata all'aperto come del resto si è fatto già anche in Europa per le sottostazioni dei Chemins de fer du Midi de France.

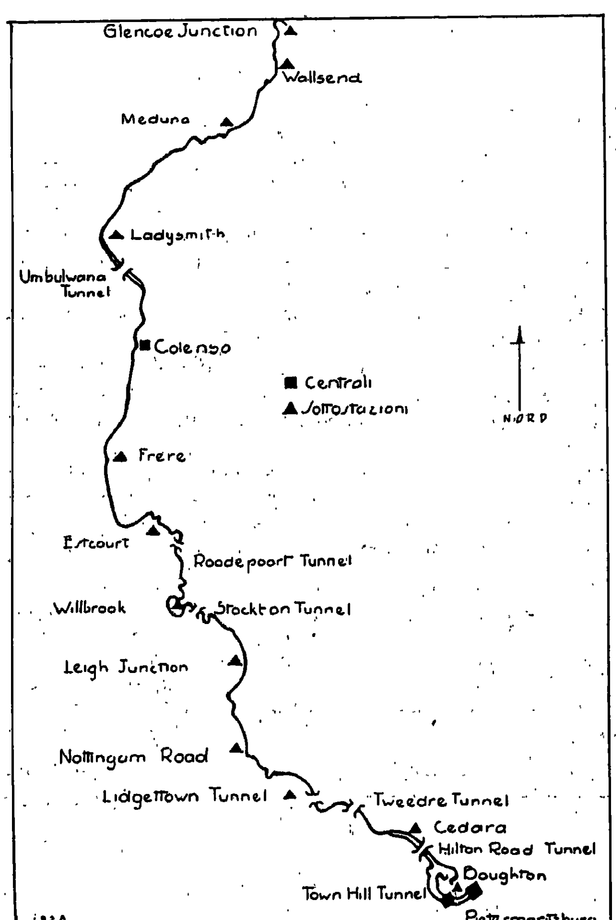


Fig. 18.

Non si deve credere poi, che la sensibilità degli apparecchi automatici sia causa di scarsa robustezza.

Nè è prova la sottostazione dei tram di Friburgo (fig. 16) installata in un sottostrada che era prima utilizzato come rimessa di carri per i servizi urbani, e dove non è stato neppur fatto il pavimento, che ancora è acciottolato.

Con la semplice protezione di una chiusura a vetri messa sul davanti, la sottostazione funziona impeccabilmente da quattro anni.

L'automatismo è applicabile anche a sottostazioni con macchinari diversi. Quella di S. Leger, delle ferrovie di Vevey (fig. 17) contiene un gruppo raddrizzatore ed una commutatrice.

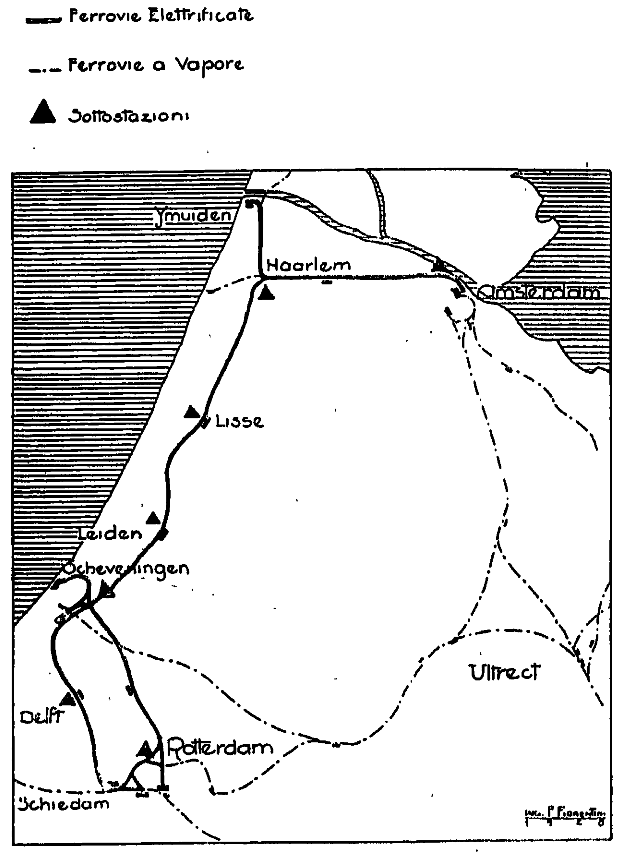


Fig. 19.

Nè si deve credere che l'automatismo sia riservato a sottostazioni di linee secondarie. Già da qualche anno, reti importantissime lo hanno adottato, come le ferrovie del Sud Africa che da Pietermaritzburg a Glencoe Junction misurano 171 miglia elettrificate con

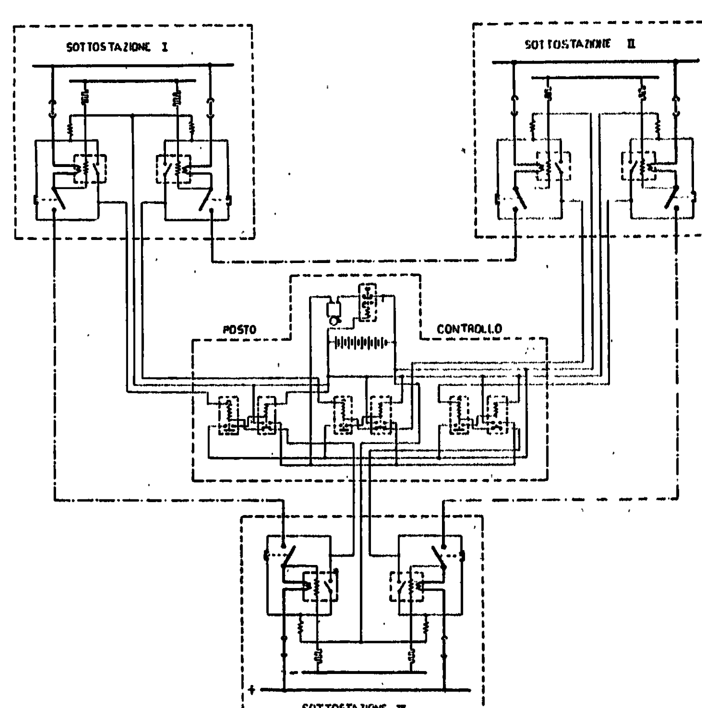


Fig. 20.

corrente continua 3 kV e con 12 sottostazioni a gruppi motori-dinamo con comando automatico. Così pure le ferrovie Olandesi (fig. 19) hanno sette sottostazioni automatiche a raddrizzatori 1500 V.

Anche le reti tranviarie possono vantaggiosamente applicare i comandi automatici; un esempio è quello della città di Palermo

(fig. 20) dove per i tram sono state installate tre sottostazioni ciascuna avente un gruppo raddrizzatore a cilindro metallico da 500 kW, 575 V.

Dal lato corrente continua è stabilito un collegamento in cavo che permette di mantenere inalterata l'alimentazione della rete tranviaria in caso di arresto di una sottostazione.

veramente rimarchevoli fatti dall'elettrotrazione del nostro Paese. Nessuna nazione al mondo può infatti vantare nel campo delle ferrovie secondarie oltre 1200 km di ferrovie elettrificate e in corso di elettrificazione con corrente continua a tensione superiore ai 200 V e soprattutto nessuno può vantare una così vasta applicazione del 2600 e del 3000 V allo scartamento ridotto.

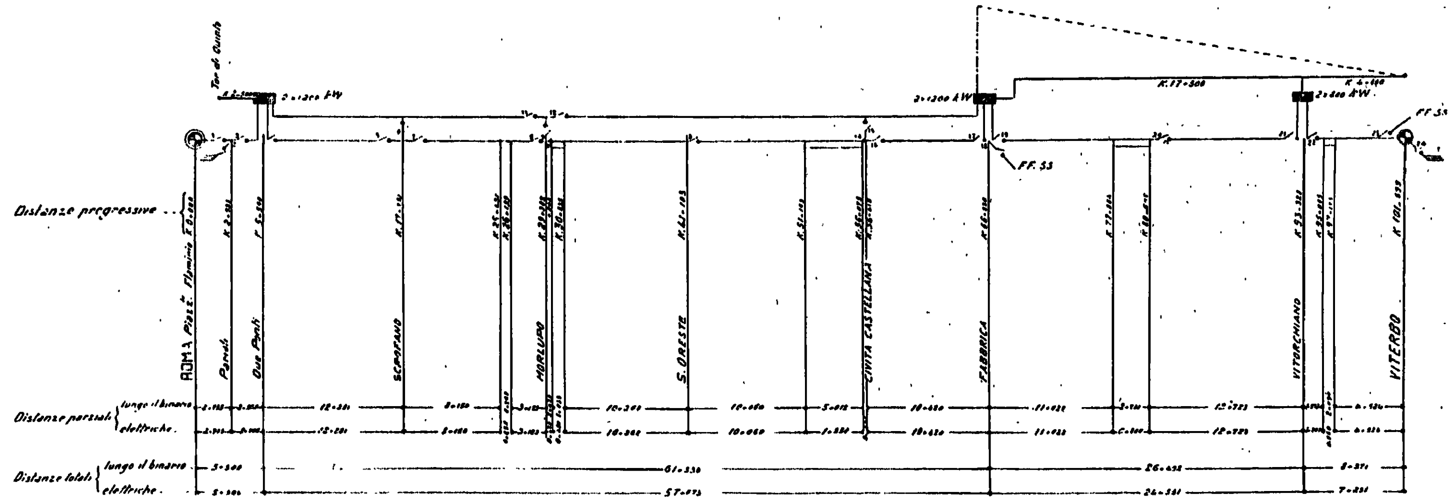


Fig. 21.

Cito infine un esempio destinato a costituire per il momento un caso unico al mondo (fig. 21); trattasi della Ferrovia Roma-Viterbo della lunghezza di 100 km la quale sarà la prima alimentata da tre sottostazioni a raddrizzatori alta tensione di 3300 V tutte automatiche

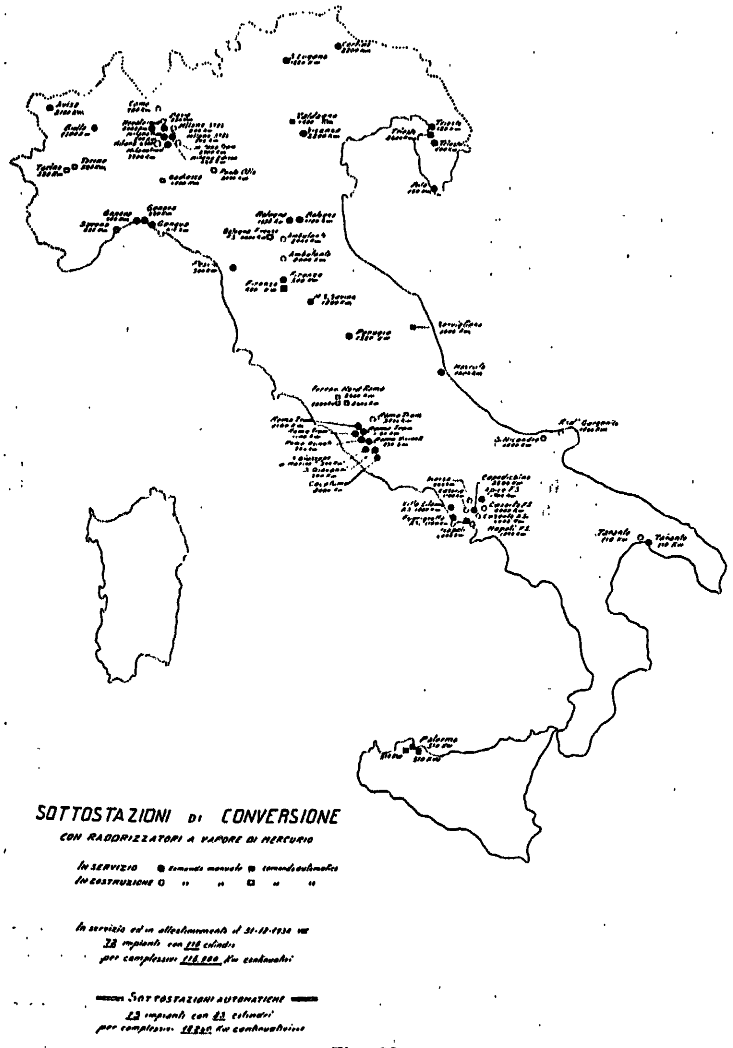


Fig. 22.

con comandi identici a quelli di Servigliano. Due sottostazioni quella di Due Ponti e quella di Fabbrica avranno ciascuna due gruppi di 1100 kW unitari e la terza, quella di Vitorchiano ne avrà due da 800 kW. La linea sarà aperta all'esercizio nel prossimo anno.

Questo della Roma-Viterbo non è che un esempio dei progressi

Naturalmente i tecnici che hanno saputo far questo hanno anche saputo adottare su vasta scala quel macchinario che ormai impone la sua superiorità assoluta nel campo della elettrotrazione a corrente alternata e cioè il raddrizzatore a vapore di mercurio e cilindro metallico.

Sino al 31 dicembre 1930 (fig. 22) esistevano in Italia ben 72 impianti con 116 cilindri e 116 400 kW installati e in corso di installazione.

Fra questi 13 impianti con 23 cilindri e 18.240 kW sono automatici.

Non son comprese nel computo delle sottostazioni automatiche quelle delle ferrovie Vicinali la cui trasformazione è stata decisa in questi giorni. E' un esempio che serve a mettere in rilievo un'altro pregio del comando automatico e cioè come questo possa essere facilmente applicato anche a sottostazioni già esistenti senza che i macchinari, come qualcuno potrebbe credere, debbano essere appositamente costruiti, nè gli edifici di contenimento modificati.

Questa esposizione è riuscita forzatamente schematica pure essendo già eccessivamente lunga.

Non era certo possibile addentrarsi in particolari costruttivi di ogni tipo di officina senza superare i limiti imposti da una conferenza; tuttavia vi è da sperare che anche quanto detto basti a dimostrare che oggi l'automatismo può essere convenientemente applicato a gran numero di centrali e ancor più di sottostazioni, soprattutto per il servizio di trazione.

Vi è anche da sperare che l'esposto fatto possa servire a dimostrade una volta di più quanto gli elettrotecnici italiani, consci del nuovo Verbo che vien da Roma, sappiano fare in ogni campo della loro arte per il progresso e la grandezza della Patria.

I lettori osserveranno che nell'art. dell'Ing. Fiorentini, alcune figure portano diciture in lingue estere, contrariamente all'abitudine del nostro giornale. Data la complessità grafica degli schemi delle figure (di cui ci sono state fornite le diapositive) e in considerazione anche che esse riguardano impianti esteri, abbiamo creduto di derogare per questa volta alla norma impostaci usualmente di rifare completamente le figure. (N. d. R.).

CALCOLO GRAFICO DELL'ERRORE COMPLESSIVO DOVUTO AI TRASFORMATORI DI MISURA PER I SISTEMI TRIFASI NON EQUILIBRATI

O. CUZZER

Nella valutazione dell'errore complessivo dei gruppi integratori dell'energia elettrica, si deve tener conto degli errori di rapporto e d'angolo dei singoli riduttori. Il relativo calcolo in trifase di tale errore per i sistemi non equilibrati, è alquanto laborioso. Pertanto è stato studiato un procedimento di calcolo grafico che permette di ricavare rapidamente tale errore in funzione degli sfasamenti φ_1 *e* φ_2 *(inserzione Aron) dalle due fasi maggiore e minore, e del rapporto* $x = \frac{P_2}{P_1}$ *fra le potenze della fase minore e quelle della fase maggiore.*

Per un sistema monofase l'errore in % dovuto ai riduttori di tensione e di corrente è dato dalla nota formula

$$\Delta = y_V + y_A + 100\ (\text{sen}\ \delta_V + \text{sen}\ \delta_A)\ \text{tg}\ \varphi$$

in cui φ è l'angolo di fase, y_V ed y_A sono gli errori in % di rapporto dei riduttori di tensione e di corrente e δ_V , δ_A i corrispondenti errori d'angolo. Si può, seguendo la notazione del Prof. Barbagelata (¹) scrivere

$$y = y_V + y_A$$
$$\epsilon = 100\ (\text{sen}\ \delta_V + \text{sen}\ \delta_A) \text{ per cui}$$
$$\Delta = y + \epsilon\ \text{tg}\ \varphi \qquad (1)$$

Per i sistemi trifasi in generale (equilibrati e squilibrati) si possono correggere separatamente le indicazioni dei due wattmetri o dei due contatori, ed avere

$$\Delta_1 = y_1 + \epsilon_1\ \text{tg}\ \varphi_1 \text{ per la fase maggiore} \qquad (2)$$
$$\Delta_2 = y_2 + \epsilon_2\ \text{tg}\ \varphi_2 \text{ per la fase minore.} \qquad (3)$$

Ma in molti casi, sia che si tratti di contatori trifasi, sia che il conguaglio dell'energia erogata sia fatto in trifase ecc., può essere necessario conoscere la percentuale Δ, complessiva in trifase, dell'errore dovuto ai gruppi riduttori.

In questo caso dai valori Δ_1 e Δ_2 non si può ricavare direttamente la percentuale complessiva di errore in trifase, poichè non essendo le indicazioni dei due sistemi monofasi eguali non è $\Delta = \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2}$.

Il Prof. Barbagelata, nella pubblicazione sopra ricordata, ha risolto il problema generale a mezzo delle componenti simmetriche. Ma tale soluzione, come precisa l'Autore, ha solo interesse dal punto di vista teorico, in quanto mostra da quali elementi l'errore dipende, perchè sarebbe poco pratico determinare i valori delle componenti simmetriche solo per calcolare l'errore commesso nella misura.

La formula generalmente impiegata (²) per il calcolo di Δ è

$$(4)\quad \Delta = \frac{\Delta_1 P_1 + \Delta_2 P_2}{P_1 + P_2}$$

in cui P_1 e P_2 sono le potenze delle due singole fasi, maggiore e minore.

Sostituendo a Δ_1 e Δ_2 con i valori dati dalla formula 2 e 3, ed esprimendo P_1 e P_2 in funzione degli elementi stessi del sistema, ossia

$$P_1 = V_{13}\ I_1 \cos \varphi_1$$
$$P_2 = V_{23}\ I_2 \cos \varphi_2$$

si ottiene l'espressione generale dell'errore complessivo Δ. Ma procedendo in tale modo il calcolo per la determinazione di Δ riesce molto laborioso.

Nel caso di un sistema simmetrico ed equilibrato l'espressione, come è naturale, si semplifica molto e l'errore Δ è espresso dalla formula seguente

$$\Delta = \frac{y_1 + y_2}{2} - \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{2\sqrt{3}} + \left(\frac{\epsilon_1 + \epsilon_2}{2} + \frac{y_1 + y_2}{2\sqrt{3}} \right) \text{tg}\ \varphi \quad (³)$$

in cui φ è l'angolo di fase del sistema.

Ma praticamente il calcolo di Δ può farsi rapidamente, anche nel caso di sistema squilibrato, esprimendo Δ in funzione di Δ_1, Δ_2 e del coefficiente x, rapporto fra la potenza P_2 della fase minore e quella P_1 della fase maggiore; ossia del coefficiente x che nei sistemi simmetrici ed equilibrati determina l'angolo φ di fase.

Dividendo numeratore e denominatore dell'espressione 4 per P_1 si ha

$$\Delta = \frac{\Delta_1 + \Delta_2 \frac{P_2}{P_1}}{1 + \frac{P_2}{P_1}} = \frac{\Delta_1 + x\,\Delta_2}{1 + x} \text{ per cui}$$

$$\Delta = \frac{1}{1+x}\left(y_1 + \epsilon_1\ \text{tg}\ \varphi_1 \right) + \frac{x}{1+x}\left(y_2 + \epsilon_2\ \text{tg}\ \varphi_2 \right) = \Delta_{x1} + \Delta_{x2}.$$

Praticamente si è sempre in grado di determinare i valori di x, φ_1 e φ_2 del sistema trifase dai quali dipende l'errore Δ, perchè in generale il calcolo di Δ si effettua nei casi di verifica dei gruppi misuratori. Quello di x si ricava subito dalle due letture wattmetriche, φ_1 e φ_2 a mezzo di due letture amperometriche (⁴) inserendo un amperometro sulle rispettive fasi, e ricavando

$$\cos \varphi_1 = \frac{P_1}{V_{13}\ I_1}$$

$$\cos \varphi_2 = \frac{P_2}{V_{23}\ I_2}$$

Ciò premesso, la determinazione di Δ può eseguirsi rapidamente a mezzo di calcolo grafico. I valori di Δ_{x1} e Δ_{x2} sono determinati singolarmente e Δ è dato dalla loro somma algebrica.

La tav. 1ª si riferisce alla fase minore e la tav. 2ª alla fase maggiore.

Sulle ordinate, in corrispondenza di $\cos \varphi = 0{,}1 - 0{,}2 - 0{,}3 \ldots\ 0{,}9$ a partire dall'asse XX sono riportati nella scala di $1 = 2$ cm i valori di ϵ tg φ per $\epsilon = 0{,}2 - 0{,}4 - 0{,}6 - 0{,}8 - 1 - 1{,}2 \ldots\ 2 \ldots\ 3$, e riunendo i punti corrispondenti si ottengono le curve, tracciate nel grafico, di eguale ϵ, che permettono di ricavare immediatamente il valore di ϵ tg φ.

Ora (tav. 1ª) da un punto arbitrario qualsiasi 0 sull'asse delle ascisse di traccia una retta a 45°, contrassegnata col numero 0, e delle parallele a questa a distanze dell'asse x di un cm l'una dall'altra, sia a destra di essa che a sinistra. Tali parallele son contraddistinte successivamente con $0{,}5 - 1 - 1{,}5 - 2 - 2{,}5 - 3$.

Quindi è tracciato un secondo sistema, complementare, di parallele ortogonali al primo, come si rileva dal grafico. Tali sistemi di parallele eseguiscono la somma algebrica $y + \epsilon$ tg φ.

Infatti determinato sull'ordinata corrispondente ad un determinato $\cos \varphi$ il valore ϵ tg φ, conducendo la parallela, dal punto corrispondente, all'asse delle ascisse fino ad incontrare la retta inclinata a 45° segnata 0 ed abbassando da tale punto d'incontro la perpendicolare alle ascisse, si ha che il segmento compreso fra l'origine scelta 0 ed il piede di tale perpendicolare è eguale al valore ϵ tg φ. Se invece di determinare il punto d'incontro della parallela alle ascisse colla retta 0, si determina il punto d'incontro colle parallele (prese a destra dell'origine 0, $1 - 2 - 3$ si ha che i corrispondenti segmenti sulle ascisse danno, nella scala scelta di $1 = 2$ cm, la somma aritmetica $1 + \epsilon$ tg $\varphi \div 2 + \epsilon$ tg $\varphi \div 3 + \epsilon$ tg φ ossia la somma $y + \epsilon$ tg φ nel caso in cui y ed ϵ abbiano lo stesso segno.

Se y ed ϵ hanno segno contrario si utilizza la parte del sistema di parallele (tratteggiato nel grafico) situato a destra della 0 0, oppure quello complementare, a seconda che ϵ tg $\varphi > y$ oppure ϵ tg $\varphi < y$. Ma è da aversi presente che, per il modo come sono limitati tali sistemi, le parallele condotte dai punti ϵ tg φ alle ascisse incontrano solamente la corrispondente y di un solo sistema, per cui nell'impiego del grafico non necessita tenere conto della prevalenza dei valori assoluti di y e ϵ tg φ.

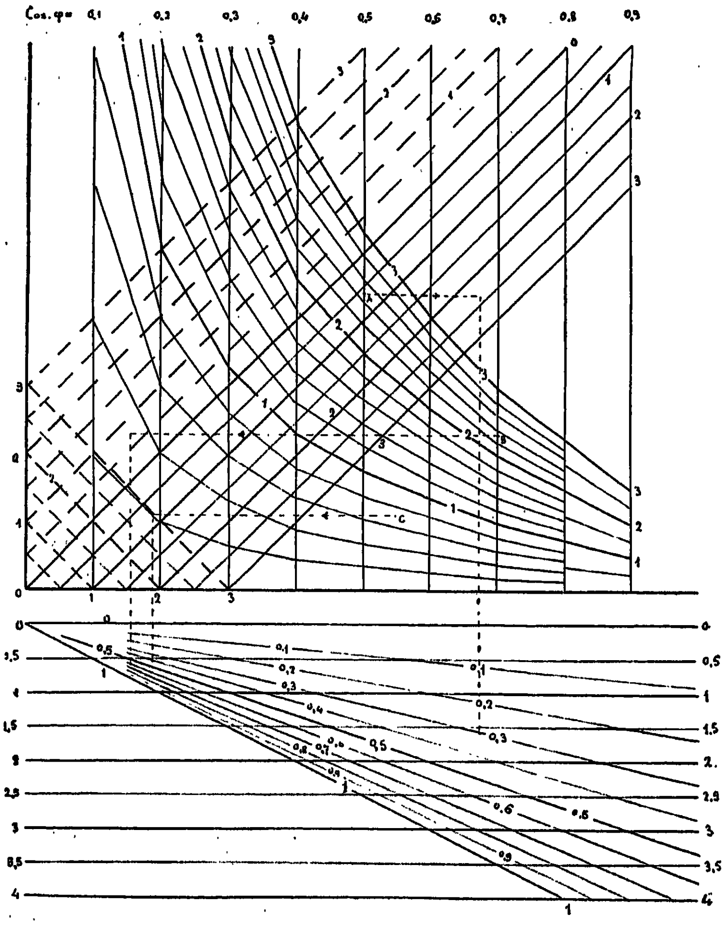
Dato che per la costruzione precedente i valori delle somme algebriche $y + \epsilon$ tg φ sono dei segmenti delle ascisse che hanno origine in 0, i prodotti $\frac{x}{1+x}(y + \epsilon\ \text{tg}\ \varphi)$ potranno essere eseguiti immediatamente, a mezzo del sistema di rette con l'origine di 0 ed inclinate

(¹) A. BARBAGELATA - «Metodi fondamentali per le misure elettriche industriali» - Libreria Editrice Politecnica, 1930.

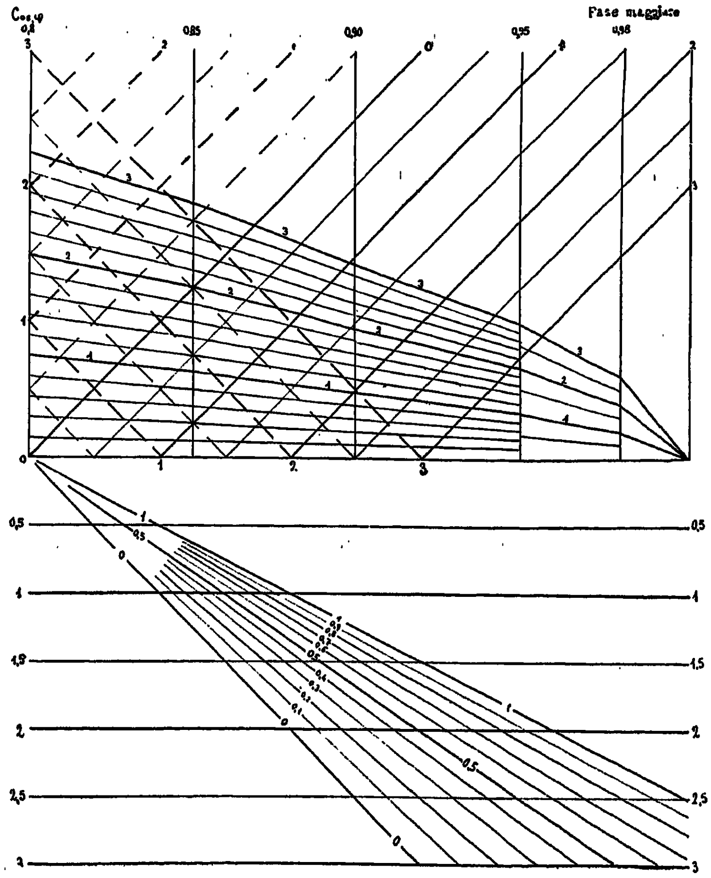
(²) MOLLINGER - «Wirkungsweise des Motorzahler und Messwandler, 1925» - Berlino, Springer Goldstein - Die Masswandler, 1928 - Berlino, Springer.

(³) BARBAGELATA - Mollinger, opere citate.

(⁴) Di regola i sistemi squilibrati nelle correnti sono simmetrici nelle tensioni per cui non è necessario per la determinazione di φ_1 e φ_2 eseguire letture voltometriche, ma nei casi in cui ciò non si verifica basterà aggiungere alle determinazioni amperometriche due determinazioni voltometriche ossia determinare V_{13} e V_{23}.



Tav. I. — Scala $\frac{1}{2}$.



Tav. II. — Scala $\frac{1}{2}$.

sulle ascisse rispettivamente di angoli che hanno per tangente i valori $\frac{x}{1+x}$. Sul grafico 1° è tracciato tale sistema.

Con tale costruzione i valori di $\Delta_{x2} = \frac{x}{1+x} (y_2 + \epsilon_2 \operatorname{tg} \varphi_2)$ sono determinati, e precisamente da segmenti di ordinate compresi fra l'asse delle ascisse e l'inclinata corrispondente al valore di x. Conducendo quidi le parallele alle ascisse in corrispondenza di $\Delta_{x2} = 0{,}5$ — — 1 — 1,5 — 2 — 2,5 — 3.... si può leggere immediatamente il valore di Δ_{x2} in %.

Il procedimento del calcolo grafico risulterà più chiaro da alcuni esempi.

1° Esempio A:

$\cos \varphi_2 = 0{,}5$; $\epsilon_2 = +2{,}5\,\%$; $y_2 = +2{,}4\,\%$; $x = 0{,}3$

$\Delta_{x2} = +1{,}55\,\%$

2° Esempio B:

$\cos \varphi_2 = 0{,}7$; $\epsilon_2 = 2{,}3\,\%$; $y_2 = -0{,}7\,\%$; $x = 0{,}6$

$\Delta_{x2} = -0{,}6\,\%$

3° Esempio C:

$\cos \varphi_2 = 0{,}55$; $\epsilon_2 = +0{,}7\,\%$; $y_2 = -3\,\%$; $x = 4$

$\Delta_{x2} = -0{,}55\,\%$

Nel 1° esempio ϵ_2 ed y_2, hanno lo stesso segno e quindi è utilizzato il sistema di parallele situato alla destra di 00.

Nel 2° e 3° esempio ϵ_2 ed y_2 hanno segno contrario e quindi entrano in gioco gli altri due sistemi di parallele. Come risulta confermato dagli esempi, se il punto di incontro dell'orizzontale condotta dal punto $\epsilon_2 \operatorname{tg} \varphi_2$ (B e C degli esempi) con la retta corrispondente al valore di $y_2 \operatorname{tg} \varphi_2$ appartiene al sistema di rette parallele a 0 — 0 situato alla sua sinistra, ha la prevalenza $\epsilon_2 \operatorname{tg} \varphi_2$, rispetto ad y_2 e quindi Δ_{x2} ha il segno di $\epsilon_2 \operatorname{tg} \varphi_2$, se invece tale punto d'incontro appartiene al sistema di parallele (complementare) perpendicolare a 0 0, ha la prevalenza y_2 su $\epsilon_2 \operatorname{tg} \varphi_2$ e quindi Δ_{x2} ha il segno y_2.

Per la fase maggiore (tav. 2ª) il procedimento costruttivo del grafico e quello di calcolo restano identici.

Solamente il fascio di inclinate corrispondente ai valori di x anzichè essere determinato dai valori di tangenti : $\frac{x}{1+x}$ è determinato dai valori : $\frac{x}{1+x}$, corrispondenti al coefficiente di moltiplicazione della fase maggiore. Inoltre poichè per la fase maggiore i valori di $\epsilon_1 \operatorname{tg} \varphi_1$, causa il grande valore di cos φ, sono piccoli, si è adattata per il grafico una scala maggiore, precisamente 1 = 4 cm anzichè 2 cm.

In tutti e due i grafici le curve di eguale $\epsilon \operatorname{tg} \varphi$ sono state tracciate per valori di ϵ crescenti successivamente di 2/10, le rette luogo di eguale y invece per valori crescenti successivamente di 5/10 ed egualmente per le rette luogo di eguale Δ_x. I valori intermedi sono, evidentemente, interpolati.

L'approssimazione che si può ottenere coll'impiego del grafico nella determinazione di Δ è del 0,1 — 0,15 %, quindi più che sufficiente per la pratica, dato che nelle verifiche dei gruppi misuratori dell'energia difficilmente si raggiunge una approssimazione complessiva superiore al 0,5 %.

Esaminando il 1° grafico si rileva che per i bassissimi valori di cos φ i massimi valori di ϵ da esso comportati sono inferiori all'unità, o di poco superiori, così per cos φ = 0,1 il massimo valore di ϵ segnato sul diagramma è 0,8. Ciò è la conseguenza del fatto che per bassi cos φ il prodotto $\epsilon \operatorname{tg} \varphi$ assume valori molto alti. Ma tale limitazione all'impiego del grafico può essere immediatamente tolta cambiando la scala.

Se ad esempio

$\cos \varphi_2 = 0{,}1$; $\epsilon_2 = +1{,}6$; $y_2 = +2$; $x = 0{,}1$

si cambia scala dividendo ϵ_2 e y_2 per 2 e moltiplicando poi per 2 il corrispondente valore di Δ_{x2} ricavato dal grafico.

Per sistemi equilibrati e simmetrici cos φ_1 e cos φ_2 sono, come è noto, funzioni di x. Quindi dalle due letture wattmetriche si hanno tutti gli elementi necessari al calcolo di Δ.

In questo caso è conveniente di utilizzare per ciascuna fase un grafico nel quale le ordinate, luogo di eguale cos φ, sono contraddistinte dal valore di x oppure dal valore del cos φ del sistema anzichè da quello di fase. Ciò per evitare la ricerca del valore di cos φ di fase in funzione di x, oppure quella del valore di cos φ di fase in funzione del cos φ del sistema.

Ma per i sistemi equilibrati, o sistemi presentanti un grado di squilibrio tale da potere essere considerati quali equilibrati (il che poi si verifica nella maggior parte dei casi) è preferibile la soluzione data in uno studio precedente [5]. Poichè ϵ_1 e ϵ_2 sono funzioni di X è pos-

(5) *Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane*, n. 3, marzo 1931.

sibile calcolare in funzione di x i valori

$$\frac{1}{1+x}\,\epsilon_1 \operatorname{tg}\varphi_1 \text{ e}$$

$$\frac{x}{1+x}\,\epsilon_2 \operatorname{tg}\varphi_2 \text{ per ciascuna fase.}$$

Di conseguenza sulle ordinate, in corrispondenza ai valori del cos φ del sistema o di x, anzichè i valori di ϵ_1 tg φ_1 possono essere riportati i valori di

$$\frac{1}{1+x}\,\epsilon_1 \operatorname{tg}\varphi_1 \text{ per la fase maggiore e di}$$

$$\frac{x}{1+x}\,\epsilon_2 \operatorname{tg}\varphi_2 \text{ per la fase minore}$$

costruendo egualmente le curve luogo di eguale ϵ.

Se in un medesimo grafico, tracciato l'asse XX, si costruiscono tali curve per la fase maggiore sulle ordinate positive, e quelle della fase minore tanto sulle ordinate positive quanto sulle negative, si ricava immediatamente a mezzo di una sola lettura (con l'aiuto di un regolo graduato in scala) la somma algebrica di

$$\epsilon = \frac{1}{1+x}\,\epsilon_1 \operatorname{tg}\varphi_1 + \frac{x}{1+x}\,\epsilon_2 \operatorname{tg}\varphi_2$$

Costruendo su di un secondo grafico eguale procedimento i luoghi di eguale y in corrispondenza dei valori

$$\frac{1}{1+x}\,y_1 \text{ e } \frac{x}{1+x}\,y_2 \text{ si ricava identicamente il valore di}$$

$$Y = y_1\frac{1}{1+x} + y_2\frac{x}{1+x} \text{ e quindi}$$

$$\Delta = \epsilon + Y$$

Per maggiori dettagli su tale soluzione si rimanda allo studio in questione.

OSCILLAZIONI PARASSITE AD ALTISSIMA FREQUENZA NEGLI OSCILLATORI A TUBI ELETTRONICI

M. BOELLA

Si richiama l'attenzione sulle oscillazioni parassite che possono nascere nei circuiti a tubi elettronici, se ne precisa l'origine e si indica il mezzo per eliminarle.

Accade assai spesso di riscontrare negli oscillatori a tubi elettronici, e in particolare in quelli con schema a presa centrale oppure a montaggio simmetrico, oscillazioni parassite a frequenza elevatissima, le quali impediscono al sistema di oscillare sulla frequenza per la

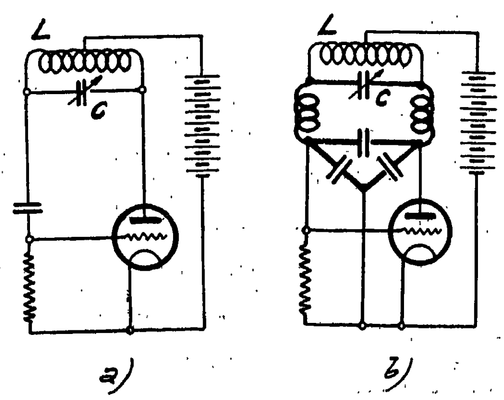


Fig. 1.

quale è predisposto. Ci si può render conto della causa determinante queste oscillazioni, considerando l'induttanza delle connessioni che vanno alla placca e alla griglia del tubo, e le capacità interelettrodiche.

Rivolgendo l'attenzione in particolare allo schema a presa centrale (fig. 1*a*), risulta immediatamente come le induttanze e capacità considerate costituiscano un circuito oscillante (fig. 1*b*) disposto nei riguardi del tubo in modo da costituire uno schema a presa centrale, suscettibile di entrare in oscillazione sulla frequenza propria di questo circuito oscillante. Per queste oscillazioni l'induttanza L si comporta come una induttanza di arresto (choke) e il condensatore C come shunt per l'alta frequenza (by pass).

Negli schemi di oscillatore con accoppiamento di reazione induttivo, le oscillazioni parassite sono pure originate dall'induttanza delle connessioni. In questo caso però al necessario accoppiamento tra placca e griglia pensa la capacità tra questi due elettrodi (fig. 2).

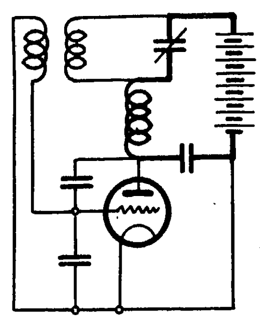


Fig. 2.

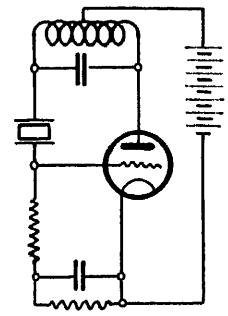


Fig. 3.

Queste oscillazioni sono favorite dall'uso di triodi a bassa resistenza interna e possono aver luogo anche con gli schemi di piezooscillatore del tipo indicato in fig. 3. La loro frequenza può variare tra 10 $Mc/_s$ e 100 $Mc/_s$ a seconda della lunghezza delle connessioni, e del valore delle capacità interelettrodiche.

Il migliore sistema per eliminarle consiste nell'inserire nelle connessioni, che vanno alla placca e alla griglia del tubo, due resistenze di alcuni ohm, anticapacitive e antiinduttive, le quali non hanno influenza alcuna sulle oscillazioni normali. Migliore norma ancora sarebbe quella di formare le connessioni stesse con filo di materiale resistente.

:: SUNTI E SOMMARI ::

ACCUMULAZIONE DELL'ENERGIA.

H. BECKMANN — **Il diaframma di gomma microporoso per accumulatori.** (E. T. Z., N. 47 del 20 novembre 1930, pag. 1605).

L'accumulatore costituisce, quando sia ben governato, un'ottima sorgente di energia elettrica: eventuali disturbi, che si verificano durante il suo funzionamento, sono sempre da attribuire a corti circuiti interni determinati dalla rottura di qualche piastra. Per assicurare il buon funzionamento di un accumulatore bisogna impedire la formazione di questi corti circuiti. Perciò quando venne la necessità di fare accumulatori leggeri, specialmente per i servizi di trazione, si dovettero diminuire le distanze fra le piastre e fare queste sottili e allora si dovette proteggere tutta la superficie ricoprendola con uno strato di gomma dura.

In seguito si sentì la necessità di aggiungere anche dei separatori; un buon separatore deve opporre piccola resistenza al passaggio della corrente, deve resistere bene alle azioni chimiche che si esercitano dalle piastre positive, deve inoltre essere meccanicamente robusto ed infine deve essere di costo modesto.

Si deve poi scegliere un setto poroso nel quale i microscopici fori possano sostituire i fori di maggiori dimensioni prima praticati nei rivestimenti di gomma.

L'A., dopo molti studi, ha realizzato un tale setto basandosi sul principio degli ultrafiltri al collodio. Il collodio, come è noto, è una soluzione di cotone in alcool ed etere. Se poi si sostituisce nel collodio l'acqua all'alcool, si ottiene una sostanza porosa abbastanza solida, dall'aspetto di celluloide, che risponde bene a tutti i requisiti di un setto poroso per accumulatori. Si è visto che si può ottenere una sostanza avente analoghe caratteristiche e più adatta partendo dal latte di gomma dal quale si prepara la gomma greggia. Si ottiene in tal modo la gomma microscopica brevettata col nome di « Mipor ». Con l'adozione di questi setti porosi in gomma l'uso degli accumulatori è stato esteso e facilitato. *T. S.*

APPARECCHI E' DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

G. C. DILL — **Gli scaricatori negli impianti idroelettrici.** (The El. J., maggio 1930, pag. 287).

Negli impianti col neutro isolato da terra gli scaricatori devono essere proporzionati ad una tensione verso terra eguale a quella di linea in modo da evitare che lo scaricatore possa funzionare quando

uno dei conduttori del sistema trifase va a terra per un difetto di isolamento. Negli impianti col neutro a terra si dovrebbe proporzionare gli scaricatori per una tensione eguale al 58 % di quello di linea ma in realtà si proporzionano sulla base dell'80 % della tensione di linea per tenere conto del fatto che la presa di terra sul neutro ha sempre una resistenza propria e che quindi durante un corto circuito su una fase il neutro può trovarsi temporaneamente ad un potenziale più elevato rispetto alla terra. In condizioni normali un impianto così proporzionato può resistere a delle sovratensione del 38,4 % maggiori di quella di linea mentre nel caso precedente (neutro isolato) la sovratensione può essere anche del 73 % maggiore purchè non si produca contemporaneamente un corto circuito su una delle fasi. Una sovratensione può prodursi in seguito ad un'interruzione brusca del carico su una rete di distribuzione poichè le turbine idrauliche accelerano rapidamente se il regolatore non è subito pronto a chiudere il distributore; la tensione di linea può superare di parecchio quella di macchina per effetto della capacità di linea. Se però la rete di distribuzione dell'energia elettrica è molto estesa, è difficile che l'interruzione avvenga in modo così netto e perciò il sistema col neutro a terra presenta le stesse garanzie, anche sotto questo aspetto, di uno col neutro isolato. Questa causa di sovratensione sulla linea può però essere eliminata sistemando un relais di massima tensione capace di agire quando la tensione dell'alternatore supera il valore normale del 25 %; il relais può aprire il circuito di eccitazione dell'alternatore con un ritardo di 0,2 secondi oppure può aprire un coltello che normalmente chiude in corto circuito alcuni elementi di uno scaricatore in modo da aumentare la capacità di questo a resistere alle sovratensioni; in tal caso il ritardo risulta di 0,75 secondi. *I. L.*

J. E. Clem — **Gli archi a terra e l'effetto della messa a terra del neutro attraverso impedenze.** (J. A. I. E. E., ottobre 1930, pag. 850).

L'A. passa in rivista le diverse teorie emesse finora per spiegare l'origine delle sovratensioni che si manifestano sulle linee in seguito al verificarsi di archi contro terra. La teoria dei «conduttori di terza categoria» emessa dallo Steinmetz viene considerata per prima, ma, secondo l'A. essa non è applicabile alle condizioni proprie delle linee di trasmissione. Un'altra teoria emessa da Peters e Slepian, considera lo spegnimento dell'arco dipendente dalla frequenza normale di linea: sulla base di tale teoria si può prevedere come valore massimo della sovratensione $V = 3{,}5\ E$ essendo E la tensione normale di linea.

L'A. rileva come alcuni esempi noti di incidenti avvenuti non siano spiegabili secondo i principi di Peters e Slepian; essi dimostrano invece che l'estinzione dell'arco è (almeno in qualche caso) dipendente da fenomeni oscillatori, secondo la teoria di Petersen, che l'A. in parte estende e modifica. Su questa base le sovratensioni massima prevedibili in un sistema trifase arrivano a $7{,}5\ E$; tuttavia praticamente esse si mantengono inferiori a tale valore in virtù di certi fattori di riduzione e di smorzamento che sono presenti nelle linee di trasmissione e che devono essere considerati.

L'A. è quindi favorevole all'adozione della bobina di Petersen la cui applicazione va incontrando crescente favore negli impianti americani.

Come esempio di calcolazione l'A. riporta per esteso l'analisi relativa ad un circuito monofase arrivando a stabilire il valor massimo della sovratensione, in questo caso, pari a sei volte la tensione normale. *R. S. N.*

APPLICAZIONI VARIE.

R. Corfield — **Elettrificazione della miniera di rame dell'Utah.** (Gen. Elec. Rev., novembre 1930, pag. 500).

I problemi più importanti, in un progetto di elettrificazione di questo genere, sono quelli della fornitura dell'energia per le escavatrici e della scelta del tipo e della potenza delle sottostazioni. Nel caso particolare trattato dall'A. furono costruite a Bingham due sottostazioni per le escavatrici, ciascuna con sei trasformatori da 4000 kVA.

Per l'elettrificazione della ferrovia, data la complessità del tracciato e in vista di alcune limitazioni imposte dalle condizioni di esercizio, furono presi in considerazione diversi tipi di locomotori. Quelli elettrici furono anche paragonati con quelli Diesel, benzoelettrici e ad accumulatori. Fu messo in servizio un locomotore di 75 tonnellate di costruzione speciale, provvisto, oltre che di un pantografo normale, di due collettori di corrente laterali a sbalzo, e di una batteria di 680 amperora, e fu confrontato con un locomotore Diesel-elettrico della potenza di 180 kW a 2000 metri di altitudine. In definitiva fu scelto il locomotore speciale prima accennato. Le sottostazioni di trazione furono equipaggiate con convertitrici in derivazione e rese automatiche. Per la trazione la potenza installata fu di 8000 kW su 8 unità di 1000 kW.

L'energia è fornita dall'Utah Power e Light Co. a 120.000 volt; la tensione viene abbassata a 44.000 volt con due trasformatori da 25.000 kVA per gli impianti alimentati dalla Società elettrica e da uno da 12.000 kVA per la miniera. *C. G. E.*

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

CONDUTTURE.

Wallace B. Kirke — **Il calcolo della temperatura dei cavi nei condotti sotterranei.** (J. A. I. E. E., ottobre 1930, pag. 855).

L'A. riassume i risultati di ricerche prolungate per diversi anni a questo riguardo sui cavi sotterranei della rete della città di New York, ed eseguite in una quantità di condizioni diverse. Stabilisce prima una formula $T_1 = W\,H_1$ per il calcolo della sovratemperatura del rame nel cavo rispetto al rivestimento del cavo stesso, in funzione del numero W di watt per unità di lunghezza di cavo per tutti i cavi contenuti in un medesimo condotto, e di un «fattore di riscaldamento» H_1 che è il prodotto fra la resistività termica dell'isolamento (in gradi per watt e per cm³) e un fattore di forma R. Questo fattore dipende dalle dimensioni dei cavi e dal loro numero entro il condotto considerato: a seconda delle condizioni locali questi fattori di forma sono calcolabili con formule che l'A. riporta.

Analoghe formule sono stabilite per calcolare la sopraelevazione di temperatura del rivestimento del cavo rispetto alle pareti del condotto elementare in cui si trova; di queste rispetto all'aria che si trova in un condotto vicino non occupato da cavi (o occupato da cavi fuori servizio). E sempre con formule dello stesso tipo passa a calcolare la sovraelevazione di temperatura dell'aria in un condotto elementare vuoto rispetto alle pareti del cunicolo in cui sono contenuti i diversi condotti e finalmente la sopraelevazione di temperatura della parete del cunicolo su quella del terreno circostante.

Le diverse formule sono date sotto forma direttamente adottabile alla calcolazione sulla scorta dei coefficienti numerici riportati dall'A.; essi sono però determinati in modo particolare per la rete di New York e devono essere usati con circospezione quando si vogliono usare per cavi installati in altre località o in condizioni diverse. *R. S. N.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

R. H. Fowler — **Alcuni recenti progressi della teoria elettronica dei metalli.** (La 21ª «Kelvin Lecture»). (J. I. E. E., Londra, novembre 1930, pag. 1469).

Un metallo è composto di elettroni liberi e di elettroni legati ai nuclei atomici positivi: i primi danno al metallo l'attitudine a condurre l'elettricità mentre i secondi essendo legati a nuclei relativamente stabili rappresentano un ostacolo al moto dei primi. Il moto degli elettroni nel metallo potrebbe perciò essere studiato con l'aiuto della teoria cinetica dei gas, basandosi ancora sulla concezione classica dell'energia; in realtà solo alcuni degli elettroni liberi contribuiscono a condurre l'elettricità e quindi la loro libertà di movimento deve essere in proporzione maggiore. Questa ipotesi permette di spiegare l'influenza delle impurità sulla resistività dei metalli. La lunghezza del percorso libero di un elettrone in un conduttore metallico sottoposto ad una d. d. p. è compresa fra 10 e 100 volte la distanza esistente fra due atomi vicini; col crescere della temperatura questo percorso diventa sempre più breve (e la resistenza ohmica perciò aumenta) perchè le vibrazioni degli atomi aumentano di ampiezza e il moto degli elettroni risulta perciò ostacolato. Questo risultato è in accordo con la pratica finchè si considerano delle temperature lontane dallo zero assoluto; i fenomeni dell'annullamento della resistenza elettrica e della sovraconduttività dei metalli, che si verificano in prossimità dello zero assoluto, non hanno ancora trovato una spiegazione esauriente. L'ipotesi che l'energia cinetica degli atomi si annulli alla temperatura di 0° assoluti non può sostenersi poichè il principio di esclusione (che è fondamentale nella teoria dei quanta di energia) afferma che a questa temperatura soltanto uno degli elettroni può annullare la propria energia.

Gli elettroni liberi contenuti in un conduttore isolato nello spazio non possono uscire dal metallo se il potenziale di questo è positivo e molto elevato rispetto all'ambiente; se però col riscaldamento aumentiamo l'energia cinetica degli elettroni e nello stesso tempo diminuiamo il potenziale del metallo si arriva ad una situazione tale per cui l'elettrone può distaccarsi dalla superficie metallica. Secondo la teoria quantistica l'emissione elettronica può avvenire anche se l'energia di ogni elettrone è insufficiente a vincere la repulsione dello spazio negativo che circonda il metallo purchè si tratti di uno strato abbastanza sottile. In realtà questo fenomeno non si può spiegare soltanto con le leggi della dinamica classica poichè si tratta di stabilire quale probabilità abbia l'elettrone di superare questo strato superficiale e quindi il suo moto risulta stabilito dalle leggi della meccanica statistica.

Il ferromagnetismo è sempre stato difficile da spiegare ed anche la teoria data dal Weiss non è completa. Recentemente l'Heisenberg appoggiandosi su questa teoria ha potuto spiegare la magnetizzazione del ferro tenendo presente che gli elettroni si muovono non soltanto in virtù del proprio contenuto energetico ma anche in virtù delle azioni a distanza che esercitano per la legge di Coulomb. Un metallo è costituito da un complesso di atomi disposti ai vertici di un reticolato, ciascun atomo contiene un certo numero di elettroni che ruotano attorno ad un asse; per merito degli elettroni l'atomo acquista perciò un momento magnetico ed una coppia d'impulso, se il metallo è smagnetizzato, i momenti magnetici e le coppie d'impulso degli atomi vicini si fanno equilibrio e l'energia del sistema è minima. Se ora il metallo viene messo in un campo magnetico tutti i suoi magneti elementari si orientano nello stesso senso ed i corrispondenti momenti

di precisione. Tale frequenza potrebbe essere messa in evidenza come frequenza di battimenti tra la frequenza da misurare, e la frequenza di riferimento, ma essa è invece la frequenza F di una modulazione che si fa subire all'oscillatore piezoelettrico di frequenza f. Quest'ultimo viene a presentare come due nuove frequenze di oscillazione ($f' = f + F$, $f'' = f - F$), per modo che la misura della frequenza incognita può essere sempre eseguita mediante riduzione a zero di una frequenza di battimenti. Un procedimento del genere può presentare vantaggi sull'altro specialmente nel caso di misure di frequenza ad una ricezione.

Tutta l'installazione è sistemata in un locale apposito, e comprende più mobili sui quali sono sistemate tante cassette. La precisione offerta arriva, ad una unità su centomila, nei casi favorevoli quando tutti i rilievi vengono eseguiti con la massima esattezza consentita. *F. Ve.*

TURNER P. K. — **Rivelazione di griglia o di placca?** (Experimental Wireless, Vol. VII, N. 82, luglio 1930, pag. 371).

Il migliore modo per giudicare la distorsione in ampiezza portata dal rivelatore, è quello di riferirsi alle caratteristiche di rivelazione. In base a tale concetto l'A. propone una espressione per determinare la distorsione. Valendosi di tale espressione, fa quindi un confronto fra la rettificazione per caratteristica di placca e quella per caratteristica di griglia, con vari valori della tensione applicata e della profondità di modulazione. Da questo risulta in ogni caso il vantaggio netto della rivelazione per caratteristica di griglia, la quale è anche notevolmente più efficiente. D'altra parte la distorsione in frequenza, cui essa dà luogo, è praticamente eliminata proporzionando bene capacità e resistenza di griglia; l'A. consiglia 100 $\mu\mu F$ e 0,5 M Ω. *M. B.*

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

H. H. HARRISON — **Perfezionamenti nei sistemi di telegrafia meccanica e nei metodi di trasmissione.** (J. I. E. E., Londra, novembre 1930, pag. 1369).

Il sistema meccanico inventato dal Baudot permette la trasmissione automatica dei segnali telegrafici da una linea ad un'altra e dà il modo di organizzare una rete di distribuzione telegrafica analoga a quella telefonica. L'apparecchio principale è il ripetitore meccanico a rigenerazione; per la trasmissione regolare dei segnali è necessario che tutti i ripetitori in serie sulla linea abbiano rigorosamente la stessa velocità e siano sempre in fase col trasmettitore. I regolatori di velocità in uso sono di quattro tipi: a forza centrifuga, a diapason, a pendolo e di tipo misto (il modello più recente è una composizione del tipo a diapason e di quello a pendolo). La regolazione della velocità si ottiene a mezzo di impulsi elettrici emessi dal regolatore centrale ad intervalli di tempo costanti e raccolti dagli apparecchi di trasmissione dei segnali; se la velocità di questi non è in perfetto sincronismo col regolatore, gli impulsi passano ad un relais che provvede a correggerla. La velocità del trasmettitore è sempre leggermente maggiore di quella del regolatore, così la correzione avviene sempre nello stesso senso e si compie attraverso ad un dispositivo differenziale.

La trasmissione delle lettere avviene a mezzo di impulsi elettrici in numero variabile da 1 a 5 ma in modo da richiedere sempre lo stesso tempo per ogni lettera; nel caso che gli impulsi siano in numero minore di cinque vi saranno degli intervalli di riposo fra l'uno e l'altro. Facendo tutte le combinazioni possibili fra gli impulsi e i periodi di riposo si possono riprodurre tutte le lettere dell'alfabeto con uguale ritmo; l'operazione è semplificata con l'adozione di dispositivi meccanici che danno direttamente la successione esatta degli impulsi e dei riposi per ogni lettera semplicemente schiacciando un tasto come in una macchina da scrivere. L'operatore acquista presto l'orecchio al ritmo ma in ogni caso l'apparecchio trasmettitore è fornito di un sistema di blocco che impedisce di formare una serie di impulsi prima che la precedente sia stata completamente inoltrata sulla linea. Questo sistema di trasmissione si chiama anche a 5 unità. Per facilitare il compito dell'operatore, specialmente nel caso di una trasmissione molto rapida, si usa il sistema a nastro nel quale la successione degli impulsi viene prima fissata in un nastro forato a mezzo di una speciale macchina da scrivere e poi il nastro viene presentato alla macchina da trasmissione e svolto con velocità costante. In un tipo di apparecchio recente le due macchine sono riunite in una e fra di esse è disposto un apparecchio di regolazione della velocità del nastro. Alla stazione ricevente gli impulsi elettrici vengono fissati sotto forma di punti su un nastro di carta che si svolge di moto continuo in modo da permettere una facile separazione di una lettera da un'altra. La velocità di trasmissione è di circa 120 lettere al minuto.

Il sistema Baudot è stato applicato anche in duplex; il vantaggio che si ottiene è piccolo perchè la capacità di trasporto della linea risulta aumentata solo del 33 % a causa della difficoltà di mantenere l'eguaglianza fra le caratteristiche elettriche della linea reale e di quella artificiale. E' stato introdotto dal Verdan un notevole perfezionamento che ha permesso di applicare il sistema Baudot anche nelle trasmissioni per radio eliminando l'inconveniente degli atmosferici; la trasmissione di una lettera viene ripetuta tre volte con un intervallo corrispondente a 6 lettere e l'impressione definitiva della lettera sul nastro è compiuta soltanto dagli impulsi elettrici che risultano confermati nelle tre volte. La probabilità che gli atmosferici seguano lo stesso ciclo è così notevolmente diminuita; fra una lettera e la sua ripetizione si trasmettono intanto altre 6 lettere che vengono pure ripetute nello stesso ordine. Il sistema Verdan è stato applicato nelle comunicazioni telegrafiche fra Parigi ed Algeri per via radio.

I segnali percorrendo una linea molto lunga subiscono una notevole attenuazione e una distorsione che rendono difficile la ricezione diretta coi metodi detti sopra; si rende perciò necessaria l'inserzione di ripetitori lungo la linea. Il tipo più semplice di ripetitore è costituito da un relais polarizzato a lamina vibrante che riceve i segnali dalla linea ed a seconda della loro direzione chiude la linea su l'uno o l'altro polo di una batteria locale di accumulatori; il segnale viene così riportato alla sua intensità iniziale. Se si vuole correggere anche la forma del segnale bisogna inserire un trasmettitore sincrono con quelli montati nella stazione di partenza tale quindi da permettere la ricostruzione del segnale; questo tipo di ripetitore combinato col precedente si dice a rigenerazione. La linea telegrafica in cavo che unisce Londra a Città del Capo contiene 5 ripetitori a rigenerazione, mentre quella che unisce S. Francisco di California con Londra ne contiene 7 a rigenerazione e 13 semplici ed ha una lunghezza totale di 11.840 km.

La tendenza moderna è di utilizzare i circuiti telefonici anche per la trasmissione dei segnali telegrafici; agli estremi della linea si mettono due filtri: uno adatto per le alte frequenze telefoniche e l'altro per quelle telegrafiche di valore più basso; per ridurre le interferenze si diminuisce l'intensità della corrente telegrafica. Questo sistema può funzionare con una velocità di trasmissione di 600 lettere al minuto su distanze di 150 km. La trasmissione telegrafica si può anche compiere con linee in cavo di notevole lunghezza: occorre amplificare gli impulsi mediante valvole termoioniche prima di trasmetterli ai relais di ripetizione.

Un tipo recente di trasmettitore a funzionamento intermittente è applicato sulle linee a scarso traffico perchè più economico; tutte le parti rotanti degli apparecchi trasmittenti e riceventi compiono una rotazione completa per ogni lettera trasmessa e si arrestano fra una lettera e la successiva; l'avviamento e l'arresto sono comandati a mezzo di impulsi elettrici che precedono e seguono i segnali di ogni lettera. Con questo sistema è più facile mantenere il sincronismo fra le due macchine e si può anche realizzare il funzionamento in duplex sulla linea, la velocità di trasmissione è compresa fra 40 e 65 lettere al minuto. L'A. ritiene che quest'ultimo metodo potrà soppiantare i precedenti quando sarà possibile realizzare lo smistamento automatico delle linee telegrafiche che fanno capo ad uno stesso centro come nella telefonia automatica.

L'esauriente articolo è completato da numerosi disegni schematici dei diversi tipi di apparecchi descritti. *I. L.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

H. L. HAZEN, O. R. SCHURIG, M. F. GARDNER — **L'analizzatore di rete M. I. T.** (J. A. I. E. E., ottobre 1930, pag. 872).

Con questo nome viene indicato un nuovo complesso di circuiti studiato dal Massachusetts Inst. of Technology per risolvere meccanicamente i problemi relativi all'esercizio di reti elettriche complesse tenendo conto di tutti gli elementi in giuoco, compresi gli spostamenti fra le macchine sincrone connesse. I precedenti schemi noti facevano uso di piccole macchine ruotanti in rappresentazione di quelle effettive: nel dispositivo attuale esse sono state sostituite tutte da trasformatori statici muniti di variatori di fase, con grande vantaggio nella semplicità dell'installazione e delle manovre. La tensione usata nei circuiti dell'analizzatore è di 200 V, a 60 periodi.

L'articolo descrive la costruzione dell'apparecchio e il suo impiego nella risoluzione in via sperimentale dei problemi, anche difficili e complessi, inerenti alle grandi reti di trasmissione di energia. Le costanti dei circuiti da studiare possono in generale essere riprodotte nell'apparecchio coll'approssimazione dell'1 %; le letture possono essere eseguite, mediante istrumenti trasportabili con inserzioni mobili in un punto qualunque del circuito. Le approssimazioni dei risultati finali attendibili sono dell'ordine dell'1 % per le tensioni, del 2 % per le correnti, del 3 % (con un massimo del 5 % pei valori più piccoli) per quanto riguarda le potenze effettive e reattive.

R. S. N.

G. MARKT — **L'economia nel trasporto a distanza dell'energia elettrica.** (E. u. M., N. 34, 26 ottobre 1930).

Il prezzo di costo del kWh è una funzione del costo di produzione e di quello di trasporto a distanza dell'energia elettrica. Interessano il costo di produzione: l'impiego del capitale nella centrale e le spese di esercizio della stessa; determinano l'onere per il trasporto dell'energia: l'impiego del capitale per l'ampliamento della centrale richiesto dalle perdite in linea, per la costruzione della linea di trasporto e delle cabine di trasformazione, nonchè le spese per l'eventuale provvista di combustibile necessario per compensare le perdite nella linea. Ne risulta che queste ultime hanno una importanza di primo ordine agli effetti del costo di trasporto della energia. Le perdite che entrano in considerazione sono: quelle ohmiche, quelle dovute a dispersione e ad effetto corona ed infine, quelle nel ferro e nel rame dei trasformatori. Le perdite ohmiche dipendono dal carico e dal fattore di utilizzazione del carico massimo: si possono dedurre dal diagramma di carico o, con approssimazione sufficiente, da curve ricavate da valori medi che danno la

percentuale delle perdite in funzione della durata annua di utilizzazione del carico massimo.

Per calcolare le perdite dovute a dispersione, si presuppone, in media per linee fino a 100 kV, un isolamento medio di 15 megaohm/km. Le perdite per effetto corona sono influenzate dalle condizioni atmosferiche; a seconda delle condizioni si calcola sopra valori che vanno da 0,3 a 1,2 kW/km.

Per i trasformatori, le perdite nel ferro si considerano indipendenti dal carico e si possono valutare a priori, mediamente nella misura del 0,6 % della potenza normale per macchine fino a 10.000 kVA e del 0,5 al 0,25 % per potenze variabili da 10.000 a 25.000 kVA. Le perdite nel rame variano in ragione del quadrato del carico e, a pieno carico, si possono valutare eguali al 2 % della potenza normale per trasformatori fino a 10.000 kVA ed eguali al 1,5 ÷ 0,8 % per potenze variabili da 10.000 a 25.000 kVA.

La valutazione delle perdite permette di esprimere facilmente il prezzo unitario di costo per il trasporto dell'energia in funzione della tensione della linea e della sezione dei conduttori; è possibile quindi scegliere il mutuo rapporto fra queste due quantità in modo da rendere minimo tale prezzo. Si determinano in tal modo la «sezione», la «tensione» e la «densità di corrente» più economiche.

L'A. espone alcuni esempi numerici coi quali indica come si può condurre in pratica il calcolo in questione. *V. D. Ma.*

F. W. Peek — **L'effetto delle sovratensioni transitorie sui dielettrici.** (J. A. I. E. E., ottobre 1930, pag. 568).

L'A. considera tre tipi di onde di sovratensione che possono essere usate nelle esperienze: onde rettangolari (realizzabili soltanto in via approssimata), onde con fronte rettilinea a inclinazione uniforme, onde «tipo» che imitano nel modo migliore possibile la forma delle onde che effettivamente si verificano in pratica sulle linee.

Sulla base delle esperienze eseguite, l'A. stabilisce alcune leggi in funzione delle seguenti grandezze: il «rapporto di impulso» β (cioè il rapporto fra la tensione di scarica e_0 a frequenza ordinaria di 60 periodi e quello e di scarica alla frequenza dell'onda considedata); il «ritardo» in microsecondi (cioè il tempo trascorso fra l'istante in cui la tensione sulla fronte d'onda raggiunge il valore di scarica alle frequenze normali e l'istante in cui il profilo dell'onda ripassa per questo valore discendendo); e una costante a.

Il ritardo è dato da:

$$t = \left(\frac{a}{\beta - 1}\right)^2$$

La tensione di scarica all'onda di impulso è data da:

$$e = e_0 \left(1 + \frac{a}{\sqrt{t}}\right).$$

Queste leggi valgono sia per gli isolatori di linea che per i dielettrici liquidi o solidi in genere. I valori di a e di β per diverse condizioni e diverse forme d'onda sono rilevabili da tabelle numeriche riportate dall'A.

I risultati delle formule e delle esperienze di laboratorio sono poi messi a confronto colle osservazioni eseguite su linee in esercizio. La conoscenza del «ritardo» è assai utile per provvedere, secondo le tendenze moderne, ad un razionale coordinamento dell'isolamento delle varie parti di un impianto. *R. S. N.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

F. Gelber — **L'elettrificazione delle ferrovie nell'Algeria.** (El. Bahnen n. 9, settembre 1930).

La rete ferroviaria dell'Algeria comprende 4350 km di linee, in parte a scartamento normale ed in parte a scartamento ridotto. L'andamento di tali linee è, in generale, assai accidentato, con forti pendenze e raggi ridotti nelle curve. Poichè l'approvvigionamento del carbone per tali ferrovie (400.000 ÷ 500.000 t/anno) rapresenta un onere assai grave per il Governatorato del Paese, è stato studiato, fin dal 1928, il problema dell'elettrificazione delle linee più importanti. La Commissione nominata a questo scopo propose l'elettrificazione di 6 tronchi situati tutti nel dipartimento orientale di Constantine. A tutto oggi, la tratta Duvivier-Oued Keberit, lunga 108 km, è già entrata in servizio a trazione elettrica.

Il sistema di trazione prescelto, dopo discussioni e confronti che l'A. riporta, è stato quello a corrente continua a 3000 V, convertita dalla corrente trifase a 50 periodi. Come convertitori sono stati adottati sulla Duvivier-Oued Keberit dei gruppi rotanti con motore sincrono e due dinamo in serie di 1500 V; è previsto però un largo impiego dei raddrizzatori a vapore di mercurio, isolati oppure funzionanti in parallelo coi gruppi rotanti, per quelle linee sulle quali non si vuol rinunciare al frenamento a ricupero d'energia.

I primi risultati di esercizio hanno dimostrato che l'economia realizzabile colla trazione elettrica è circa del 20 %. *V. D. Ma.*

Fatevi Soci vitalizi!

CRONACA

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

Nel *Génie civil* del 21 febbraio 1931, a pag. 197, sono esposti alcuni particolari di un *alternatore da* 44.000 *kVA* in costruzione presso le Officine Oerlikon, per una centrale sfruttante un salto di 25 metri sul fiume San Lorenzo nel Canadà; l'impianto, costruito dalla Beauharnois Power Corporation, avrà in avvenire una potenza installata di circa 1.500.000 kW. Il generatore, a 75 giri al minuto, è uno dei più grandi ad asse verticale sinora costruiti in Europa, giacchè ha un peso totale di 625 tonnellate, ed un diametro esterno della carcassa di 12 metri.

S. S.

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Le *Transactions of the Illuminantig Engineering Society*, nel numero di ottobre 1930, contengono alcune notizie riguardo allo *stato attuale dell'illuminazione degli aeroporti e delle rotte aeree*, negli Stati Uniti.

Per permettere l'effettuazione dei viaggi aerei notturni, si è provveduto all'illuminazione di 24.000 chilometri di aerovie ed a questo scopo, negli ultimi quattro anni, sono stati spesi circa 8.500.000 dollari. Negli ultimi otto mesi solamente, il Department of Commerce ha illuminato 7000 chilometri di aerovie, ha costruito ed illuminato 95 campi di atterraggio intermedi ed ha installato 433 fari rotativi e 68 fari ad intermittenza. Per un regolare funzionamento dell'attuale sistema d'impianti, il Governo contribuisce con uno stanziamento annuo di circa 5.000.000 di dollari. *G. Co.*

IMPIANTI.

La potenza totale prodotta dai *sei impianti elettrici sulle Cascate del Niagara* è di 1.180.000 kW con un consumo d'acqua di 1.500 m³/sec che rappresenta il massimo finora concesso tale cioè da non compromettere la grandiosità della cascata unica nel mondo. Alcuni particolari di questo complesso di impianti sono riportati su *The El. J.* (novembre 1930, pag. 669). Il salto utilizzabile nelle centrali più recenti è di 64 m; le turbine sono in maggioranza ad asse verticale e sviluppano delle potenze variabili da 7.500 a 51.000 kW. Nell'ultima centrale di Queenston si utilizza un salto di ben 93 m, soltanto di 6,4 m inferiore al dislivello esistente fra i laghi Ontario ed Erie lungo il corso del Niagara (cioè per uno sviluppo di 56 km); la potenza totale di questa centrale è suddivisa su 10 unità di 42.500 kW.

Disponendo delle isole artificiali lungo il corso del fiume si potrebbe raddoppiare la quantità d'acqua derivabile a monte della cascata e si potrebbe perciò portare a 2.360.000 kW la potenza elettrica ricavabile. Il progetto di questo ampliamento veramente grandioso è stato studiato su un modello delle cascate in scala fatto per dimostrare che con le isole artificiali si può anche dimezzare la portata del fiume che è di circa 6000 m³/sec senza togliere nessuna delle attrattive naturali alla cascata. *I. L.*

SOCIETA' SCIENTIFICHE. CONCORSI, ECC.

Il premio della Fondazione Giorgio Montefiore per l'anno 1929 è stato assegnato al nostro socio, Ing. Massimo Pestarini per una pubblicazione su «Les Metadines». I lettori del nostro giornale già conoscono gli interessanti studi del Pestarini sulla metadinamo (vedi *L'Elettrotecnica*, 15 novembre 1928, pag. 853). La pubblicazione che ha meritato all'egregio consocio il premio Montefiore costituisce una trattazione completa della metadinamo tanto nella sua teoria che nelle pratiche applicazioni ed è apparsa nell'anno 1930 sulla *Révue Générale de l'Electricité*.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Nel numero di settembre 1930 di «A.E.G. Mitteilungen» K. Krohne riferisce su un'esperienza di 25 anni di *trazione elettrica nell'azienda agricola* di Bärfelde che, trovandosi a una distanza di 9.5 km dalla stazione ferroviaria più prossima era collegata ad essa da una décauville di 60 cm di scartamento, con trazione a cavalli. La ferrovia fu elettrificata nel 1905. Malgrado la riduzione dell'interasse delle traversine a 600 mm, il carico massimo per ruota dovette essere tenuto di soli 750 kg a causa delle rotaie esistenti che non pesavano che 5 kg al metro. Si dovettero quindi costruire due locomotori a 4 assi a carrelli per un peso totale di 6 tonn. Furono messi in servizio due locomotori equipaggiati ciascuno con 4 motori a corrente continua a 500 volt e una potenza totale di 40.8 kW. Ciascun locomotore faceva giornalmente 5 servizi andata e ritorno rimorchiando un carico utile di 175 tonn. con una velocità di 16.7 km/h a carico. Il carico totale annuo trasportato era di 3500 tonn. verso l'azienda, e di 600 t. verso la stazione. Per il trasporto su strada ordinaria sarebbero occorsi 1500 giornate di lavoro. I locomotori funzionarono ininterrottamente fino al 1923, poi furono revisionati, combiando i cuscinetti con altri a sfere. *A. Bs.*

:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

Movimento delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

S.I.P. - Soc. Idroelettrica Piemonte — Torino.
Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio che consente la distribuzione di un dividendo di L. 10 per azione.
Società Orobia — Lecco — Capitale L. 59.500.000.
Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio chiusosi con un utile di L. 5.273.183 che consente di distribuire un dividendo di L. 28 per azione.
S.I.E.T. - Soc. Industrie Elettrotelefoniche — Torino.
Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio chiuso con un utile che consente di distribuire un dividendo di L. 9 per azione.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Soc. Edison Italiana di Elettricità — Milano.
Venne deliberato l'emissione di un prestito per obbligazioni non ipotecarie per un importo di 200 milioni di lire all'interesse del 6 %.
Soc. An. Ferrovie Elettriche Novaresi — Biella.
Venne approvato l'aumento del capitale sociale di L. 8.500.000 a L. 11.000.000 mediante emissione di 25.000 azioni da L. 100.
Soc. Forni Elettrici Alta Temperatura — Ascoli Piceno.
E' stato deliberato di aumentare il capitale a L. 500.000.
Soc. Allocchio e Bacchini e C. — Milano.
Venne deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 1.000.000 a L. 2.000.000.
Soc. An. Scientifica Radio Brevetti Ducati — Bologna.
Venne deliberato l'aumento del capitale da L. 300.000 a L. 500.000.
Soc. An. Impianto Elettrico Vicentino — Valdagno.
Venne deliberato di aumentare il cap. da L. 10.000 a L. 500.000.
Soc. Costruzioni Elettromeccaniche di Saronno — Milano.
Venne deliberato di ridurre il capitale sociale da L. 40.000.000 a L. 10.000.000 mediante riduzione del valore nominale delle azioni.
Soc. An. Telefoni Esercizio Privato — Vicenza.
E' stato deliberato di ridurre il capitale da L. 900.000 a L. 300.000 svalutando le azioni.
Soc. An. Industrie Elettriche — Milano.
Riduce il capitale sociale a L. 61.500, reintegrandolo successivamente a L. 301.500 mediante emissione di nuove azioni.

COSTITUZIONI, FUSIONI E SCIOGLIMENTI DI SOCIETA'.

Unione Esercizi Elettrici — Milano — Capitale L. 325.000.000.
Soc. Forze Idrauliche Italiane — Roma — Cap. L. 25.000.000.
Società An. Elettrica Tifernate - Città di Castello — Capitale L. 900.000.
Venne deliberata la fusione delle tre Società mediante incorporazione delle due ultime nella prima.
S.I.P. - Società Idroelettrica Piemonte — Torino.
S.I.E.T. - Società Industrie Elettrotefoniche — Torino.
Venne deliberata la fusione delle due Società mediante incorporazione della seconda nella prima.
Soc. Elettrica Valtellinese - Sondrio — *Soc. Elettrica Tellina.*
Venne deliberata la fusione delle due Società mediante assorbimento della seconda nella prima.
Soc. An. Officine Elettriche Genovesi - Genova — *Società An. Consorzio Distribuzioni Elettriche* - Genova.
Venne deliberata la fusione delle due Società mediante assorbimento della seconda da parte della prima.
Soc. Elettrica Alto Milanese - Busto Arsizio — *Società Anonima d'Elettricità Luce e Forza* - Parabiago — *Società An. Utenti Energia Elettrica* - Solbiate Arno — *Soc. An. Forza e Luce Elettrica* - Castano Primo.
Si è deliberata la fusione delle quattro Società mediante incorporazione nella prima la quale eleva il proprio capitale a L. 45 milioni.
Soc. An. Colonial Radio Corporation Italiana — Milano.
Si è costituita con capitale di L. 60.000.
Soc. Commercio Lampade Elettriche — Torino.
Si è costituita con capitale di L. 50.000.
Soc. An. Medese di Elettricità - Villoresi e C. — Milano.
Venne deliberato lo scioglimento anticipato e la liquidazione della Società.
Soc. An. Fabbrica Isolanti Elettrici in Bakelite - Giorgi e Vinci — Milano.
Venne deliberato lo scioglimento anticipato e la liquidazione della Società.

* *

Rassegna economica del mese di maggio.

Le elezioni presidenziali in Francia hanno portato una grossa sorpresa. Mentre era considerata quasi certa l'elezione di Briand, le urne hanno portato al potere una figura politicamente di secondo ordine, M. Doumer. La sconfitta elettorale di Briand ha creato per qualche tempo una curiosa situazione in quanto il Ministro degli Esteri francese si doveva presentare a Ginevra proprio pochi giorni dopo dell'esito della votazione cosicchè poteva nascere il dubbio che egli fosse veramente l'esponente autorevole dell'orientamento politico del suo Paese. La situazione, che non ha del resto creato imbarazzi all'azione di Briand a Ginevra, si è rapidamente chiarita col grande successo parlamentare ottenuto dal Ministro degli Esteri al suo ritorno a Parigi.

Curiose voci sono state messe in circolazione a Parigi circa un prossimo riavvicinamento politico italo-jugoslavo, col quale si mettono in relazione anche i colloqui avuti dal Ministro Grandi con Marinkovich a Ginevra. Tale riavvicinamento sarebbe ora, pare, visto favorevolmente a Parigi dove si ha attualmente tendenza a dare grande importanza all'atteggiamento italiano nelle questioni internazionali in corso!

Severi provvedimenti fiscali sono progettati in Germania e ritenuti di prossima attuazione per fronteggiare il deficit di 750 milioni di marchi previsto per l'esercizio 1931-32. Si tratterebbe di una imposta suppletiva sul reddito per 400 milioni di marchi, di una nuova riduzione del 4 all'8 % sugli stipendi ai funzionari per 70 milioni di marchi, di aumenti o ritocchi di tasse per 200 milioni, riduzioni di pensioni per 130 milioni. Inoltre sono previste economie per 110 milioni. Un complesso quindi di circa 900 milioni di marchi.

Affiora di tanto in tanto nelle discussioni internazionali la proposta della cancellazione dei debiti interalleati. Il Congresso della Camera di Commercio Internazionale a Washington, dove l'Italia era autorevolmente rappresentata, ha dato luogo a nuove manifestazioni in questo senso. I delegati inglesi hanno nettamente posto sul tappeto la questione illustrandone l'importanza internazionale e suscitando larghi consensi. Ma l'America continua a fare orecchio di mercante e il Tesoriere degli Stati Uniti ha colto la prima occasione presentatasigli per dichiarare che ogni discussione in proposito è oziosa!

*

Il famoso progetto di unione doganale austro-tedesca è stato esaminato e discusso animatamente al Consiglio della Società delle Nazioni a Ginevra. Naturalmente le divergenze si sono manifestate specialmente acute fra la Germania e la Francia, entrambi irrigidite sui loro punti di vista diametralmente opposti. Nè certo sarebbe stato possibile arrivare immediatamente ad un accordo soddisfacente della vertenza data la tensione degli spiriti che si era andata formando intorno alla questione nella quale, specialmente da parte francese, si insiste nel vedere una infrazione dei Trattati di pace.

Molta attesa vi era circa l'atteggiamento che sarebbe stato assunto dall'Italia, attesa acuita anche dal rigoroso riserbo nel quale si era mantenuto il nostro Governo. Specialmente l'opinione pubblica francese, attraverso l'espressione della stampa quotidiana, manifestava una certa preoccupazione quasi attendesse di vedere nel comportamento assunto in questo episodio l'indice di un orientamento definitivo dell'Italia verso la Germania o verso la Francia. Ma l'azione del nostro Paese è stata tale da mantenere intatta la nostra libertà di azione ed ha ancora una volta dimostrato che l'Italia considera tutti i problemi da un punto di vista ampio e complessivo, scevro di pregiudizi o di ripicchi, inteso solo a proteggere i propri vitali interessi pur nel campo dell'interesse generale della pace dei popoli.

L'On. Grandi a Ginevra ha dimostrato come il progetto di unione doganale così come è stato prospettato non risolva le difficoltà economiche dei due Paesi direttamente interessati, mentre può nuocere notevolmente alla economia di altri paesi, fra i quali il nostro. Per queste ragioni il Governo italiano non poteva dare la sua approvazione pura e semplice al progetto pur manifestandosi disposto a prenderlo nella più benevola considerazione, per gli sviluppi che esso può essere suscettibile di assumere nel vasto quadro della economia europea.

E' interessante osservare come l'azione dell'Italia sia stata così equa da non suscitare reazione nemmeno in Germania, mentre d'altra parte essa è stata salutata in Francia quasi come uno specialissimo atto di riavvicinamento della politica dei due paesi latini: errore indubbio di prospettiva in quanto come abbiamo detto, questo non è che un episodio che non vincola la nostra azione rispetto ai molti altri problemi che si agitano attualmente in Europa.

Così il progetto austro-tedesco, senza essere definitivamente sepolto, è stato rimandato all'esame in altra sede, cioè deferito alla Corte Internazionale dell'Aja la quale deve giudicare essenzialmente se il progetto sia compatibile cogli accordi e gli impegni derivanti dai Trattati di pace. La proposta del rinvio è partita dall'Inghilterra ed è stata accolta favorevolmente da tutti.

L'attività del Consiglio delle Nazioni non si è limitata all'esame del progetto di unione doganale. Sono state comunicate parecchie ratifiche delle Convenzioni che sono state a suo tempo concluse sotto gli auspici della Società delle Nazioni per preparare il terreno alla futura Conferenza pel disarmo che dovrebbe essere tenuta il prossimo anno. L'On. Grandi ha preannunciato la prossima ratifica da parte dell'Italia. La sede della Conferenza è stata definitivamente stabilita a Ginevra e come Presidente è stato scelto il Ministro inglese Henderson.

I colloqui ginevrini del nostro Ministro degli Esteri, che ebbe abboccamenti con molti uomini politici di altri Paesi e specialmente con Henderson e con Briand hanno rimesso di attualità la questione del patto navale, la quale come è noto giace attualmente inerte nell'imbarazzo suscitato dalla strana interpretazione proposta dalla Francia. L'interpretazione riesce inaccettabile all'Italia e all'Inghilterra, e

la Francia, che non sembra disposta a rinunciarvi, non ardisce d'altra parte assumersi apertamente la responsabilità di far fallire un accordo che aveva suscitato ovunque tanto plauso e tante simpatie.

Il casuale convergere dei punti di vista italiano e francese a Ginevra in quest'ultima tornata del Consiglio, ha riaperto le speranze nella possibilità di superare le ultime difficoltà e arrivare ad un accordo italo-francese che completi il famoso patto navale anglo-nippo-americano.

Non vi è dubbio che anche di questo i Ministri responsabili avranno parlato a Ginevra ma non si può, per ora, asserire che qualche cosa di nuovo e di promettente si sia manifestato al riguardo. Che se anzi si osservano gli atteggiamenti assunti dal Consiglio Superiore della Marina francese si avrebbe motivo di ritenere che l'accordo sia quanto mai lontano. E' difatti apparsa una nuova tesi secondo la quale la marina francese dovrebbe essere in ogni momento almeno equivalente alla somma di quella italiana e di quella tedesca. Formula che viene trovata in Francia perfettamente logica perchè analoga a quella inglese del «two power standard». E' chiaro che una simile formula non potrebbe in alcun modo venire presa in considerazione dal nostro Paese.

Il successo, almeno provvisorio, ottenuto a Ginevra nella questione dell'unione doganale è stato amareggiato in Francia da un insuccesso toccato nei riguardi della Banca dei Regolamenti Internazionali. Si trattava di deliberare circa la costituzione del Consiglio di Amministrazione della Banca e la Francia aveva proposto che la Cecoslovacchia, la Jugoslavia, la Polonia, l'Austria e l'Ungheria, paesi interessati alla funzione della Banca come creditori e debitori fossero rappresentati nel Consiglio allo stesso titolo dell'Olanda, della Svizzera e della Svezia. La questione era di una certa importanza poichè la inclusione di parecchi Stati satelliti della Francia avrebbe assicurato ad essa la maggioranza nel Consiglio della Banca la quale, come è noto, ha funzioni molto importanti nei riguardi dell'economia europea specialmente in quanto si connette alle riparazioni.

La proposta francese ha raccolto l'appoggio soltanto del Belgio ed è stata quindi respinta mentre veniva approvata la proposta americana di esclusione di quegli Stati. L'amarezza in Francia è stata abbastanza sentita tanto più che la Francia è la principale azionista e la principale depositaria della Banca dei Regolamenti Internazionali; colla nuova costituzione del Consiglio, la Francia può essere messa in minoranza su qualunque questione che riguardi i pagamenti delle riparazioni e anologhe questioni.

A Praga è stata tenuta la Conferenza interparlamentare internazionale del commercio, la quale ha approvato alcune mozioni intorno alla crisi economica attuale, auspicando una riduzione delle barriere doganali, l'aumento dei salari per accrescere le capacità di acquisto, il contingentamento della produzione, la lotta contro ogni forma di «dumping».

Interessanti notizie si hanno circa l'andamento delle trattative commerciali colla Ungheria e coll'Austria. Come è noto, già da un anno circa erano state iniziate discussioni con esperti austriaci e ungheresi allo scopo di giungere ad accordi che facilitassero gli scambi commerciali, il credito e l'organizzazione dei trasporti. Le pratiche sono state attivamente riprese e probabilmente da tale ripresa non è esclusa l'influenza del proposto piano di unione austro-tedesca contro il quale l'Italia deve salvaguardare i propri interessi rappresentati da importanti correnti di traffico che non possono essere lasciati senza opportuna protezione.

Si afferma che sono ormai pronti per la firma i due Trattati coll'Ungheria e coll'Austria. Il maggior interesse della questione sta nel fatto che i due trattati sono congegnati in modo da costituire quasi un accordo unico che vincola i tre Paesi e crea notevoli legami di ordine economico tra l'Ungheria e l'Austria. Pare cioè che l'accordo si basi sulla ripartizione dei prodotti agricoli ungheresi, stabilendo delle quote di importazione in Austria bilanciate da esportazioni austriache di prodotti manufatti, in Ungheria. La eccedenza fra la quota di esportazione ungherese prevista e la possibilità di assorbimento del mercato austriaco, verrebbe acquistata dall'Italia. Nel bilancio degli scambi così previsti risulterebbe una passività commerciale per l'Austria, ma essa sarebbe compensata da vantaggi ottenuti dall'Austria nei riguardi del suo movimento commerciale coll'Italia.

D'altra parte l'Italia sarebbe riuscita ad assicurarsi la esportazione di contingenti fissi dei suoi prodotti industriali sia in Austria che in Ungheria con un diritto preferenziale assai basso ottenuto per mezzo di crediti, a interesse favorevole, concessi alla esportazione. Le esportazioni italiane considerate da questo accordo interessano specialmente le industrie delle paste alimentari, delle automobili, dei cappelli e dei tessuti di seta; anche l'agricoltura vi è interessata per forti esportazioni di frutta.

Per l'inizio della prossima estate è previsto un viaggio di industriali italiani in Russia, allo scopo di studiare nuovi mezzi per facilitare e incrementare gli scambi commerciali fra i due Paesi.

*

Continua il movimento di contrazione nelle esportazioni e nelle importazioni delineatosi ormai già da molti mesi.

Durante l'aprile di quest'anno il valore delle merci importate in Italia è stato di 1080 milioni di lire, mentre era stato di 1569 milioni di lire nell'aprile del 1930. Si è dunque verificata una contrazione di 490 milioni circa. Nello stesso mese di aprile le esportazioni sono ammontate quest'anno a 812 milioni di lire contro 1037 milioni nel 1930; la contrazione è stata dunque limitata a 225 milioni di lire circa. Ne deriva, pel mese considerato un alleggerimento di 265 milioni nella bilancia dei pagamenti all'estero.

Estendendo le considerazioni a tutto il primo quadrimestre dell'anno, risultano nel 1931, esportazioni per complessivi 3181 milioni di lire, ed esportazioni per 4164 milioni, mentre nel 1930 le corrispondenti cifre erano state rispettivamente di 4133 milioni e di 6077 milioni Si è dunque verificata una diminuzione di 950 milioni circa nelle esportazioni e di 1910 milioni circa nelle importazioni. Per conseguenza il disavanzo nei pagamenti all'estero viene alleggerito notevolmente passando da 1944 milioni nel 1930, a 983 milioni nel 1931 con un miglioramento di poco meno di un miliardo in quattro mesi.

Tale risultato è stato ottenuto sebbene continui a gravare sul nostro commercio coll'estero il forte incremento delle importazioni di grano: nell'aprile di quest'anno se ne importarono oltre due milioni di quintali mentre nello stesso mese dell'anno precedente non si erano toccati 1.400.000 quintali. Dal primo luglio 1930 alla fine aprile 1931, l'aumento complessivo è stato di oltre 10 milioni di quintali.

Tutto ciò contribuisce naturalmente a migliorare le condizioni della bilancia dei nostri pagamenti coll'estero, la quale però è affetta da una quantità di altri coefficienti che prescindono dal movimento commerciale vero e proprio. Anzitutto la forte contrazione dei noli e le cattive condizioni del mercato del tonnellaggio mercantile disponibile, hanno ridotto fortemente una voce di entrate di pagamenti esteri che era andata assumendo una grande importanza: quello cioè degli apporti dovuti alla nostra marina mercantile che aveva saputo tanto brillantemente affermarsi all'estero.

Anche le così dette esportazioni invisibili, cioè le spese eseguite in Italia dai sudditi esteri sono in diminuzione: ciò è in relazione sia al minor numero di turisti venuti in Italia sia anche per avvenuti spostamenti di categorie fra i turisti stessi.

Pure in contrazione molto sensibile sono le rimesse degli emigrati. Sebbene non sia possibile istituire al riguardo statistiche precise, tuttavia dagli accertamenti eseguiti presso alcuni grandi Istituti di Credito è risultato che le rimesse il cui valore si era mantenuto intorno a 1750 milioni di lire negli anni 1928 e 1929, è disceso a 1400 milioni nel 1930, e tende a contrarsi ulteriormente nell'anno in corso. Si risentono qui direttamente le ripercussioni della crisi economica nei vari Paesi dell'estero e specialmente dell'America dove le nostre colonie sono tanto numerose.

Una voce attiva in questo complesso bilancio è portata dalla eccedenza delle riparazioni di guerra sulle quote di pagamento dei nostri debiti bellici; nel 1930 tale eccedenza è stata di quasi 350 milioni di lire.

Una partita affatto speciale è costituita dal rimpatrio di titoli italiani collocati all'estero, a cui fa riscontro l'investimento di capitali italiani in operazioni con altri Paesi. Nel 1930 infatti vennero collocati in Italia titoli di obbligazioni estere per complessivi 444 milioni di lire, oltre a 150 milioni autorizzati come partecipazioni finanziarie straniere. Queste somme vengono a gravare sulla nostra bilancia dei pagamenti ma giova al nostro Paese sia aumentandone il credito all'estero sia incrementandone l'autorevolezza politica.

Nel complesso, la nostra bilancia dei pagamenti coll'estero si mantiene abbastanza equilibrata e nel corrente anno tende a migliorare essendo la contrazione delle voci attive sensibilmente meno pronunciata di quella delle voci passive.

Per quanto riguarda più particolarmente il movimento commerciale non vogliamo tralasciare di rilevare che, mentre alla diminuzione di valore delle importazioni corrisponde una effettiva diminuzione anche in quantità, il contrario si verifica per le esportazioni le quali presentano un incremento di tonnellaggio. Infatti nel primo trimestre di quest'anno le statistiche danno una diminuzione di oltre un milione di tonnellate nelle importazioni, mentre registrano un aumento di 23.400 tonnellate per le esportazioni. Questi dati sono riconfermati dai risultati delle statistiche del traffico ferroviario ai valichi di frontiera, le quali pure registrano un sensibile aumento nel tonnellaggio delle merci in uscita: in ordine di importanza presentano il massimo incremento percentuale i valichi verso l'Austria; seguono quelli colla Svizzera, colla Francia e ultimi quelli colla Jugoslavia.

Abbiamo dato nelle precedenti Note ampia notizia del nuovo accordo commerciale stipulato colla Russia per la fornitura di merci per 350 milioni di lire entro il corrente anno. Continuano nella stampa politica straniera i commenti a questo accordo che riconferma una precisa tendenza di collaborazione commerciale fra i due Paesi retti da così diversi principi politici.

Tutte le prevenzioni più o meno sincere o più o meno interessate che hanno per parecchi anni regnato specialmente all'estero contro la capacità ricostruttiva del presente regime in Russia, vanno ormai cadendo di fronte alla evidenza dei fatti ed alla progressiva e soddisfacente (se anche — come è naturale, non integrale) realizzazione del piano quinquennale per la industrializzazione del Paese.

Perfino la Francia che era stata sempre alla testa della politica anti russa e che aveva osteggiato seriamente l'espansione commerciale russa, rinnega ormai le sue pregiudiziali, rivedendo le sue posizioni e cercando di stringere accordi commerciali col grande paese dell'oriente europeo.

In America si delinea pure un deciso movimento contro gli ostacoli posti al commercio colla Russia. Questi ostacoli d'altra parte non hanno impedito il formarsi di una forte corrente di traffici tanto che la Russia è divenuta nel 1930 la prima cliente degli Stati Uniti im-

portando per oltre 110 milioni di dollari di merci americane. La Germania è da tempo in attivo commercio colla Russia.

Per quanto direttamente ci riguarda è assai interessante la notizia che viene propagata in via ufficiosa secondo la quale il Governo russo avrebbe deliberato di usare il versante adriatico del nostro Paese come base dell'esportazione del carbone e della nafta nel bacino mediterraneo. Per i carboni e l'antracite del Donetz saranno utilizzati i porti di Trieste e di Fiume, mentre pei petroli la base principale sarà stabilita a Bari.

*

Una importantissima operazione finanziaria è stata compiuta e portata felicemente a termine durante il mese di maggio. Come è noto venivano a scadere questo anno circa quattro miliardi di Buoni novennali del Tesoro e la questione del rimborso di tale vistosa somma nelle presenti difficili circostanze economiche si presentava certamente assai ardua. Il Governo aveva d'altra parte ripetutamente affermata la volontà di non ricorrere ad alcuna forma di conversione forzosa che avrebbe nuociuto al credito dello Stato. Il problema si presentava quindi veramente difficile ed occorreva trovarne una soluzione che non pregiudicasse la saldezza delle finanze statali.

All'estero la cosa era considerata con vivo interesse e ad essa si collegavano senza dubbio le voci insistentemente messe in circolazione, in certi ambienti finanziari, di attive ricerche di prestiti esteri da parte del nostro Governo. Sebbene queste voci fossero state più volte autorevolmente smentite, esse continuavano a circolare e si erano anzi intensificate nell'approssimarsi della data di scadenza.

La via scelta dal nostro Governo è stata invece affatto diversa e si è basata sulla fiducia del Paese e sul risparmio nazionale. Infatti, come è noto, venne decretata l'emissione di un nuovo prestito interno inteso appunto a fornire al Tesoro i mezzi necessari per provvedere al rimborso dei Buoni in scadenza. Il congegno del prestito era studiato in modo da produrre il minimo aggravio alle finanze statali. Si trattava della emissione di un nuovo titolo che sostanzialmente riproduceva le caratteristiche del vecchio con qualche modifica intesa a renderlo più appetibile pel privato risparmiatore.

Si emisero cioè dei nuovi Buoni novennali anch'essi al 5 % ma ad un prezzo di emissione di 95 per ogni 100 lire nominali. Inoltre vennero modificate le modalità dei sorteggi dei premi aumentandone l'importanza. Il portatore dei Buoni novennali in scadenza poteva così scegliere fra il rimborso integrale puro e semplice o la sostituzione coi nuovi Buoni ricevendo anche il premio di 5 lire per ogni 100 come differenza del prezzo d'emissione. Il nuovo titolo si presentava come un investimento sicuro e conveniente in quanto, tenuto conto del prezzo di emissione e del rimborso, il reddito effettivo saliva fin quasi al 6 %, e lo superava quando si tenesse conto dell'ammontare matematico delle probabilità dei premi. Era quindi logico attendersi il successo del nuovo prestito il cui ammontare era stato in un primo tempo limitato a quattro miliardi.

L'onere per lo Stato era previsto relativamente piccolo poichè si riteneva che le conversioni avrebbero grandemente superato i rimborsi e d'altra parte la quota annuale di interessi da pagare ai portatori rimaneva dello stesso ordine di grandezza di quella pagata negli anni precedenti.

Ma se le previsioni erano state favorevoli, il risultato superò veramente ogni previsione e costituì un successo che si può definire grandioso. I quattro miliardi furono coperti in pochissimi giorni, le richieste di rimborso furono minime, e alla data di chiusura prefissata per il prestito risultarono superati i 7 miliardi di lire di sottoscrizioni.

Caratteristica è stata l'abbondanza delle piccole sottoscrizioni le quali stanno a dimostrare la fiducia che è largamente diffusa in tutti i ceti della nazione, nella saldezza della nostra situazione politica e finanziaria. Perfino nelle colonie l'affermazione fu relativamente importante. Così vennero sottoscritti 6 milioni in Tripolitania, 3 milioni in Cirenaica, oltre due milioni in Eritrea e circa 400.000 lire in Somalia.

Il successo oltre previsione del prestito ha fatto nascere una curiosa questione che è stata per qualche giorno dibattuta con una certa animazione: cioè l'opportunità o meno da parte della finanza statale di accettare la troppo cospicua offerta del privato risparmio. Si prospettava infatti da alcuni le possibilità che il Governo potesse giovarsi delle vistose somme messe a sua disposizione del prestito per convertire altre forme di passività ora esistenti e che risultassero più onerose pel Tesoro che il nuovo titolo emesso. Senonchè, escluso il Consolidato e il prestito Morgan che non è redimibile, non restano a considerare che i 5 miliardi circa di debito redimibile e la somma poco minore del debito fluttuante. Ma per tutte queste voci l'interesse corrisposto del Tesoro è inferiore a quello dei nuovi Buoni che supera il 6 %; infatti i titoli di debito redimibile fruttano il 3,50 % o, al massimo, il 5 % e quanto al debito fluttuante esso è essenzialmente costituito dai conti correnti colla Cassa Depositi e Prestiti i quali pure importano un interesse minore di quello dei Buoni.

Non appariva quindi giustificata l'accettazione delle forti somme offerte dal risparmio privato e infatti a troncare ogni discussione è venuta la decisione del Governo che limita a soli cinque miliardi l'ammontare del prestito: le sottoscrizioni quindi saranno soddisfatte in proporzione, tenendo però in considerazione di particolare favore quelle di minore importanza.

*

Il prestito è stato dunque un vero successo della finanza italiana e come tale è stato riconosciuto anche all'estero. Alcuni grandi enti finanziari esteri, anche americani, hanno telegrafato le loro congratulazioni al nostro Governo per la brillante riuscita dell'operazione. Nessun dubbio che ciò ha giovato a rinsaldare la fiducia internazionale nella saldezza della nostra finanza.

Del compiacimento generale si è fatto buon interprete il Ministro Mosconi nel suo autorevole discorso alla Camera, nel quale ha sintetizzato efficacemente l'attuale situazione del Paese. Dopo avere nuovamente smentito le voci di nostre ricerche di prestiti all'estero, il Ministro delle Finanze ha invece rivelato come da parte di gruppi finanziari esteri fossero giunte spontanee offerte di appoggio finanziario e di concessioni di prestiti, offerte che furono declinate.

Quanto all'impiego delle somme ricavate dal nuovo prestito, il Ministro ha dichiarato che esse non serviranno a coprire il deficit dell'esercizio in corso, salvo per le poche decine di milioni di lire che rappresenteranno, alla chiusura dell'esercizio, il disavanzo del capitolo movimento capitali.

Il deficit complessivo dell'esercizio 1930-31 è stato previsto dal Ministro di poco inferiore al miliardo di lire, molto al di sotto dunque dell'esercizio. Questo miglioramento della situazione è conseguenza di quegli accertamenti di economie e di maggiori entrate che si verificano di ordinario alla chiusura di ciascun esercizio.

Un complesso di cause hanno contribuito all'accumularsi di questo disavanzo, ad onta delle misure preventive prese per fronteggiare le spese.

Prima ancora dell'inizio dell'esercizio si riconobbe la necessità di aumentare di 500 milioni di lire gli stanziamenti per la difesa dello Stato e di assegnare 300 milioni a lavori straordinari di opere pubbliche per lenire la disoccupazione. La maggior spesa veniva però subito fronteggiata con un aumento della tassa di scambio e dall'aumento nel gettito del dazio del grano in seguito all'aumento dell'importazione e dell'elevazione dell'aliquota di dazio.

Ma successivamente nuove cause intervennero a turbare l'equilibrio della bilancia. Nuovi oneri per 900 milioni si resero necessari, di cui 162 milioni in seguito a pubbliche calamità: terremoti, cicloni, ecc. Si provvide allora a realizzare delle economie, riducendo altre voci di spese e diminuendo gli stipendi agli impiegati: si alleggerì in tal modo il bilancio di 636 milioni.

Ma tutto ciò non valse ad arginare l'aumento progressivo del deficit che si è andato accumulando mese per mese. E ciò specialmente in causa della contrazione verificatasi nel gettito di parecchie voci di imposte in conseguenza della crisi generale della industria e della economia del Paese.

Per questa ragione anche pel nuovo esercizio si sono previste, come è noto, delle forti riduzioni nelle entrate per un complesso di oltre un miliardo di lire di cui 817 milioni nelle imposte dirette, 392 milioni per le imposte sui consumi, 385 milioni pei monopoli: una voce di compenso è data da 500 milioni di aumento nella tassa di scambio in ragione del noto aumento dell'aliquota. Per quanto riguarda le spese è previsto un minore onere per 387 milioni, ma sono ancora in corso gli studi per realizzare ulteriori economie.

La situazione di Tesoreria manifesta una tendenza all'aumento del debito fluttuante che deve essere sorvegliata. Durante l'esercizio in corso infatti i conti correnti colla Cassa Depositi e Prestiti sono aumentati di 1500 milioni. Vero è che nello stesso tempo anche il fondo di Cassa del Tesoro è aumentato di circa 1790 milioni cosicchè il maggiore indebitamento risulta più apparente che effettivo. D'altra parte è migliorata la questione dei residui in quanto la differenza fra residui passivi e attivi è discesa da 5483 milioni, fino a 3928 milioni con un beneficio di circa un miliardo e mezzo su questa voce che rappresenta sostanzialmente un debito latente.

Il Ministro ha chiaramente riconosciuto che pel Tesoro il modo migliore per sopperire alle esigenze normali di cassa non è di certo quello del conto corrente e che bisogna tendere a ritornare al metodo tradizionale dei Buoni ordinari a breve scadenza.

La situazione della Cassa Depositi e Prestiti è però saldissima e non dà alcuna ragione di preoccupazione. Il risparmio postale da cui essa è alimentata segna infatti un notevole incremento che è stato di 1270 milioni nel corso dell'anno 1930 e di 650 milioni nei primi quattro mesi del 1931. Durante il 1930 i mutui concessi dalla Cassa Depositi e Prestiti sono stati di 420 milioni, e nei primi quattro mesi dell'anno in corso si è arrivati a 135 milioni di lire.

Interessanti notizie sono state fornite dal Ministro circa l'attività della Cassa di Ammortamento del Debito Pubblico. Come è noto era stato disposto in occasione dell'ultimo aumento sui prezzi dei tabacchi, che sul maggior introito venisse devoluto alla Cassa di Ammortamento una aliquota pari a 500 milioni all'anno. Le mutate condizioni di cose e il diminuito gettito dei tabacchi, indice notevolissimo della crisi economica, hanno impedito la realizzazione integrale di tale programma costringendo a ridurre il versamento anno a 200 milioni di lire. Tuttavia, dal giorno della sua costituzione, la Cassa di Ammortamento ha potuto ritirare dalla circolazione 1210 milioni di lire di titoli, dei quali 779 furono già annullati e i rimanenti sono pronti per l'annullamento.

Si è continuato anche, per 165 milioni, durante il corrente esercizio l'ammortamento del prestito estero noto come prestito Morgan.

La circolazione, pur fortemente ridotta in questi ultimi anni, si

mantiene ancora superiore a quella prebellica; come termine di confronto va preso quello del 1913 perchè già nel 1914 si manifestavano i sintomi della inflazione conseguente al fenomeno della guerra.

*

Il Conto corrente del Tesoro al 30 aprile u. s., porta la situazione della finanza statale alla fine del decimo mese di esercizio.

Caratteristica è la forte riduzione nell'importo del disavanzo mensile che, per l'aprile è stato limitato a 16 milioni di lire nella parte effettiva. Esso è stato molto inferiore alla media di tutti mesi precedenti che risulta di 144 milioni di lire. Per effetto del disavanzo di aprile, il deficit totale dei primi dieci mesi di esercizio, nella parte effettva del bilancio sale da 1273 milioni a 1289 milioni di lire.

La categoria movimento capitali chiude con un deficit totale di 138 milioni di lire. Nell'insieme delle due categorie si arriva quindi a un disavanzo complessivo di 1427 milioni di lire, con un aumento di soli 36 milioni su quello registrato a fine di marzo.

Durante l'aprile gli accertamenti di entrate effettive sono stati di 1582 milioni, mentre gli impegni di spese sono saliti a 1598 milioni di lire.

Il fondo di Cassa, alla fine di aprile, ammontava a 2372 milioni di lire, liquide e immediatamente spendibili, delle quali 2134 milioni in conto corrente presso la Banca d'Italia e 238 milioni presso la Zecca, la Tesoreria e i corrispondenti del Tesoro all'estero.

Il totale dei debiti interni alla fine del mese di aprile aumentava a 89.504 milioni segnando, sulla situazione del mese precedente, un aumento di 197 milioni dovuti al debito fluttuante per maggiori fondi affluiti sui conti correnti fruttiferi col Tesoro.

La circolazione cartacea, al 30 aprile scorso, si ragguagliava a 14.881 milioni di lire, segnando una diminuzione di 153 milioni durante il mese di aprile, e toccando così il minimo assoluto dopo la cuspide del 1920. In graduale aumento si presentano invece le riserve della Banca d'Italia le quali al 31 marzo u. s., ammontavano a 9410 milioni di lire.

Il mese di aprile ha portato un ulteriore alleggerimento alla situazione della disoccupazione che aveva toccato il suo massimo alla fine del mese di febbraio. Dopo il forte assorbimento di mano d'opera verificatosi durante il marzo, è continuata durante l'aprile la diminuzione nel numero dei disoccupati. Si è così scesi da 709.486 operai senza lavoro al 31 marzo, a 670.355 alla fine del mese di aprile, con un miglioramento di circa 40.000 operai. Come è naturale, dato l'influsso stagionale, la maggiore chiamata di operai si è verificata nelle categorie delle lavorazioni agricole ed edili.

All'estero le condizioni del mercato del lavoro si mantengono sempre gravi e, nella maggior parte delle grandi nazioni sono assai peggiori che da noi. Con riferimento alla data del 30 aprile u. s. si registravano ancora 4.389.000 disoccupati in Germania, 2.520.113 in Inghilterra, oltre 5 milioni agli Stati Uniti, ecc. Perfino in Francia dove la crisi si è manifestata soltanto molto tardi, il numero dei disoccupati è andato rapidamente aumentando fino a superare i 300.000 operai senza lavoro.

Qualche leggero accenno di ripresa di attività si è andato manifestando in alcune industrie e può essere rilevato come un buon auspicio. Così la produzione dei materiali metallici si presenta in aumento rispetto al mese di gennaio: la produzione della ghisa durante l'aprile è aumentata di quasi 9500 tonnellate, quella dell'acciaio di 11.000 tonnellate, quella dei laminati di oltre 900 tonnellate. Altrettanto può dirsi pei metalli diversi dal ferro e per le ferro-leghe; le cifre riassuntive del primo trimestre di quest'anno messe a confronto con quelle del primo trimestre del 1930 dimostrano un aumento non trascurabile: 1008 tonnellate per le ferro-leghe, 1316 tonnellate pel piombo, 400 tonnellate per lo zinco, 160 tonnellate per l'alluminio.

Un certo maggior movimento degli scambi interni è rivelato dall'incremento della massa di liquidazioni giornaliere delle stanze di compensazione che segnano una tendenza ad essere superiori a quelle dello scorso anno.

Nel complesso mentre è pur certo che la crisi continua a imperversare con tutte le sue gravi conseguenze di indole generale in Italia come all'estero, bisogna anche riconoscere che il Paese resiste validamente alla bufera e che questo è un sintomo non dubbio della probabilità di una rapida ripresa non appena le condizioni generali ne permetteranno l'inizio. Quanto alla previsione di questa data auspicata, essa dipende da troppi coefficienti complessi e qualche volta imponderabili, perchè sia possibile o ragionevole voler avanzare delle ipotesi e delle profezie.

*

La svogliatezza e il malumore delle nostre Borse sconvolge ogni logica previsione e non trova giustificazione adeguata nella realtà economica del momento. Abbiamo più volte rilevato questo fatto senza bisogno di insistervi ulteriormente.

La fisonomia del mercato borsistico del mese di maggio è quindi intonata al solito grigiore: scarsezza di affari e pesantezza di quotazioni dovute alle forti svendite. Anche titoli solidissimi e di sicuro reddito sono scesi a un livello che garantisce interessi altissimi al compratore e pur tuttavia vengono offerti insistentemente senza trovare un corrispondente assorbimento.

Fanno eccezione i titoli di Stato che si difendono bene e si sottraggono quasi completamente alle cattive tendenze del mercato, dimostrando una fermezza di ottimo augurio.

Molto sorvegliati e con scarse contrattazioni i bancari.

Poco trattati ma con tendenza nettamente pesante i titoli tessili in genere, per quanto con andamento un poco irregolare.

Abbastanza movimentato è stato il gruppo dei titoli meccanici e metallurgici; ad onta della buona difesa spiegata pei titoli maggiori si notano quotazioni generalmente cedenti.

Larga attività fra gli alimentari e i saccariferi che hanno avuto in generale una intonazione migliore degli altri comparti. Altrettanto può dirsi degli immobiliari. I titoli dei trasporti sono stati abbastanza movimentati ma piuttosto pesanti. In regresso i titoli di esportazione.

Diffusa e sensibile attività si è manifestata negli elettrici, abbastanza resistenti sebbene non abbiano potuto sottrarsi a qualche falcidia.

RENATO SAN NICOLO'.

*

Variazioni dei titoli elettrici nel mese di maggio.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	500	566,—	556,—	538,—
Lombarda	500	476,—	459,—	416,—
Bresciana	200	200,—	188,—	180,—
Adamello	250	166,—	160,—	147,—
Unione Esercizi Elettrici	50	64,—	61,50	56,50
Elettrica Alta Italia	250	140,—	136,—	135,—
Officine Elettriche Genovesi	250	279,—	260,—	270,—
Adriatica	100	188,—	179,—	166,—
Compagnia Imprese Elettriche Liguri	175	191,—	184,—	183,—
Ligure Toscana	200	232,—	231,—	230,—
Generale Elettr. della Sicilia	100	72,—	70,50	71,—
Elettrica Brioschi	250	370,—	380,—	370,—
Emiliana Esercizi Elettrici	350	349,—	350,—	348,—
Forze Idrauliche Crespi	375	430,—	430,—	430,—
Elettrica Valdarno	100	175,—	175,—	170,—
Tirso	250	154,—	155,—	155,—
Terni	400	351,—	348,—	344,—
Meridionale di Elettricità	250	269,—	260,—	245,—
Idroelettrica Piemontese	125	121,—	120,—	118,—
Dinamo	200	171,—	171,—	170,—
Elettricità e Gas di Roma	500	753,—	754,—	720,—

*

Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di maggio.

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI

Carboni da vapore:			
Cardiff primario	L. 164,—	a L. 166,—	alla tonn.
Americano	» 155,—	» » 157,—	»
Slesia	» 135,—	» » 137,—	»
Sarre	» 148,—	» » 156,—	»
Antraciti:			
Inglese primaria (in pezzatura)	» 238,—	» » 273,—	»
Tedesca (in pezzatura)	» 249,—	» » 273,—	»
Coke:			
Coke da gas nazionale	» 185,—	» » —,—	»
» metallurgico inglese	» 180,—	» » 182,—	»
» » nazionale	» 192,—	» » 194,—	»
Petrolio	» 183,—	» » 203,—	al Q.le
Nafta:			
Per Diesel	» 475,—	» » 550,—	alla tonn.
Per caldaie	» 270,—	» » 320,—	»
Benzina in fusti	» 218,—	» » 278,—	al Q.le

METALLI

Ghisa:			
Eglinton N. 1	» 585,—	» » 590,—	alla tonn.
Middlesbrò N. 3	» 470,—	» » 475,—	»
Ematite	» 510,—	» » 515,—	»
Lussemburgo-Lorena	» 390,—	» » 395,—	»
Ferro:			
Laminato omogeneo	» 76,50	» » 85,50	al Q.le
Poutrelles	» 80,50	» » 83,50	»
Lamiere da 4 mm. in più	» 100,—	» » —,—	»
Acciaio:			
Rapido per utensili	» 350,—	» » 1400,—	»
Martin resist. 50-70	» 100,—	» » 140,—	»
Tubi bollitori	» 275,—	» » 330,—	»
Rame:			
Elettrolitico	» 425,—	» » 445,—	»
In fogli comuni	» 630,—	» » 650,—	»
In barre tonde e quadre	» 635,—	» » 675,—	»
Stagno in pani	» 1050,—	» » 1100,—	»
Zinco in pani 1ª fusione	» 155,—	» » 165,—	»
Piombo in pani 1ª fusione	» 135,—	» » 145,—	»
Antimonio in pani	» 455,—	» » 475,—	»
Ottone in barre	» 420,—	» » 430,—	»
Alluminio in pani	» 750,—	» » 800,—	»

LIBRI E PUBBLICAZIONI

D. ADANTI. — *L'illuminazione elettrica* (Torino, Unione Tipografico Editrice Torinese, 1931. - Un volume di cm. 17×24 di 368 pagine con 212 figure. - Prezzo, rilegato, L. 40).

Quello dell'illuminazione è stato, fra i diversi rami delle tecnologie elettriche uno di quelli che meno ha seguito il vertiginoso progresso della tecnica. Soltanto relativamente da pochi anni esso ha preso a evolversi rapidamente fino a costituire un corpo di dottrina a sè, che viene coltivato con passione da tecnici specialisti in ogni parte del mondo. Il libro dell'Adanti raccoglie in ordinata trattazione gli elementi della tecnica dell'illuminazione aggiornati ai più recenti progressi e costituisce una messa a punto utile ed opportuna dei problemi inerenti.

Il libro si apre con un capitolo di teoria generale sulla produzione e propagazione della luce; segue un capitolo succinto sulle unità delle grandezze luminose e sulla loro misura. Successivamente l'A. passa ad esaminare i vari tipi di lampade moderne, ad arco o incandescenza, nelle loro caratteristiche costruttive e funzionali. Un capitolo del più alto interesse è dedicato agli apparecchi modificatori della luce (riflettori, diffusori, ecc.), a cui si dà tanta importanza attualmente.

Alcuni capitoli trattano degli impianti di illuminazione pubblica, con interessanti notizie sui sistemi di distribuzone dell'energia e di inserzione delle lampade e sulla relativa apparecchiatura. In altri capitoli sono descritte le applicazioni della luce decorative e pubblicitarie, le illuminazioni artistiche, e gli impianti di illuminazione per diversi tipi di locali di abitazione o di lavoro. A parte sono studiati i proiettori e l'illuminazione di veicoli. Gli ultimi capitoli trattano dell'esercizio: tariffazione, comandi, manutenzione, ricerca di guasti, ecc.

Il volume si chiude con un'appendice che contiene i richiami alle nozioni generali di elettricità e con numerose e utili tabelle numeriche.

Il libro, scritto in forma semplice e chiara, dà una buona idea generale della tecnica moderna dell'illuminazione.

*

RUDOLF MOSSE. — *Zeitungs Katalog* 1930. - Berlino, 56ª edizione. - Pubblicato a cura della Casa « Annoncen-Expedition Rudolf Mosse ». — Un volume di cm 20 × 29, di pagg. 644 + 579 con 30 carte geografiche.

Il catalogo dei giornali edito dalla nota Casa tedesca Rudolf Mosse, è arrivato alla sua 56ª edizione e ciò ci dispensa dal farne le lodi e dall'illustrarne partitamente le caratteristiche. Esso costituisce una delle più preziose opere di riferimento per quanto riguarda la stampa periodica mondiale e, in particolare, quella europea. La nuova edizione, completamente aggiornata, incontrerà senza dubbio ancora il largo favore che già venne dimostrato nei riguardi delle precedenti. La pubblicazione interessa infatti grandemente tutti coloro che hanno ad occuparsi di stampa periodica di qualunque categoria e per qualunque motivo; essa è specialmente importante per quel vasto campo di attività economica che si svolge intorno alle inserzioni di pubblicità sui giornali e sulle riviste.

Il poderoso volume comprende anzitutto 30 carte geografiche in grande scala degli Stati che compongono la Repubblica Tedesca e delle altre Nazioni di Europa. Segue l'elenco di tutti i periodici europei disposti in ordine geografico secondo la località di pubblicazione: per ciascun giornale sono indicati oltre il titolo, il prezzo di vendita, la tiratura, la periodicità, la superficie a stampa di ogni pagina, le tariffe per le inserzioni e la pubblicità, ecc.; queste notizie sono specialmente dettagliate per i giornali tedeschi. Segue un secondo elenco nel quali i giornali sono classificati per argomenti, e in esso vengono ripetute le solite indicazioni. Due indici generali, per località e per argomento, facilitano le ricerche.

L'ultima parte del volume raccoglie in circa 580 pagine, notizie più dettagliate, inserite a pagamento, di un gran numero (oltre 2000) di giornali di diversi Paesi.

*

G. SCHAROWSKY. — *Der Leistungsfaktor.* — Berlino - Walter de Gruyter e C., 1930. — Un volume di cm 15 × 21, di 198 pagine, con 159 figure. — Prezzo, rilegato, marchi 7,50.

Il volume fa parte della raccolta di manuali pubblicati a cura della Società Siemens e costituisce il numero 7 della serie. Scritto con intenti pratici e applicativi esso forma un'ottima introduzione e guida allo studio della questione del miglioramento del fattore di potenza degli impianti elettrici. L'A. ha reso la esposizione quanto più semplice era possibile senza danno dell'esattezza e del rigore scientifico: fa moderato uso della rappresentazione vettoriale e non introduce che pochissime essenziali formule algebriche.

Con tutto ciò il libro riesce utile e interessante specialmente per capitecnici dell'industria ed anche per ingegneri non specializzati.

Dopo uno studio generale sul significato e sulla importanza del fattore di potenza, sono descritti i diversi mezzi a disposizione per migliorare il valore di esso; in un lungo capitolo sono discussi e confrontati fra loro, nei riguardi della pratica applicazione, questi diversi mezzi.

Una buona parte del libro si occupa poi delle misure di potenza reattiva e delle tariffe speciali elaborate per tenerne conto. L'ultimo capitolo è dedicato alla questione del fattore di potenza in relazione alla regolazione della tensione delle linee.

Molte belle e nitide figure illustrano il testo.

*

VERBAND DEUTSCHER ELEKTROTECHNIKER. — *V. D. E. Vorschriftenbuch* (18ª edizione, 1931), edito a cura del V. D. E. — Prezzo, rilegato, 18 marchi.

E' stata recentemente pubblicata la 18ª edizione della raccolta delle Norme della Associazione degli Elettrotecnici tedeschi. Il volume comprende le Norme valevoli al 1 gennaio 1931, colle modifiche introdotte nelle revisioni avvenute negli ultimi tempi.

Il lavoro di revisione continua, naturalmente, specialmente nei riguardi di alcune Norme che sono ormai invecchiate e non più aggiornate ai progressi della tecnica. Tuttavia la raccolta, presentata per la prima volta legata in un unico volume maneggevole e di comoda consultazione, riesce indubbiamente di grande interesse ed utilità non soltanto per gli elettrotecnici tedeschi, ma, in molti casi, anche per quelli di altri paesi.

*

ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS. — *Statistique des Entrepises Electriques de la Suisse.* — Zurigo, presso la A. S. E. — Un volume di cm 23 ×35, di 250 pagine. — Prezzo 15 franchi svizzeri.

Il volume comprende i dati statistici sull'industria elettrica svizzera, a tutto il 1929. A tale scopo le imprese produttrici o distributrici sono divise in cinque categorie a seconda della importanza loro o delle particolari caratteristiche di esercizio. Di ogni impresa sono elencate le centrali produttrici coi rispettivi dati principali di potenza, salto, macchinario installato; per le Società distributrici vengono anche riportate le notizie relative alle linee più importanti.

I dati sono raccolti in grandi tabelle che occupano la maggior parte del volume, dopo una breve introduzione sui criteri generali seguiti nel compilare la statistica. Un elenco alfabetico delle varie Società elettriche rende più spiccia la consultazione. Il volume si chiude con considerazioni di confronto fra i risultati della presente statistica e quella della precedente che risale al 1925; da esso si rivela lo sviluppo subito dall'industra elettrica negli ultimi anni. Alcuni grafici riassumono i risultati più importanti.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Verbale del Consiglio Generale

Seduta del 20 aprile 1931 - ore 10 - Milano

ORDINE DEL GIORNO:

1. - Comunicazioni della Presidenza.
2. - Nuovo assetto della Sede Centrale (dimissioni del Segretario Generale Ing. G. Comboni; elezione del nuovo Segretario Generale; nuova sistemazione degli Uffici della Sede Centrale).
3. - XXXVI Riunione Annuale.
4. - Comitato Elettrotecnico Italiano.
5. - Borse di studio e Premi.
6. - Vita delle Sezioni.
7. - Giornale « L'Elettrotecnica ».
8. - Discussione dei Bilanci.
9. - Varie.

La seduta è aperta alle ore 10,15.

Sono presenti:

Il Presidente Generale, *Bordoni*; i Vice Presidenti Generali: *Gonzales, Righi*; l'Ing. *Comboni*.

Gli ex Presidenti Generali: *Del Buono, Ferraris, Grassi, Lombardi, Lori, Sartori*; il Redattore Capo Prof. *Barbagelata*; il Cassiere Generale *Rigatti*; ed i Consiglieri Delegati per le sezioni di:

Adriatica: Presidente, *Pedrini.*

Bologna: Presidente, *Gnudi; Finzi, Pelagatti, Sartori, Silva A.*

Firenze: Presidente, *Prinetti; Carli.*

Genova: Presidente, *Gonzales; Buffa, Cantù, Fanno, Pessano, Viviani, Volterrani.*

Livorno: Presidente, *Attal; Baduel, Salvini.*

Milano: Presidente, *Norsa; Banfi, Bauchiero, Bosisio, Bottani, Campos, Cavadini, Cesàri, Ferrerio, Forti, Giorgi, Lori, Ratti, Rebora, Santuari, Seassaro, Semenza, Taccani, Vismara.*

Napoli: Presidente, *Brun; Catalano, Maglione, Motti.*

Pugliese: Vice Presidente, *Celentani Ungaro.*

Roma: *Bonati, Colombo, Neri, Riccioni, Terzaghi.*

Sarda: *Silva S.*

Torino: Presidente, *Peri; Biroli, Lutz, Nocilla, Parmeggiani.*

Trento: *Bonfioli* (in rappresentanza del Presidente Montagna).
Trieste: Presidente, *Bonazzi*.
Veneta: Presidente, *Goldbacher*.

Non sono rappresentate, ma si sono scusate con telegrammi e lettere dei presidenti, le Sezioni di Catania e Palermo.

Hanno scusato la loro assenza: il Vice Presidente Generale *Vallauri*, ed i Consiglieri Delegati: *Monteguti, Fusco, Ferrario, Tommasi, Ucelli, Folinea, Maffezzoli, Pistilli, Tronconi, Bordiga, Revessi.*

Presiede il Presidente Bordoni, con i Vice Presidenti Righi e Gonzales; il Vice Segretario Generale Pugno Vanoni; il Segretario della Presidenza Neri, e il Vice Direttore dell'Ufficio Centrale Redaelli.

1 - Comunicazioni della Presidenza.

Presidente: Consentite che, seguendo le nostre tradizioni, il mio primo atto sia di omaggio alla memoria dei Colleghi che sono venuti a mancare dal Consiglio Generale tenuto a Trieste ad oggi (*tutto il Consiglio si leva in piedi*):

Sezione Adriatica:	*Peluzzo Ing. Giuseppe.*
Sezione di Bologna:	*Amaduzzi Prof. Lavoro, Manzoni Ing. Matteo.*
» » Firenze:	*Bacci Ing. Carlo, Bargellini Angelo, Bottai Celio, Magrini Dott. Franco, Neri Gino, Perini Pietro, Saini Giovanni.*
» » Genova:	*Baudi Ing. Angelo, Peri Comand. Antonio.*
» » Milano:	*Alfisi Ing. Cav. Emanuele, Canzi Bruno, Fera Ing. Comm. Cesare, Mantica Ing. Mario, Maragliano Ing. Guido, Oudin Comm. Maurice, Rubini Ing. Riccardo, Sabbadini Rinaldo, Tremontani Ing. Comm. Vittorio Urbini Ing. Raffaello.*
» » Napoli:	*Carola Tullio, Troja Ing. Ottorino, Vinaccia Ing. Alfonso, Zehender Ing. Cav. Rodolfo.*
» Pugliese:	*Ficco Michele, Santoro Pompeo.*
» di Roma:	*Dubs Ing. Giovanni, Lanino Ing. Pietro, Montel Ing. Alfredo, Raimondi Ing. Emanuele, Vinardi Ing. Ferdinando.*
» » Torino:	*Sodano Ing. Cav. Uff. Carlo.*
» » Trento:	*Capraro Dott. Ing. Renato.*
» Veneta:	*Bizzarini Dott. Augusto.*

A tutti, che furono nostri compagni di lavoro, il nostro pensiero commosso e riverente; ed alle loro famiglie, così duramente provate, la nostra affettuosa solidarietà, la solidarietà della intera famiglia elettrotecnica italiana. Se è vero che l'attenzione del grande pubblico si concentra volentieri e per necessità sopra un numero ristretto di nomi nei quali esso impersona, per così dire, i grandi rami della tecnica, non è meno vero che l'insieme dei lavori — scientifici e tecnici — che danno luogo alla estimazione pubblica (ed in particolare a quella, ben meritata, per l'elettrotecnica italiana) è il risultato della collaborazione di tutti, senza eccezione.

Noi questo ben sappiamo, e questo ci è particolarmente grato e doveroso ricordare oggi ad onore dei Colleghi di cui vivissimamente rimpiangiamo la perdita.

La nostra Associazione ha particolari motivi di riconoscenza per molti di essi: mi limiterò qui a ricordare le belle figure dell'Ing. Renato *Capraro*, che fu Presidente della Sezione di Trento, del Prof. Lavoro *Amaduzzi*, ex Presidente della Sezione di Bologna, e quella di un collega straniero a noi particolarmente affezionato, Maurice Agnus *Oudin*, che fu uno dei maggiori animatori di quella Italy-America Society che si propone di avvicinare intellettualmente le due grandi nazioni italiana e americana, e di cui tutti conoscete una importante manifestazione, la istituzione della Borsa di Studio « Alessandro Volta », che consente ogni anno ad uno dei nostri migliori giovani di trascorrere qualche tempo presso i principali centri di studio e di attività industriali degli Stati Uniti. L'Oudin era nostro Socio vitalizio dal 1928.

Permettete ancora che, in questa Sede, io ripari ad una involontaria dimenticanza dell'Associazione. Alcuni anni addietro (1927) fu deliberato, in segno di riconoscente omaggio verso i Colleghi caduti nella grande guerra, di ricordarli in perpetuo nelle nostre file come Soci vitalizi *ad honorem*; la gloriosa lista viene annualmente riprodotta nei nostri Annuarî (v. Annuario 1931, pag. 100). Ma una omissione di cui vivamente ci rincresce impedì, a quell'epoca, di includere nella lista anche il nome del Prof. Raffaele *Bruschi*, assistente alla cattedra di fisica della R. Università di Bologna, eroicamente caduto in Vallarsa nel 1918. Non dubito di aver oggi il vostro consenso per la aggiunta del nome di questo valoroso all'elenco d'onore (*Vive approvazioni*).

Sono lieto, poi, di porgere il più cordiale saluto ai Colleghi che per la prima volta partecipano alle nostre riunioni; e di ringraziare qui pubblicamente quei moltissimi fra voi che nel periodo trascorso mi sono stati larghi di consiglio e di collaborazione. Sentirei, anzi, il bisogno di scusarmi per avere così spesso importunato tanti amici, a cominciare dai Colleghi di Presidenza, se la pronta collaborazione sempre ottenuta non mi persuadesse pienamente ch'essi si sono già resi conto delle alte finalità per la quale li ho disturbati e non dimostrasse il loro vivo interessamento alla prosperità dell'Associazione.

E vengo alle varie questioni poste all'ordine del giorno. Permettete, anzi, data la importanza dell'argomento, che l'ordine del giorno subisca una piccola modificazione; che, cioè, il n. 2° venga trattato subito, prima delle « Comunicazioni della Presidenza ». (*Il Consiglio consente*).

2. - Nuovo assetto della Sede Centrale.

Presidente: Il Consiglio è stato già informato, sia mediante comunicazioni dirette, sia attraverso quanto è stato pubblicato sul giornale, dell'importante cambiamento che è avvenuto nella Segreteria Generale.

E' con vivissimo rincrescimento che la Presidenza ha dovuto accettare le dimissioni dell'Ing. G. Comboni, riconoscendo giuste le preoccupazioni che hanno suggerito il delicato atto, e riguardanti la necessità che le funzioni di Segretario Generale siano esercitate con grande continuità, attesa la lontananza da Milano della Presidenza: quella stessa continuità che l'Ing. Comboni aveva fin qui potuto mantenere.

Non è a Voi, che per tanti anni ne avete seguito l'opera volonterosa, diligente, appassionata a favore della nostra A.E.I. e che la vostra approvazione gli avete ripetutamente manifestata, non è a Voi che io debbo ricordare quanti debiti di gratitudine l'Associazione abbia verso di Lui, per quanto egli ha fatto sia nel primo periodo, dal 1915 al 1922 (Egli era già nostro Socio dal 1901), quando l'indimenticabile Ingegnere Guido Semenza lo pregò di organizzare un ufficio di raccolta di dati statistici sopra gli impianti elettrici ed a predisporre, valendosi dell'aiuto dell'ottimo personale che abbiamo all'Ufficio Centrale, quelle importanti e utilissime pubblicazioni di cui ci siamo più volte occupati, sia nel periodo successivo, dal 22 ad oggi, nel quale egli ha tenuto le funzioni di Segretario Generale. La maggior parte delle forme di attività della nostra Associazione ci parlano, per così dire, della opera del Comboni, e di Lui recano qualche impronta; e la Sua affezione per l'A.E.I. gli ha dettato il 1° marzo u. s. una nobile lettera, da Lui indirizzata alla Presidenza e della quale vi chiedo il permesso di leggere le parti essenziali:

1 marzo 1931 - IX.

Ill.mo Ing. Prof. U. Bordoni
Presidente Generale dell'A.E.I.

Mentre lascio oggi la carica di Segretario Generale dell'A.E.I. (omissis), *sento il dovere di porgerle il mio deferente saluto.*

Ella sa che l'attaccamento mio appassionato all'A.E.I. dura da anni: sin da quando la fiducia dell'illustre nostro grande e compianto Ing. Guido Semenza, allora Presidente Generale, mi aveva chiamato alla carica di Segretario della Presidenza nel suo triennio presidenziale 1915-1917, e a quella di Direttore dell'Ufficio Statistica allora iniziata. Dopo il triennio successivo 1918-1920 come Cassiere Generale, passai ad aiutare, siano dal 1921, il nostro indimenticabile e compianto collega Ing. Comm. Angelo Bianchi, Segretario Generale, quando la insidiosa malattia che lo minava, lo teneva ad intervalli sempre più frequenti lontano dalle cure dell'A.E.I.; cosicchè, lo sostituii definitivamente al principio del 1922, sino ad oggi.

Dopo quindici anni di ininterrotta attività, non è quindi senza un profondo rammarico che lascio oggi quello che fu per tanti anni il mio Ufficio; ma me ne conforta però la certezza di aver cercato di fare sempre del mio meglio nei limiti delle mie possibilità, per coadiuvare nelle varie mie mansioni le varie Presidenze Generali che si sono succedute, nel decennio ultimo, a reggere le sorti della nostra amatissima Associazione.

(omissis)

Dalle care rimembranze dell'opera data con vero affetto, se non con grande abilità, all'A.E.I. sorge, nel momento in cui lascio la carica, il vivo desiderio di porgerle una assicurazione ed un augurio: — l'assicurazione, cioè, che da buon Socio, rientrato nei ranghi, sarò sempre a disposizione della Presidenza Generale per quanto potessi eventualmente essere utile all'A.E.I. nei limiti delle mie possibilità — e l'augurio caldissimo per la sempre maggiore fortuna della Associazione nostra e per la sua indipendenza e prosperità.

Aggiungo ancora un saluto di commiato a Lei ed alla Presidenza Generale ed al Consiglio Generale pregandola a rendersene interprete, coi ringraziamenti più vivi per la fiducia dimostratami e per la benevolenza con la quale fu accompagnata l'opera mia, anche nelle eventuali involontarie deficienze.

Ancora mi permetto di ricordare con un ringraziamento ed un saluto i Presidenti, ed i Soci tutti, che seguendo l'esempio del povero nostro Ing. Bianchi mio predecessore, ho sempre considerati miei amici, perchè tutti amici dell'A.E.I.

Con cordiale e deferente ossequio.

G. Comboni.

(*Vivissimi applausi; l'Ing. Comboni, commosso, ringrazia*).

Presidente: La conoscenza che l'Ing. Comboni ha della vita dell'Associazione è tale, che, per essere sicuri ch'Egli possa essere fra noi al momento utile, io vi chiedo sin d'ora il permesso di invitarlo a tutte le sedute che il Consiglio terrà nello scorcio di triennio che rimane (*approvazioni*); e, confortato dalla preventiva approvazione dei Presidenti di Sezione, sono sicuro di interpretare il Vostro sentimento pregando l'Ing. Giuseppe Comboni, a nome nostro e di tutta l'A.E.I., di gradire una modesta testimonianza della nostra gratitudine.

(*Il Presidente Generale consegna il dono all'Ing. Giuseppe Comboni e lo abbraccia; il Consiglio applaude a lungo*).

L'Ing. Comboni, visibilmente commosso della spontanea manifestazione di stima e di simpatia del Consiglio, pronuncia alcune parole di ringraziamento, riaffermando i sentimenti espressi nella sua lettera e rinnovando i più caldi auguri per la prosperità dell'A.E.I. (*Applausi*).

Presidente: Le dimissioni del Segretario Generale hanno messo la Presidenza, alcuni mesi addietro, di fronte al grosso, delicato e difficile problema di una degna sostituzione del nostro benemerito

Collega. Per fortuna, l'abnegazione di un altro fra i nostri Soci più affezionati, che da molto tempo lega il suo nome a tante importanti manifestazioni dell'Associazione, e la cui profonda competenza tecnica Vi è ben nota, ha molto ridotto le difficoltà, consentendo ad una soluzione provvisoria che oso dire essere la migliore fra quante potevano pensarsi; ad una soluzione, anzi, che potrebbe diventare definitiva se Voi lo consentiste.

Il Prof. Barbagelata, difatti (*vivi applausi*), ha accettato di coprire provvisoriamente le funzioni di Segretario Generale; e mi ha anzi proposto alcuni opportuni ritocchi di organizzazione della Sede Centrale (ritocchi possibili quando Ufficio Centrale e Ufficio del Giornale dipendano da una sola persona), che consentirebbero un coordinamento ancora più completo del lavoro compiuto dal ristretto ma affezionato e diligente personale della Sede stessa.

Ai sensi dell'art. 13 (terzo capoverso) dello Statuto, debbo dunque invitare il Consiglio Generale ad eleggere il nuovo Segretario Generale della nostra Associazione.

Voci: *Eleggiamo il Prof. Barbagelata per acclamazione!*

L'intero Consiglio applaude a lungo, vivamente, il Prof. Barbagelata, il quale ringrazia, e, invitato dal Presidente, sale al tavolo della presidenza (nuovi applausi).

Presidente: Vi sono assai sinceramente grato del vostro assenso all'operato della Presidenza, e ringrazio ancora, dinanzi a Voi, il Prof. Barbagelata, della più larga opera che consente a dare alla nostra Associazione; opera nella quale porterà tutta la competenza, la diligenza e il sano criterio organizzatore che ben conosciamo.

Secondo lo schema ch'Egli mi ha proposto, Egli, per le questioni di Segreteria propriamente detta continuerà ad avere come collaboratore (Vice Segretario Generale) l'egregio Prof. E. Pugno-Vanoni, di cui conoscete l'alto valore e l'affezione alla nostra Associazione; per quelle relative all'Ufficio Centrale, l'attivissimo Ing. C. Redaelli del quale avete avuto modo di apprezzare l'opera, specialmente in occasione dei Congressi; e per quello che riguarda il Giornale *L'Elettrotecnica* (a parte quanto dovrò dirvi più avanti, n. 7 dell'o. d. g., l'Ing. R. San Nicolò, le cui qualità di competenza e diligenza sono eguagliate solo dalla innata modestia. (*Applausi*).

E torniamo al 1° numero dell'o. d. g.: **Comunicazioni della Presidenza.**

Rendiconti della XXXV Riunione di Trieste. — Sono usciti nelle settimane scorse, e già molti di Voi li avranno ricevuti. Si tratta d'un volume di quasi seicento pagine, di grande formato, con molte centinaia di disegni, di schemi e di illustrazioni, che costituisce veramente, come era nostro proposito, un aggiornamento tecnico di primissimo ordine delle principali questioni che si riferiscono alla produzione termica dell'energia elettrica. La ormai lunga serie dei nostri Rendiconti si arricchisce così di un volume in tutto degno dei precedenti, grazie alla grande competenza e diligenza dei singoli relatori; e tutti siamo lieti che una così importante manifestazione della elettrotecnica italiana abbia potuto aver luogo nella redenta Trieste, di cui ricordiamo le festose e cordialissime accoglienze, provocate dall'interessamento di quella nostra operosa Sezione, della quale vedo qui il suo attivo Presidente Ing. Bonazzi (*vivi applausi*).

Annuario 1931. — In questo nuovo Annuario, uscito ormai da qualche mese, abbiamo attuato modificazioni che a Trieste furono proposte e che Voi voleste approvare. Particolarmente opportuna è stata giudicata la aggiunta delle « Notizie sull'A.E.I. » (pag. 17-44) che permette ai Soci nuovi e recenti di avere una idea più precisa della laboriosa ed ormai lunga vita della Associazione alla quale hanno aderito. Un lieve alleggerimento della carta del volume ha permesso di contenerne il peso entro limiti che ne assicurassero (come è generalmente avvenuto) il recapito a domicilio da parte della posta.

E' in preparazione il 2° volume, che uscirà verso luglio, e che conterrà l'aggiornamento del primo e l'insieme delle Norme Tecniche, anch'esse con tutti gli aggiornamenti del caso.

Dati sulle distribuzioni d'energia elettrica nei Comuni e Colonie d'Italia. — E' uscita altresì la 3ª edizione, già preannunziata a Trieste, di questo utilissimo volume, preparato dal piccolo ufficio organizzato fin dal 1915 dal nostro benemerito Collega Ing. G. Comboni. Esso raccoglie i dati di tutti i 7315 Comuni italiani provvisti di energia elettrica. L'opera di raccolta e di aggiornamento delle notizie è stata necessariamente lunga, laboriosa e difficile; non è quindi da presumere che sia riuscita senza difetti. Se, ad es., i Soci dell'A.E.I., ogni volta che il volume capita loro sottomano, volessero confrontare le notizie che esso fornisce con quelle che sono a loro immediata cognizione, e comunicarci tutte le loro osservazioni, questo consentirebbe di raggiungere assai più facilmente quella relativa perfezione che è vivamente desiderabile. Sono lieto, a questo proposito, di segnalare che l'esempio viene loro dato dall'On. Motta, il quale in questi giorni ha avuto appunto la cortesia, di cui lo ringraziamo, di segnalarci alcuni ritocchi, indubbiamente opportuni e di cui si terrà conto per gli aggiornamenti e le edizioni future.

Descrizione impianti. — Sono comparsi negli ultimi mesi le descrizioni della centrale di Marghera e quella dell'impianto del Coghinas (fascicoli 16 e 17), redatte sempre con i criteri dei fascicoli precedenti e che mirano a rendere queste pubblicazioni non puramente descrittive, ma dense di notizie quantitative, di dati numerici e di disegni costruttivi. Sono in preparazione la descrizione della grande centrale di Galleto, e quella degli impianti dell'Orco e di Maen.

Indice Bibliografico. — Per riguadagnare il sensibile ritardo di questa pubblicazione periodica, ritardo del quale già in altra occasione sono state accennate le ragioni, si confida di poter presto iniziare il lavoro per l'anno in corso, mentre continua quello arretrato. Questo anzi, sarebbe stato già fatto, se la possibilità di intese, al riguardo, col Consiglio Nazionale delle Ricerche non avesse consigliato di attendere per evitare inutili duplicati di lavoro.

Eliminazione dagli Archivi dell'A.E.I. di pubblicazioni varie. — Al riguardo delle pubblicazioni dell'A.E.I., debbo comunicare come in questi ultimi tempi la revisione degli archivi abbia permesso di constatare la esistenza di molte copie di varie pubblicazioni (volumi di rendiconti, monografie, ecc.) che probabilmente sono in deposito perchè i Soci non ne conoscono abbastanza o la esistenza, o le condizioni di vendita. E' stato fatto nei giorni scorsi il tentativo — che potrebbe riuscire utile tanto all'A.E.I. quanto ai Soci — di comunicare ai Soci queste esistenze e le condizioni molto ridotte alle quali l'A.E.I. è disposta a cedere queste pubblicazioni, anche per esigenze di spazio.

Voci: Parte di queste pubblicazioni potrebbe essere ceduta a Biblioteche pubbliche.

Presidente: Accetto il suggerimento.

Cicli tarature. — Come fu reso noto a Trieste, i risultati del IV° ciclo (1930), concernenti le prove indirette di un piccolo motore e di un piccolo trasformatore, non diedero risultati molto brillanti nei riguardi sopratutto del motore, per le difficoltà derivanti dalla piccola potenza del motore stesso. La relazione predisposta dal Prof. Barbagelata fu perciò inviata in bozza ai Direttori dei 9 Laboratori chiedendo il loro benestare per la pubblicazione. Sette risposero dando il loro consenso, due non risposero, ma di questi uno fece pervenire, per via indiretta, qualche obbiezione alla pubblicazione. Si è quindi creduto di sottoporre il caso al Consiglio Nazionale delle Ricerche, il quale ha consigliato di soprassedere alla pubblicazione nell'attesa dei risultati del V° Ciclo. Se, come non si dubita, il V° ciclo condurrà ad una maggiore concordanza fra i risultati ottenuti dai vari Laboratori, sarà confermata l'utilità grande dell'iniziativa e si potranno pubblicare insieme le relazioni del IV° e del V° ciclo.

Questo ha infatti per oggetto ancora le prove indirette di un motore ad induzione; ma si tratta questa volta di una macchina di potenza alquanto maggiore, con rotore avvolto in modo da eliminare le principali difficoltà avute pel IV° ciclo.

Come fu deciso a Trieste, a questo V° ciclo furono invitate a partecipare anche le sale di prova di alcune Ditte costruttrici. Sono così 9 laboratori e 8 ditte che collaborano all'iniziativa.

A tutti i più vivi ringraziamenti della Presidenza e la viva raccomandazione di sbrigare il più rapidamente possibile le prove, in modo che il ciclo possa chiudersi entro il mese di luglio.

Riunioni all'estero. — Le riunioni annunciate all'estero ed alle quali l'A.E.I. non può esimersi dal pertecipare, in maniera più o meno diretta e larga, sono parecchie.

Nel settembre di quest'anno, per iniziativa della Royal Institution e della Institution of Electrical Engineers, sarà solennemente commemorato a Londra il centenario della grande scoperta di Michele Faraday, quella delle leggi della induzione elettromagnetica. La nostra A.E.I. è stata invitata ad essere presente; e non v'ha dubbio che ci convenga accettare l'invito. E poichè a quell'epoca sarà certamente a Londra S. E. Guglielmo Marconi, così, d'accordo con i Colleghi di Presidenza, mi permetto di proporvi di designare questo nostro illustre Consocio a rappresentarci in quella occasione. (*Il Consiglio approva*).

Debbo aggiungere che la data memorabile non è passata inosservata nemmeno in Italia; il nostro illustre Collega Prof. Lombardi ha già avuto occasione di commemorarla degnamente davanti alla Pontificia Accademia dei Lincei e, per l'opportunissimo interessamento del Presidente della Sezione di Milano, ingegnere Norsa, parlerà ancora questa sera, dell'argomento ai Soci di Milano con la grande competenza che tutti gli riconoscono.

Sono anzi assai spiacente che la necessità di trovarmi domattina a Roma mi impedisca questa sera di essere presente; il Prof. Lombardi vorrà scusarmi.

Ancora nel settembre del 1931, avrà luogo in Inghilterra il Congresso triennale della Commissione Internazionale per la Illuminazione; congresso che si annuncia di importanza indubbia. Il Consiglio ricorda che funzionava una volta in Italia un Comitato Nazionale della Illuminazione che svolse un'opera, sia nel campo scientifico che in quello pratico, certamente non priva di utilità, nè inadeguata ai modestissimi mezzi di cui disponeva. Per un complesso di varie ragioni, il Comitato ha dovuto da qualche tempo sospendere la sua attività; ma non è impossibile che in qualche forma esso possa riprendere a funzionare. E' da osservare difatti, che possiamo essere tutti d'accordo nel desiderio teorico, più volte enunciato anche da questo banco, che gli Enti tecnico-scientifici internazionali vengano ridotti al minimo e che vengano coordinate nel miglior modo le loro funzioni e ridotto il numero delle riunioni, anche per evitare inutili dispersioni di energia e di denaro; ma, a parte il fatto che nel campo della illuminazione questi duplicati per ora non vi sono, quando un Ente internazionale esiste da oltre 30 anni, come la Commissione Internazionale della Illuminazione, e funziona con indubbia serietà, il rimanervi estranei costituirebbe certamente un danno, anche morale, per il nostro Paese. Vi chiedo perciò se, nel caso che il Comitato potesse essere ricostituito, sareste del parere che l'A.E.I.

potesse mantenergli il suo appoggio, nei limiti di quanto si faceva in passato. (*Il Consiglio approva*).

Nel 1932, poi, avrà luogo a Parigi un grande Congresso internazionale di elettrotecnica e di fisica, a circa 50 anni di distanza dal memorabile Congresso del 1881. Spero di avere il vostro consenso su questo programma: che converrà all'Associazione di fare quanto è in suo potere, d'accordo con gli Enti affini e col Consiglio Nazionale delle Ricerche, affinchè la partecipazione dell'Italia sia degna dello sviluppo degli studi e delle industrie elettrotecniche del nostro Paese.

Do poi notizia che la nuova Commissione interministeriale che coordina le partecipazioni italiane alle riunioni straniere sta costituendo il gruppo di coloro che rappresenteranno l'Italia alla 6ª Sessione della Conf. Int. des Gr. Réseaux (giugno 1931); nessun dubbio vi può essere sulla importanza dei contributi che recheranno alla riunione, compatibilmente col tempo avuto a disposizione, i delegati nostri Soci.

A questo proposito, ricordo che l'Italia è rappresentata nel Comitato di Presidenza da due Vice-Presidenti: l'uno d'onore, l'Ing. Del Buono, l'altro, nominato di recente dalla Commissione interministeriale di cui sopra, in sostituzione di S. E. Vallauri, è il Prof. Barbagelata.

Inaugurazione del « Sacrario G. Ferraris ». — Il Presidente ricorda brevemente la genesi di questo « Sacrario » tenacemente voluto da un piccolo gruppo di ammiratori dell'opera del 1° Presidente Generale della nostra Associazione, e principalmente dal Prof. Carlo Montù, presidente del gruppo, Riccardo Arnò e Lorenzo Ferraris. Ricorda lo scopo, che è quello di riunire, là dove Ferraris nacque, alcuni dei cimeli e dei ricordi più significativi riferentisi all'opera sua.

Questo Sacrario fu già inaugurato virtualmente, si potrebbe dire, in occasione del venticinquennio della morte del grande Elettrotecnico; ma solo in questi ultimi tempi il Municipio di Livorno Ferraris ha potuto consegnare due locali sufficienti alla collocazione a posto dei varii cimeli. Si tratta, ora, di fare la consegna di questo materiale (alla cui raccolta si sono più specialmente interessati, in questi ultimi tempi, Carlo Montù e Lorenzo Ferraris, con l'aiuto di varie istituzioni, fra le quali la R. Scuola d'Ingegneria di Torino) al Comune; e, anche, di costituire un piccolo Comitato direttivo che sovraintenda alla conservazione del Sacrario ed al conseguimento dei fini di utilità generale che i promotori si sono ripromessi. Le intese del Comitato promotore col Comune sarebbero nel senso che questa Commissione dovesse comprendere quattro Membri, dei quali due nominati dal Comune, uno dalla famiglia Buzzi-Ferraris ed uno dall'A.E.I. E' stato anche predisposto uno schema di convenzione (qui sotto riprodotto) che non solo precisa tutto ciò, ma precisa pure le attribuzioni del Comitato Direttivo.

COMUNE DI LIVORNO FERRARIS (Provincia di Vercelli).

Verbale di deliberazione del Podestà.

L'anno mille novecento trentuno anno IX il giorno.................. del mese di febbraio alle ore............... in Livorno Ferraris e nella residenza comunale il Sig. PIETRO MOCCA *Podestà del Comune, assistito dal Segretario Comunale sottoscritto, ha preso la seguente deliberazione:*

Premesso che l'On. Prof. Ing. CARLO MONTU' *Presidente del relativo Comitato ha comunicato di avere completata la raccolta e sistemazione dei cimeli e delle memorie di Galileo ed Adamo Ferraris nel Museo Sacrario che il Comitato stesso sotto gli auspici della Associazione Elettrotecnica Italiana intende donare al Comune di Livorno Ferraris, cosicchè è imminente la consegna del Museo al Comune, riservati gli accordi col Comitato per le modalità della consegna, a piena garanzia verso l'Associazione Elettrotecnica e verso il Comitato donatore della integrità e conservazione del Museo*

Delibera

1°) *Presso il Comune di Livorno Ferraris e sotto l'alto patronato della Associazione Elettrotecnica Italiana è costituito il* Museo Sacrario Galileo ed Adamo Ferraris *per la conservazione dei cimeli e ricordi scientifici e patriottici dei Fratelli Galileo ed Adamo Ferraris, onore e vanto di questa terra.*

2°) *Il Museo Sacrario occuperà i locali del Palazzo Comunale specificati nella deliberazione podestarile in data* 15 dicembre 1930, *approvata da S. E. il Prefetto di Vercelli in data* 15 gennaio 1931.

3°) *Il Museo Sacrario sarà retto da un Comitato Direttivo presieduto dal Podestà e costituito da altri* 4 *Membri, e precisamente:*

da 1 delegato dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, nominato nei modi e forme che saranno da questa stabiliti;

da 1 membro della Famiglia Buzzi-Ferraris designato dalla stessa Famiglia;

da 2 membri nominati dal Podestà.

4°) *Speta al Comitato Direttivo decidere sull'ordinamento del Museo, sul disciplinamento delle visite del pubblico, sull'accettazione di nuovi materiali per donazioni o per eventuali acquisti, ed in generale su tutte le provvidenze che riguardano la conservazione e l'incremento del Museo.*

5°) *Le proposte relative alla accettazione di nuovi materiali da esporre nel Museo prima di venire presentate al Comitato dovranno riportare il parere favorevole del Delegato dell'Associazione Elettrotecnica sulla loro corrispondenza alle finalità per le quali il Museo venne costituito. In caso di disaccordo fra il Podestà Presidente del Comitato ed il Delegato dell'Associazione Elettrotecnica la questione verrà sottoposta al Presidente Generale dell'Associazione Elettrotecnica, il quale giudicherà in modo definitivo ed inappellabile, sempre però esclusivamente sulla corrispondenza dei nuovi materiali proposti alle finalità del Museo Sacrario.*

6°) *Le sedute del Comitato sono valide quando intervengano 3 membri oltre il Presidente: le deliberazioni saranno prese a maggioranza.*

Letto, confermato e sottoscritto.

Alle accennate intese, questa Presidenza ha ritenuto opportuno dare la propria adesione di massima. Essa Vi chiede ora la ratifica di questa adesione; e Vi chiede anche di nominare il rappresentante dell'A.E.I. Sembrerebbe assai indicata, per ovvie ragioni, la persona del nostro illustre ex-Presidente Generale, Prof. Lorenzo Ferraris, che già tanto si è occupato, col Prof. Montù, della costituzione del Sacrario. (*Il Consiglio approva la designazione del Prof. Lorenzo Ferraris*).

La firma della convenzione avverrà in una prossima occasione, e la Presidenza Generale spera di potervi partecipare; è già convenuto che si tratterà di una cerimonia estremamente semplice e austera, intonata alla natura dell'atto.

3. - XXXVI Riunione Annuale.

Presidente: E' questo un altro degli argomenti più importanti dell'o. d. g. Debbo anzi preventivamente scusarmi per avere già imbastito qualche cosa al riguardo, se pure col consenso individuale di molti fra Voi: ma, deciso di riunire il Consiglio nell'epoca della Fiera per aderire ad un desiderio ripetutamente manifestatomi, sarebbe stato impossibile, per la brevità del tempo che sarebbe rimasto, rinviare a dopo il Consiglio ogni inizio di preparazione del Congresso. Non ho però ancora del tutto compromesso nessuna delle vostre deliberazioni definitive.

I punti fondamentali dell'argomento sono quattro: tema tecnico della Riunione; sede; programma; epoca.

Quanto al tema tecnico, dalle conversazioni ufficiose avute a Trieste, e subito dopo, con molti Colleghi, apparve l'opportunità di scegliere come tema quello delle « *Stazioni di trasformazione della energia elettrica* » (*Voci*: *Benissimo*); tema da intendere, naturalmente, in senso largo, come tutti i temi precedenti.

Della opportunità di cui sopra ho avuto questa riprova: che quando s'è trattato di tracciare col consiglio dei Colleghi di Presidenza, che qui vivamente ringrazio, le linee generali dello svolgimento del tema accennato, e di trovare i relatori, la Presidenza ha facilmente potuto riunire un primo e assai importante nucleo di promesse concrete e ben definite, a formare il quale hanno contribuito molti dei nostri più valenti Colleghi. Se Voi approvaste la scelta del tema, saremmo già sicuri, oggi stesso, di un nucleo di 35 relazioni sopra tutti i lati dell'argomento; alle quali sarebbero ancora da aggiungerne altre già sollecitate, ma non ancora completamente definite; più quelle che venissero spontaneamente presentate dai nostri Soci, una volta ufficialmente noto il tema della riunione. Posso ritenere approvato questo tema? (*Il Consiglio approva e applaude*).

Fra i Colleghi che a tutt'oggi hanno accettato di riferire e che è mio gradito debito ringraziare sentitamente, cito, in ordine cronologico, gli Ingegneri F. Motti, C. Palestrino, A. Dalla Verde, G. Crivellari, C. Caminiti, O. Scarpa, S. Silva, M. Mainardis, F. Fiorentini, R. Dupuis, E. Morelli, V. Amara, R. Di Giuseppe, G. Ruggeri, F. Bordoni, G. Silva, F. Neri, M. Semenza, F. Cusani Confalonieri, A. Barbagelata, R. Bessi, G. Someda, R. San Nicolò, E. Pugno-Vanoni, B. Ceretelli, C. Banfi, G. Revessi, F. Correggiari, P. Ferrerio, R. Alessandri, G. B. Santi, G. Musso, E. Virgili, G. O. Abbo. (*Applausi*).

I titoli delle relazioni assicurano della larghezza e della completezza con la quale la Riunione permetterà di approfondire il tema generale.

E vengo al secondo punto, la Sede. Già a Trieste, e prima di Trieste, la Presidenza aveva avuto vari cortesi inviti da alcune nostre Sezioni, che vivamente ringrazio, per il Congresso di quest'anno. Ma, tenuto conto della opportunità di non tenere il Congresso in una regione quando un suo breve rinvio potrebbe permettere visite tecniche più proficue (in relazione, ad es., a lavori in corso), tenuto conto del desiderio, più volte manifestato dai Soci, di ritrovarci volta a volta in tutte le regioni d'Italia e di variare i caratteri secondari delle Riunioni, la Presidenza avrebbe in animo di proporvi di riunirci quest'anno in Umbria, e più precisamente a Perugia (*approvazioni*). Da notizie ufficiose risulta che il Comune porrebbe volentieri a nostra disposizione alcuni magnifici locali dello storico Palazzo Comunale; la capacità alberghiera di Perugia (e se occorre, a poca distanza v'è Assisi, dotata anch'essa di grandi e buoni alberghi) è rassicurante; nè mancano grandiosi impianti a modesta distanza dalla città. Posso ritenere approvata la scelta di Perugia, o avete qualche altra proposta da fare?

Voci: *Perugia, Perugia!*

(*Vivi applausi*).

Presidente. — Quanto al programma, occorreranno, come di solito 4-5 giorni fra inaugurazione e svolgimento tecnico dei lavori: delle visite possibili ho avuto occasione di parlarne con l'Ing. Riccioni, che è parte così importante della *Terni*. Poichè, anzi, lo vedo qui presente, cedo volentieri a Lui la parola.

Ing. Riccioni: La *Terni* sarà grata (egli parla anche per incarico dell'Ing. A. Bocciardo) ai Congressisti, se, in occasione della riunione a Perugia, essi vorranno visitare la centrale di Galleto (*Applausi*). Fra gli altri impianti che potrebbero essere meta di visite, secondo un programma da concordare a suo tempo, vi sarebbe l'impianto a lignite gassificata del Bastardo; la Supertessile di Rieti, ecc. Egli sarà lieto di essere utile per gli accordi che a suo tempo dovranno essere presi.

(*Il Consiglio applaude vivamente*).

Presidente: Gli applausi testimoniano della gratitudine del Consiglio per le parole testè pronunciate dall'Ing. Riccioni, che vorrà rendersi interprete di questi sentimenti del Consiglio anche presso l'Ing. Bocciardo. Sarà cura della Presidenza di predisporre a suo tempo un programma concreto, che verrà reso noto al più presto.

Quanto all'epoca, ritengo che date le ragioni e la opportunità di evitare sovrapposizioni con altre manifestazioni locali, convenga l'ultima decade di settembre od i primi di ottobre.

Selmo: In principio di ottobre, si solennizza, ad Assisi, la festa di S. Francesco.

Del Buono: Raccomando di evitare sovrapposizioni con altre riunioni tecniche, nazionali od internazionali.

Presidente: Terrò conto delle raccomandazioni.

4. - Comitato Elettrotecnico Italiano.

Presidente: Non ho, al riguardo, molte novità da riferire. Dopo la riunione di Trieste, il C.E.I. è stato completato con l'aggiunta dei rappresentanti della Federazione Aziende Industriali Municipalizzate; più recentemente ancora, allo Statuto del C.E.I., con l'assenso della U.N.F.I.E.L. e l'approvazione del Consiglio Nazionale delle Ricerche, è stato aggiunto un breve periodo (art. 8) che precisa le modalità di nomina appunto dei rappresentanti di cui sopra; modalità le quali, benchè concordate a suo tempo ed applicate, erano state involontariamente omesse.

Quanto all'attività svolta dal C.E.I. nei pochi mesi trascorsi, come sempre succede dopo una Riunione plenaria come quella svoltasi la scorsa estate in Scandinavia, il lavoro dei varii Sottocomitati del C.E.I. ha dovuto subire una sosta temporanea, in attesa di ricevere dalla Segreteria di Londra i verbali della discussione svoltasi durante la Riunione plenaria, ed il testo esatto delle deliberazioni prese ad Oslo. Con tutto ciò, il lavoro non è mancato, lavoro in gran parte di carattere preparatorio, del quale quindi meglio si apprezzerà la portata nei prossimi mesi.

In particolare il Sottocomitato *Nomenclatura* ha proseguito nel lavoro di revisione del Vocabolario; il Sottocomitato *Macchine* ha affrontato in pieno la revisione delle Norme Nazionali ed ha iniziato lo studio dei principali problemi che, nel campo internazionale, furono lasciati in sospeso a Stoccolma. Il Sottocomitato *Simboli* ha riveduto l'elenco dei simboli riportati nelle nostre Norme per uniformarli, dov'era necessario, alle più recenti deliberazioni internazionali. Il Sottocomitato *Motori idraulici* sta ultimando la revisione dello schema di Norme nazionali in base alle osservazioni pervenute dopo la pubblicazione. Altrettanto fa il Sottocomitato *Cavi*.

Il Sottocomitato *Alluminio* ha proseguito ad opera del Prof. Scarpa le esperienze sui fili di alluminio ricotto. Il Sottocomitato *Interruttori* sta predisponendo un primo schema di Norme italiane, ed altrettanto fa quello per gli *Strumenti*.

Il Sottocomitato *Norme di bordo* ha condotto a buon punto la revisione delle Norme nazionali e quello per gli *Impianti* ha iniziato il lavoro per le Norme relative ai Teatri e locali di pubblico ritrovo. I Sottocomitati *Olii, Tensioni* e *Trazione* si stanno occupando dei problemi all'ordine del giorno in campo internazionale.

L'importanza di tutti questi lavori preparatori potrà certamente essere meglio valutata nel prossimo autunno, all'epoca della Riunione annuale. Come sempre, ai lavori del C. E. I. sovraintendono, con la passione e la eccezionale competenza che ben conosciamo, il Presidente, Prof. Lombardi, ed il Segretario, Prof. Barbagelata. (*Vivi applausi*).

5. — Borse di studio e Premi.

Presidente: Sono da assegnare quest'anno: la Borsa Volta ed il Premio Jona.

Ricorda le finalità e modalità della Fondazione Volta, e gli spontanei riconoscimenti americani del valore dei giovani da noi prescelti. Anche quest'anno, sono state fatte le pratiche necessarie ed è stato pubblicato il bando di concorso. La Italy America Society ha designato come uno dei Membri della Commissione giudicatrice (il Presidente legge quella parte dello Statuto della Fondazione che riguarda il giudizio sopra i concorrenti) S. E. Caetani. La Presidenza proporrebbe, in massima, che si confermasse la Commissione dell'anno scorso. Naturalmente, il concorso si svolgerà con le modalità consuete. (*Il Consiglio approva*).

Quanto al Premio Jona (il Presidente ricorda le norme relative) si tratta di nominare la Commissione giudicatrice. La Presidenza proporrebbe, in sostanza la conferma della Commissione che giudicò nel 1929; e, cioè, i nomi seguenti: *Emanueli, Lombardi, Lori, Rebora, S. E. Vallauri*. (*Il Consiglio approva*).

6. — Vita delle Sezioni.

Presidente: Questa parte dell'Ordine del giorno verrà esaminata più a fondo nella riunione (del pomeriggio) dalla Commissione per il lavoro delle Sezioni; ma l'importanza è tale che ritiene opportuno trattarne, come di solito, anche in sede di Consiglio.

Movimento Soci. — Ricorda le fluttuazioni che si hanno annualmente nel numero dei soci, specie nei primi mesi, a causa delle radiazioni di fine d'anno. La necessità in cui s'è trovata qualche Sezione di sistemare definitivamente una situazione che era bene non prolungare ha portato quest'anno ad un numero totale di cancellazioni (381) notevolmente maggiore del solito. Sicchè il numero dei soci al 1° gennaio era di 5904. Malgrado le difficili condizioni generali (comuni a tutti i Paesi, senza eccezioni), vi sono però già indizi che l'afflusso di nuovi soci compenserà largamente le cancellazioni. Raccomanda a tutti i colleghi di non desistere dalla propaganda.

Attività delle Sezioni. — La forma più efficace di propaganda consiste certo nel mantenere una intensa vita sezionale. E' assai lieto, al riguardo, di constatare il netto miglioramento verificatosi rispetto gli anni scorsi. Dal marzo 1930 al marzo 1931 furono tenute presso le varie Sezioni 134 riunioni di varia natura, per conferenze, visite, ecc., (contro 107 del corrispondente periodo dell'anno precedente). Particolarmente apprezzate e desiderate, come sempre, furono le riunioni plurisezionali.

Di tutta questa attività va data ampia lode ai Consigli direttivi delle Sezioni e specialmente alle rispettive Presidenze. Le diverse condizioni nelle quali le varie Sezioni si trovano, per raggruppamento e numero di soci, spiegano in gran parte le differenze d'attività verificatesi. Fra le Sezioni più operose, devo segnalare Milano, Napoli, Roma, Genova, Bologna e Torino.

Regolamento interno delle Sezioni. — In conformità di quanto si deliberò a Trieste, la Presidenza preparò uno schema di Regolamento sezionale (sarebbe più giusto chiamarlo Statuto-Regolamento, piuttosto che Regolamento soltanto) e ne inviò copia a tutte le Sezioni, affinchè servisse come punto di partenza delle discussioni; rimanendo naturalmente libere le Sezioni di modificarlo come meglio lo richiederanno le circostanze locali. In sostanza, la sola condizione importante da soddisfare, è che il Regolamento sezionale non sia in contrasto con lo Statuto ed il Regolamento Generale; anzi, di essere ispirato, dalle medesime finalità. Varie Sezioni hanno già terminato il lavoro, adottando Regolamenti poco diversi dallo schema inviato. In altre Sezioni la questione è allo studio. Domanda se nessuno ha da fare comunicazioni ed osservazioni al riguardo.

Goldbacher: Illustra le particolari condizioni nelle quali si trova la Sezione Veneta: condizioni che consiglierebbero di regolamentare il meno possibile. La Sezione ha un Regolamento del 1909 che oggi non sarebbe nemmeno possibile applicare. La sede della Sezione viene fatta variare fra Venezia e Padova, a seconda della dimora del Presidente. Fin qui, non si sono mai verificati inconvenienti. Segnala l'abitudine della Sezione di invitare alle proprie riunioni anche persone estranee alle quali le questioni tecniche o scientifiche trattate possano interessare. Questo, forse, non è contemplato dallo Statuto e dal Regolamento Generale, ma la Sezione lo ritiene utile.

Presidente: Però è nello spirito dell'A. E. I. e rientra nel primo degli scopi dell'Associazione, elencati nell'art. 3 dello Statuto. E' stato già fatto, anche in passato. Ha potuto di recente constatare, ad es., che anche a Livorno si procede analogamente. Lo ritiene molto utile, anche ai fini della propaganda.

Selmo: Si rende conto di quanto ha detto l'Ing. Goldbacher, ma ritiene che un qualche Regolamento sezionale sia indispensabile. (*Approvazioni*).

Presidente: Osserva che da quanto ha detto l'Ing. Goldbacher, risulterebbe veramente non l'assenza di qualsiasi Regolamento sezionale, bensì l'assenza, oggi, d'un Regolamento *scritto*. Chè, in realtà, la Sezione si regola secondo norme ben definite. Le particolari condizioni della Sezione Veneta possono certo sconsigliare una regolamentazione scritta troppo minuziosa; ma ritiene anch'egli opportuno che si addivenga ad un nucleo, sia pure ristretto, di norme scritte fondamentali: questo, perchè lo Statuto ed il Regolamento Generale non fissano e non prevedono certo tutto ciò che riguarda la vita sezionale, che si limitano ad inquadrare largamente. La questione potrà essere ripresa nella riunione del pomeriggio.

Accenna come anche lo Statuto ed il Regolamento Generale appaiono bisognosi di qualche ritocco in relazione allo svolgersi, nel tempo, della vita dell'Associazione. La Presidenza sta studiando queste modificazioni, e gradirà assai avere consigli in proposito da tutti i colleghi, dei quali cercherà di coordinare e totalizzare le proposte.

7. — Giornale « L'Elettrotecnica ».

Presidente: Non ha speciali novità, già completamente attuate, da segnalare al riguardo, ad eccezione del miglioramento della carta per la pubblicità, che ha dato certo al giornale un aspetto più decoroso. Quanto alla sostanza del giornale, che è quello che più interessa, ed alla quale la Redazione continua a dare le maggiori cure, nel giudicarne bisogna tener conto che dal giornale sono state da qualche anno escluse le memorie presentate ai Congressi. Si tratta d'un poderoso complesso di lavori (poc'anzi è stato accennato ai Rendiconti di Trieste) che solo ragioni economiche hanno imposto di pubblicare a parte; se si includessero nel giornale, la mole di quest'ultimo dalle 800-900 pagine annue salirebbe a quasi 1500; ed oltrepasserebbe ancora questa cifra tenendo conto dell'Indice Bibliografico, che pure si pubblica a parte.

Ha per altro una circostanza importante da comunicare al Consiglio. L'attuale Redazione è, quasi tutta, in funzione fin dalla fondazione del giornale, cioè dal 1914. Essa sente oggi più che mai vivo l'affetto per la pubblicazione alla quale ha procurato di dare l'opera

propria come meglio poteva; ma considera come suo dovere (con l'assenso della Presidenza), appunto per la fiducia che il Consiglio le ha sempre dimostrato (anche al di là dei suoi meriti reali) e della quale vivamente ringrazia, ed anche per evitare qualunque accenno o qualunque tendenza alla fossilizzazione (scusate la parola e la esagerazione evidente), di cercare che nuove forze vengano ormai ad aiutarla, preparando così, a suo tempo, quei mutamenti di quadri che il tempo inevitabilmente finisce con l'imporre.

E' lieto di accennare come la Redazione abbia già avuto l'adesione di valorosi giovani come il Prof. F. Neri, l'Ing. R. San Nicolò (che già da tempo coadiuva il Prof. Barbagelata nelle sue funzioni di redattore-capo) e l'Ing. G. Silva; e si confida di poter iniziare la prova dei redattori-corrispondenti con l'Ing. M. Boella e l'Ing. P. Lombardi.

Le circostanze consiglieranno le modalità da seguire in questa «immissione di sangue nuovo» per così dire, e nelle conseguenti modificazioni di mansioni, alle quali si addiverrà dopo un primo periodo sperimentale; converrà probabilmente che l'attuale Redazione assuma delle funzioni di carattere via via più direttivo e di consulenza, lasciando gradatamente le altre ai nuovi, valorosi elementi. Certe difficoltà che la Redazione ha più volte trovato in passato, potranno probabilmente essere superate — un tentativo, almeno, sarà fatto in questo senso — con l'aggiunta, alla Redazione vera e propria, di un ristretto gruppo di soci che potremmo chiamare «redattori corrispondenti», incaricati di determinate funzioni per taluni dei rami più speciali e più importanti dell'ormai grandioso albero dell'elettrotecnica.

E' naturalmente ferma intenzione della Presidenza e della Redazione che tutto questo avvenga senza scosse e con ogni ponderazione, con uno scopo solo: quello di migliorare ancora, sotto tutti i punti di vista, la pubblicazione che ormai da 17 anni costituisce una delle più appariscenti ed importanti manifestazioni dell'Associazione, il principale legame fra i vari soci, una attività scientifico-tecnica e culturale, infine, della quale sarebbe fuori luogo ricordare in questa occasione i riconoscimenti avuti.

Confido di avere l'approvazione del Consiglio nelle direttive ora accennate. (*Approvazioni*).

Sartori: Consente nelle linee di massima del programma ora accennato dalla Presidenza. Ricorda rapidamente la storia passata e lo sviluppo del Giornale; ed esprime la fiducia che l'attuale Redazione, della quale accenna le benemerenze, non vorrà senz'altro abbandonare la pubblicazione. (*Approvazioni*).

Presidente: Ringrazia vivamente il Prof. Sartori, a nome della Redazione, delle cortesi parole che ha voluto pronunziare; e conferma che proposito della Redazione è solo quello di trarsi gradatamente da parte, senza abbandonare il giornale, con quelle modalità che le circostanze potranno consigliare. Il valore dei nuovi elementi dei quali essa ha avuto la fortuna di ottenere l'adesione e quello degli altri che potranno eventualmente essere chiamati, deve rassicurare pienamente il Consiglio, in tutti i sensi, nei riguardi dell'avvenire della pubblicazione; avvenire che per ovvie ragioni sta sopratutto a cuore all'attuale Redazione. (*Approvazioni*).

Fra le iniziative che si debbono ai nuovi collaboratori può già esserne segnalata una, relativa alla rubrica Sunti e Sommari del giornale, rubrica della quale ricorda le vicende. La forma attuale, che i lettori hanno mostrato di apprezzare molto, ha fatto però sorgere il desiderio di poter realizzare con essa una specie di schedario, ordinato per argomenti. Espone le varie soluzioni possibili (talune delle quali erano già state discusse dalla Redazione attuale) ed i relativi pregi e difetti e la soluzione che verrà ora adottata, della ristampa a parte della rubrica, sopra un lato solo di adatti fogli, da inviare a quei soci che ne facessero richiesta, così come si fa da molti anni per l'Indice Bibliografico.

Voci: Si tratterebbe ancora d'un invio gratuito?

Presidente: La Redazione sta esaminando la questione della spesa presumibile; accertata questa spesa, si avranno elementi concreti per decidere.

Terzaghi: L'ammissione della pubblicità sopra le pagine bianche dei fogli di cui sopra potrebbe ridurre notevolmente la spesa. Ritiene che questo concetto, benchè commerciale, possa venire accolto.

Presidente: L'A. E. I. lo ha già accolto da molti anni nelle sue principali pubblicazioni (Giornale, Annuario, ecc.).

Attal: Dubita che il ricavato, nel caso particolare, potrebbe essere elevato, data la natura e lo scopo di questi fogli, che molti probabilmente incolleranno e taglieranno.

Terzaghi: Tutto ciò che si otterrà, sarà tanto di guadagnato.

Selmo: Non vede, per altro, perchè l'invio dovrebbe essere gratuito, gravando, sia pure per poco, nel bilancio già difficile dell'A.E.I. Trattandosi d'un vero e proprio servizio extra, fatto a quei soci che lo richiedessero, il grosso, almeno, della spesa dovrebbe essere a loro carico. (*Approvazioni*).

Brun: Aderisce a questi criteri; ritiene che potrebbero essere estesi anche all'Indice Bibliografico.

Presidente: La questione può essere esaminata da molti punti di vista. Da quello che si potrebbe chiamare finanziario-legale, sarebbe certo pienamente giustificato il far pagare ai soci ogni prestazione extra, specie se ristretta ad una parte sola dei soci; questa è anche la tendenza generale delle Associazioni straniere paragonabili alla nostra. Nel caso, però, dell'Indice Bibliografico, bisognerebbe tener conto, nel decidere, della tradizione ormai antica dell'invio gratuito; tradizione che trae la sua origine dalla circostanza che una volta l'Indice Bibliografico era incluso nel testo del giornale.

V'è poi il punto di vista che si potrebbe chiamare morale, e che impegna ovviamente l'A. E. I. a dare gratuitamente ai suoi soci quanto più i suoi mezzi consentono; specie poi, quando si tratti di facilitare gli studi in genere (art. 3 dello Statuto).

Selmo: Riterrebbe, in massima, che ogni servizio extra reso ai soci dovesse essere pagato. Per i soci si tratterà sempre di quote piccole; mentre il loro insieme potrà essere tutt'altro che disprezzabile per il bilancio dell'A. E. I.

Presidente: Per l'Indice Bibliografico, del quale si tirano circa 600 copie (di ciascuno dei due fascicoli annuali), la spesa complessiva annua si aggira sulle 9000 lire circa, quasi tutte di stampa. Chiarisce le difficoltà tipografiche e quindi le ragioni del costo della pubblicazione.

Quanto alla ristampa dei Sunti e Sommari, non ha ancora elementi concreti da dare, come ha già avuto occasione di accennare.

Norsa: E' in massima favorevole a far pagare qualche cosa, sia pure poco, a coloro a cui si invia una pubblicazione; altrimenti chiederanno anche coloro a cui la pubblicazione non interessa, con inutile dispendio da parte di chi invia. Ed è anche di parere che le liste d'invio debbano essere periodicamente rinnovate; altrimenti si rischia di fare invii a coloro ai quali le pubblicazioni hanno interessato una volta, ma non più ora. Ha constatato la praticità di questi criteri anche nell'interno della sua azienda.

Barbagelata: Sono considerazioni giuste; ma il fatto che il numero di soci richiedenti l'Indice Bibliografico sia salito lentamente, in molti anni, da circa 300 a circa 500, farebbe ritenere che in questo caso particolare esse abbiano importanza piccola.

Voci: E' bene che i soci paghino tutto ciò che vien dato extra e viene chiesto a parte; quindi la ristampa dei Sunti e l'Indice, per coloro che la chiedessero. (*Approvazioni*).

Barbagelata: Ricorda l'origine dell'Indice Bibliografico, che una volta era incluso nel giornale; esiste, poi, da anni la tradizione di inviarlo gratuitamente a coloro che lo chiedono. Sarebbe favorevole al mantenimento di questa tradizione. La cosa è ben diversa per la ristampa dei Riassunti; qui non esistono tradizioni e, d'altra parte, i soci continuerebbero ad avere sempre, nel testo del giornale, i Sunti e Sommari, come prima.

Silva A.: Sarebbe favorevole a far pagare ai soci che lo chiedono, tanto la ristampa dei riassunti quanto l'Indice Bibliografico; potrebbero anzi stabilirsi delle quote fisse, di 10 o 20 lire a seconda del costo reale delle pubblicazioni. (*Approvazioni*).

Presidente: Esistono due questioni; l'una, di principio e l'altra, subordinata, di misura. Si tratta, cioè, di decidere se l'invio delle accennate pubblicazioni a quei soci che le richiedessero (Indice Bibliografico e ristampa dei Riassunti) debba essere fatto contro pagamento del grosso delle spese o se si debbano far tutti gli sforzi consentiti dal Bilancio, perchè l'invio rimanga gratuito per l'Indice Bibliografico e sia gratuito per i Riassunti. Personalmente, ritiene che il togliere la gratuità dell'invio dell'Indice Bibliografico potrebbe, per le ragioni ricordate dal Prof. Barbagelata, sollevare oggi delle critiche, e non senza fondamento, da parte dei soci. Tornerebbe, se mai, opportuno il correttivo suggerito dall'Ing. Norsa, della revisione delle liste d'invio. Ove per una o per tutte e due le pubblicazioni si decidesse l'invio a pagamento, dovrebbe poi fissarsi la misura di questo pagamento; ma ritiene che questo non potrebbe avvenire che sulla base di più precisi elementi di giudizio, che oggi non sono ancora disponibili.

Voci: La Presidenza rimane incaricata di fissare le quote.

Presidente: La prima questione da decidere è quella di principio; e siccome le opinioni mi sembrano divise, così, per procedere ordinatamente, prego i colleghi favorevoli alla gratuità completa dell'invio delle due pubblicazioni (compatibilmente con i mezzi del bilancio) di alzare la mano; separeremo dopo, eventualmente, le sorti delle due pubblicazioni. Mi pare che i favorevoli alla gratuità completa siano in netta minoranza.

Silva: E' bene far pagare entrambe le pubblicazioni. La Presidenza potrà fissare le quote.

Lombardi: E' stato in dubbio, sin qui, se parlare o no; ma prima che la questione venga definitivamente compromessa, ritiene necessario spezzare una lancia a favore della gratuità dell'invio dell'Indice Bibliografico. Di questo Indice illustra ancora le origini, le finalità, la categoria di Soci che più se ne serve, e ricorda la tradizione più che decennale di gratuità; ritiene che solo forti ragioni di bilancio, che oggi ancora non esistono, dovrebbero imporre la rottura di questa tradizione.

Presidente: Ritiene che il Consiglio non abbia osservazioni da fare se la procedura della votazione è stata interrotta dalle osservazioni dei colleghi Silva e Lombardi.

La discussione per altro, deve ora ritenersi chiusa. Visto che è stata esclusa dalla votazione precedente la gratuità dell'invio di *entrambe* le pubblicazioni, mette ora ai voti la gratuità del solo Indice Bibliografico, con la rinnovazione delle liste d'invio. Prega i colleghi favorevoli alla gratuità ad alzare la mano.

Mi pare che i favorevoli siano presso a poco la metà dei presenti.

Voci: Decida allora la Presidenza.

Presidente: Vi propongo, allora, questa soluzione. Invio della ristampa dei Sunti e Sommari, a quei soci che la richiedono, *a pagamento*, verso una quota che sarà fissata equivalente al grosso delle spese di stampa e spedizione. Per l'Indice Bibliografico, invece, continuazione dell'invio *gratuito*, in base a liste rinnovate, purchè le condizioni del bilancio non diventino sensibilmente più difficili delle attuali. Frattanto la Presidenza si procurerà maggiori elementi di

giudizio intorno al costo di queste pubblicazioni ed a quello degli invii, in guisa che, se i colleghi lo credessero opportuno, la questione possa essere ripresa in forma più concreta. Approvate? (*Applausi*).

8. — Discussione dei Bilanci.

Presidente: Ci rimane la questione dei Bilanci, che già conoscete, per la distribuzione che ne è stata fatta.

Rendiconto Economico dell'Esercizio 1930.

Preventivo		Consuntivo	
	RENDITE		
	Contributo Sezione Adriatica	13.310,—	
	» » Bologna	24.907,50	
	» » Catania	6.950,—	
	» » Firenze	14.945,—	
	» » Genova	29.230,—	
	» » Livorno	11.105,—	
	» » Milano	88.047,50	
	» » Napoli	27.650,—	
	» » Palermo	6.925,—	
	» » Pugliese	12.350,—	
	» » Roma	30.817,50	
	» » Sarda	4.845,—	
	» » Torino	37.205,—	
	» » Trento	5.700,—	
	» » Trieste	15.127,50	
	» » Veneta	13.455,—	
340.000			342.570,—
6.000	Proventi pubblicazioni		18.182,35
12.250	Interessi attivi		20.557,35
—	Varie		582,75
358.250	TOTALE RENDITE		381.892,45
	SPESE		
	Ordinarie:		
208.000	Pubblicazioni	216.587,85	
6.000	Biblioteca Centrale	6.246,20	
95.000	Amministrazione	105.494,90	
—	Alle Sezioni per quote Soci Perpetui e Vitalizi	3.515,—	
8.500	Varie	10.171,65	
	Straordinarie:		
25.000	Accantonamento nuove Edizioni Statistica	18.000,—	
—	Accantonamento per Riunioni	20.000,—	
7.500	Varie	—	
350.000	TOTALE SPESE		380.015,60
8.250			
358.250	Avanzo di Rendite dell'Esercizio		1.876,85

Il Presidente Generale
U. BORDONI

Il Sebretario Generale — G. COMBONI

Il Cassiere Generale — G. A. RIGATTI

I Revisori: Ing. G. B. BOZZOLO - Prof. Ing. A. QUADRIO - Ing. CARLO SOLÀR

Voci: Li approviamo senz'altro.

Presidente: Vi ringrazio della vostra, non insolita, affermazione di fiducia; ma ritengo opportuno che dei bilanci si parli un momento.

Era consuetudine che i consuntivi si presentassero solo al Consiglio Generale dell'autunno dell'anno successivo, immediatamente prima dell'Assemblea Generale che doveva approvarli. Questo rendeva evidentemente difficile l'esercizio pratico della facoltà di critica da parte del Consiglio. Perciò viene presentato ora il Rendiconto economico consuntivo del 1930, che verrà sottoposto all'Assemblea Generale dell'autunno prossimo. Non vi sono notevoli differenze rispetto il preventivo di assestamento presentato a Trieste; solo un lieve miglioramento nel minuscolo avanzo, che è salito a circa 1800 lire. Prega il Consiglio di fare le sue osservazioni al riguardo.

Voci: Approviamo senz'altro! (*Applausi*).

Presidente: Passiamo ora al preventivo 1931. L'aggiornamento del preventivo già approvato a Trieste non reca differenze notevoli. Esso prevede ancora un lieve deficit, per le ragioni già illustrate a suo tempo, di circa 16.000 lire; ma posso confermarvi che tutto fa prevedere che potremo, in realtà, giungere al pareggio, data la prudenza con la quale sono state fatte le impostazioni e previste le spese straordinarie. Pongo in discussione questo bilancio.

Voci: E' approvato; (*Applausi*).

Presidente: Abbiamo così esaurito l'Ordine del giorno. Non mi resta che ringraziarvi cordialmente del vostro intervento e della vostra collaborazione, che ho già avuta individualmente, prima che collettivamente, e che mi è stata del più grande aiuto e scusarmi se dovrò continuare a ricorrervi largamente, disturbandovi spesso per consiglio intorno alle svariate questioni che sorgono di continuo dalla complessa attività della nostra A. E. I. (*Applausi prolungati*).

La seduta è tolta alle ore 12,30.

Il Segretario Generale — A. BARBAGELATA

Il Presidente Generale — U. BORDONI

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI TRIESTE

Riunioni mensili. — Siamo lieti poter constatare il sempre maggior successo delle riunioni mensili della Sezione, sia per il numeroso intervento di soci, sia per le animate discussioni tecniche che trovano sempre un più notevole sviluppo per merito dell'interesse dei consoci.

Anche sabato 9 maggio nella sala maggiore del Ristorante Cimetta si tenne la consueta riunione mensile, con intervento di numerosissimi soci.

Il Presidente sezionale Ing. Cav. Italo Bonazzi rallegrandosi del numeroso intervento, colse l'occasione di presentare ai soci il nuovo Segretario «ad interim» Ing. Dott. Luigi Fragiacomo. Un caloroso applauso salutò il neo-segretario che sensibilmente commosso ringraziò per la fiducia in lui riposta.

L'Ing. Pedretti intavolò la discussione tecnica sulla possibilità di misure fotometriche a mezzo di cellula fotoelettrica.

L'Ing. Dott. Pedro Benussi svolse il tema molto esaurientemente e con particolare competenza, tracciando le caratteristiche delle cellule fotoelettriche e loro diversa sensibilità a seconda della costituzione di esse e qualità dei diversi raggi in esame, dimostrando essere perciò impossibile l'impiego fotometrico se le sorgenti luminose non hanno natura simile di luci.

L'Ing. Pippa completò molto opportunamente la interessante discussione trattando la differente funzione analitica delle vibrazioni tra occhio ed orecchio.

L'avvincente argomento trovò interesse generale tra i numerosi intervenuti che protrassero la riunione sino alle 23.30.

*

Gita alla centrale di Cardano. — Pei giorni 27, 28, 29 giugno corrente, è indetta una gita sociale tecnico-turistica alla centrale idroelettrica di Cardano. La gita si svolgerà in modo da percorrere le zone più interessanti della regione delle Dolomiti. La sera del 27 i gitanti pernotteranno a Cortina d'Ampezzo; da Cortina la gita proseguirà per il Passo dei Pordoi e la Val Gardena fino a raggiungere Ponte all'Isarco; dopo la visita agli impianti la comitiva si recherà a pernottare a Bolzano. Il ritorno si effettuerà pei Passi di Costalunga e di Rolle passando per Agordo e Belluno, arrivando a Trieste la sera del giorno 29 giugno corrente.

Il prezzo complessivo è fissato in L. 220 per persona comprese le spese di trasporto, di vitto e di alloggio. Le iscrizioni devono essere accompagnate dalla quota di L. 50.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE DI CATANIA (Piazza Trento, 2).

3 Giugno - ore 18 (nei locali del Dopolavoro della S.G.E.S., Piazza G. Verga, 9). — PATANÈ Ing. Giuseppe: «Applicazioni dell'elettricità all'agricoltura. Limiti entro cui sono consigliabili i sollevamenti d'acqua per irrigazione. (Questa conferenza era stata annunciata per il giorno 11 maggio).

SEZIONE DI FIRENZE (Via delle Belle Donne, 9).

11 Giugno - ore 21,30. — Inaugurazione dei nuovi locali della Sezione con l'intervento del Presidente Generale, Prof. Ing. UGO BORDONI, il quale terrà una conferenza su: «Il contributo dell'elettrotecnica allo sviluppo dell'acustica».

SEZIONE DI GENOVA (Salita S.ta Caterina, 4).

4 Giugno. — Su gentile invito della Lega Navale Italiana i soci sono invitati a partecipare alla gita di Propaganda Marinara, a San Remo.

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).

20 e 21 Giugno. — Visita alla Centrale di S. Francesco a Mese e agli impianti idroelettrici del Liro della Società Elettrica Interregionale Cisalpina.

SEZIONE DI NAPOLI (Via Chiaia, 216).

21 e 22 Giugno. — Gita alla Sila (con l'appoggio delle Spett. Società Meridionale di Elettricità e Forze Idrauliche della Sila).

SEZIONE DI TRIESTE (Via Mazzini, 30).

27, 28 e 29 Giugno. — Gita tecnico-turistica alla centrale idroelettrica di Cardano.

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.*

(I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 25 Giugno 1931 - ANNO IX N. 18

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La prossima Riunione Annuale.

La XXXVI riunione si va delineando come un successo tecnico degno della tradizione stabilita dalle precedenti riunioni della nostra Associazione. Mentre fervono i preparativi per la organizzazione generale dei lavori, continuano a pervenire annunci di nuove relazioni che saranno presentate alle discussioni.

Pubblichiamo infatti oggi un secondo elenco di titoli, in aggiunta a quello già pubblicato nel numero del 25 aprile, ciò che dimostra il largo interessamento suscitato dall'argomento fissato.

Gli Autori contribuiranno anche più efficacemente alla buona riuscita della Riunione se manderanno con sollecitudine il testo delle loro memorie; daranno così modo di preparare e distribuire tempestivamente i corrispondenti testi stampati, ciò che tanto giova a rendere più profonde e più proficue le discussioni.

Questioni di trazione.

Si verifica talvolta nella tecnica il succedersi di alterne vicende che ricordano in qualche modo gli eventi della storia umana. Avviene cioè che metodi o macchinari che sembrano ormai superati da altri più moderni o più opportuni, si manifestino capaci di nuovi sviluppi e di insospettati progressi così da arrivare a superare a loro volta i concorrenti o per lo meno a minacciarne la supremazia. Ed è questa alternativa che, vietando a metodi e a sistemi di arrestarsi sui conquistati successi, costituisce uno dei pungoli più efficaci al progresso umano. Un esempio oltremodo interessante e di grande utilità è costituito dalla concorrenza fra le centrali idrauliche e quelle termiche, le quali ultime, che parvero un tempo decisamente superate dalle prime, hanno ormai riacquistato il terreno perduto.

Qualche cosa di analogo sta oggi avvenendo, in più limitate proporzioni nel campo della trazione ferroviaria. Il rapidissimo sviluppo assunto dalla trazione elettrica, il suo deciso affermarsi in molti casi come un successo tecnico ed economico incontrastato, avevano indotto a ritenere che, almeno in certi campi e in certe condizioni, la trazione a vapore stesse per essere decisamente superata. Ma le sorprese non sono mancate anche qui, e i soci che parteciparono alla Riunione annuale di Trieste del 1930, ricorderanno di aver sentito parlare dall'Ing. Bianchi di alcuni modernissimi tipi di locomotive a vapore nelle quali, applicando progressi realizzati negli impianti termici fissi, si sono raggiunti migliorie e perfezionamenti sensibilissimi.

Un particolare aspetto di questo problema è illustrato oggi dall'Ing. Belluzzo il quale tratta dell'applicazione della turbina a vapore alla trazione ferroviaria. L'A., che può vantare indubbi titoli di pioniere e successi ben noti nelle applicazioni di questo tipo di motrice, imposta nelle sue linee generali il problema e descrive alcune locomotive a turbina attualmente in prova su linee italiane. Il successo pratico di queste applicazioni potrebbe alterare sensibilmente i termini di confronto economico fra la trazione a vapore e l'elettrotrazione. L'argomento interessa dunque gli elettrotecnici.

La centrale telefonica della Città del Vaticano.

Dobbiamo alla cortesia dell'Ing. Speranza una descrizione della nuova centrale telefonica installata nella Città del Vaticano. Sebbene come numero di linee e grandiosità di impianto sia superata dalle centrali di molte altre città, essa riveste un particolare interesse perchè è attualmente l'unica che goda di tutti i perfezionamenti della telefonia automatica col sistema rotativo.

LA REDAZIONE.

LA TURBINA A VAPORE APPLICATA ALLA TRAZIONE

G. BELLUZZO

(AEI) Comunicazione alla Sezione di Roma - 30 gennaio 1931.

In questa comunicazione l'autore ha riassunto i risultati delle esperienze fino ad oggi eseguite nella applicazione delle turbine a vapore alla trazione ferroviaria ed ha reso conto di studi, progetti ed esperienze da lui eseguiti in questi anni incominciando dal 1908 nel quale anno egli esperimentò per primo l'applicazione delle turbine a vapore alla trazione.

Premesse generali.

La macchina a vapore a stantuffo, che aveva avuto un ciclo glorioso alla fine del secolo scorso ed al principio di questo secolo, ha visto lentamente restringersi il campo delle sue applicazioni. La necessità delle grandi potenze, quelle dell'occupazione di piccoli spazi, la necessità del poco peso, delle grandi velocità, hanno allontanato la macchina a stantuffo dalle centrali elettriche, dal locale macchine delle navi mercantili e di quelle da guerra, e si può dire che l'ultima rocca di resistenza delle macchine a vapore a stantuffo è rimasta la locomotiva: la locomotiva a vapore, che ha delle esigenze speciali.

Intanto la locomotiva a vapore non domanda delle grandissime potenze. Una locomotiva che sviluppa 2000 HP è già molto potente. Se si pensa che la potenza delle locomotive delle Ferrovie dello Stato è di circa 1000 a 1200 HP, che arriva a 1500 in alcuni tipi speciali, e che anche le locomotive più potenti americane hanno una potenza che non supera i 3000 HP, si vede che il campo di applicazione è ristretto, appunto perchè è piccola la potenza, e con le piccole potenze i vantaggi che la turbina a vapore ha sulle motrici a stantuffo non sono così sensibili come nelle potenze grandi.

Ma c'è dell'altro: nelle locomotive la motrice a vapore si trova a funzionare in condizioni che sono quasi in contrasto con le condizioni normali di funzionamento di una turbina.

Infatti la turbina è nata per girare a velocità costante ed a variare la sua potenza, o con velocità costante o con velocità variabile, con una certa legge di dipendenza tra velocità e potenza, così, sulle navi si sa che il numero dei giri della turbina propulsatrice, direttamente o attraverso riduttori ad ingranaggi, ha una certa relazione con la potenza, e precisamente la potenza sviluppata varia press'a poco col cubo della velocità della nave.

Ma nella locomotiva non c'è nessuna legge, nessuna regola che leghi la velocità alla potenza. La locomotiva deve andare adagio in salita, sviluppando la massima potenza con piccola velocità; deve poter correre in piano o in discesa con una potenza piccola, deve dare una grande velocità sviluppando una grande potenza; insomma il motore della locomotiva si trova nelle condizioni da dovere usare tutte le gamme di potenza e velocità, senza un legame tra l'una e l'altra.

E la turbina a vapore, da questo punto di vista, si trova in condizioni difficili, infatti se (fig. 1) si porta sull'asse delle ascisse il numero dei giri di una turbina, e sull'asse delle ordinate il rendimento della turbina, paragonato al rendimento idraulico, si ottiene una curva che dà le variazioni del rendimento della turbina in relazione al numero dei giri.

Alle basse velocità il rendimento è piccolo; aumentando la velocità esso aumenta finchè si arriva al valore massimo; poi, aumentando ancora la velocità, il rendimento diminuisce, cioè aumenta il consumo specifico di vapore per HP.

C'è una zona di buon rendimento, e se (fig. 1) si traccia una linea AB parallela all'asse delle ascisse, i punti della curva che si trovano sopra questa linea, corrispondono a buone condizioni di rendimento, a bassi consumi unitari di vapore.

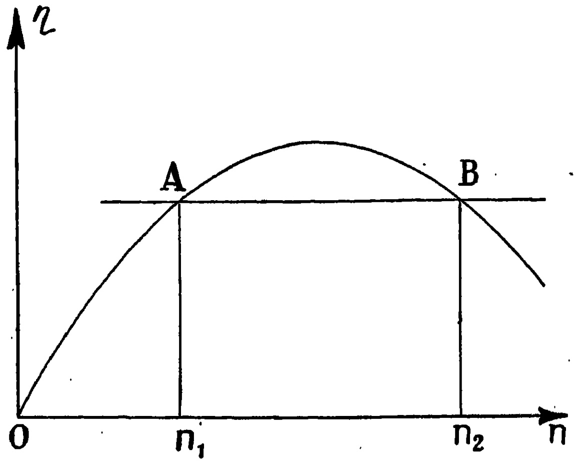


Fig. 1.

Il buon rendimento, quindi, ha un campo d'azione tra due velocità n_1 e n_2; ma la locomotiva non viaggia solamente tra queste due velocità: deve potersi muovere a velocità diversissime, che vanno da 0 a n_1 o che superano n_2.

Quindi, quando si voglia progettare una turbina per una locomotiva, a parte tutte le altre condizioni meccaniche per avere un buon funzionamento, bisogna tenere conto di questo diagramma, e cioè progettare la turbina in maniera che essa debba soddisfare alla condizione del maggior rendimento nel maggior numero di punti possibili.

Ecco perchè fino ad ora i tentativi di applicazione della turbina a vapore alla locomotiva si sono fatti per i treni diretti, cioè per quei treni che hanno una gamma di velocità che sta tra i numeri n_1 e n_2 di giri, salvo l'avviamento. Con velocità più piccole la turbina non funzionerebbe in buone condizioni di rendimento, e bisognerebbe usare una turbina ad hoc per le basse velocità, e questo è contrario alla semplicità che è requisito essenziale delle locomotive a vapore. Non dobbiamo dimenticare che la locomotiva a vapore a stantuffo, che ha poco più di un secolo di vita, in questo periodo di tempo si è perfezionata, aumentando di potenza, di peso, di velocità: si è aumentata la pressione del vapore nelle caldaie, si è impiegato il vapore surriscaldato, ma il disegno generale della locomotiva è rimasto, presso a poco inalterato: il tipo di caldaia è quello iniziale; l'accoppiamento è ancora quello iniziale, il tiraggio a scappamento libero si svolge nelle stesse condizioni; invece di una piccola caldaia c'è una grande caldaia, invece di pressioni di poche libbre per pollice quadrato ci sono pressioni di 15, 20 e più kg per cm² ed oggi si sperimentano locomotive a 100 e 160 chilogrammi di pressione per centimetro quadrato; la potenza è salita da 100 a 2000 HP; invece di una locomotiva con due assi si hanno locomotive con 3, 4, 6, 8 assi, a seconda della pesantezza della locomotiva e dei problemi che deve risolvere, ma, in fondo, la posizione relativa della caldaia e degli assi motori della caldaia e dei cilindri che danno attraverso allo stantuffo il movimento alle ruote, è rimasto pressochè inalterato. Frutto di studi, frutto di esperienze, studi ed esperienze che hanno dato alla locomotiva, così come si presenta, una robustezza, una semplicità ed una sicurezza di manovra veramente straordinarie.

Quando si guarda una locomotiva si comprende che in questa robusta struttura d'acciaio c'è proprio l'estratto del genio umano, concentrato, perchè la locomotiva, nella sua essenza, è geniale per chi la guarda, diventa più geniale ancora per chi la studia a fondo, per chi si rende conto delle ragioni per cui si sono adottati quei certi speciali dispositivi.

Soprattutto, la locomotiva attuale è molto semplice, di una semplicità straordinaria, perchè il macchinista ha davanti a sè degli strumenti che indicano oltre la velocità: la pressione del vapore, la temperatura del vapore, e poi, per regolare la marcia della locomotiva non ha che da manovrare la leva, con la quale si apre più o meno la valvola che porta il vapore al surriscaldadatore e da questo ai cilindri; per regolare il grado di ammissione dei cilindri non ha che da manovrare un volantino, qualunque sia il tipo di distribuzione, e quando si tratta di invertire la marcia non ha che da girare questo volantino in senso inverso.

Per la turbina a vapore, invece, una semplicità così grande si presenta di difficile realizzazione.

Intanto le esperienze fatte fino ad oggi hanno messo a punto, come si suol dire, la questione dell'applicazione della turbina a vapore nella trazione.

Avanti di iniziare le prime esperienze si aveva una viva preoccupazione, e cioè che, dando vapore alla turbina, la locomotiva non si avviasse con quella prontezza e con quella celerità che sono caratteristiche della locomotiva a stantuffo.

Si diceva: il vapore va al cilindro, preme sullo stantuffo, e non può uscire se non ha spostato lo stantuffo; una volta calcolati gli sforzi che si hanno sugli stantuffi, e che tali sforzi siano rapportati ai cerchioni delle ruote, le esperienze hanno detto quali sono i valori che si debbono avere per far muovere la locomotiva, e così si è ottenuto di dimensionare i cilindri a seconda della pressione di vapore, in guisa da ottenere sui cerchioni gli 8, 10, 12 mila chilogrammi di sforzo necessari per muovere il treno.

La turbina, qualunque sia il sistema di collegamento alle ruote motrici è un condotto aperto e pertanto, quando si dà il vapore, questo attraversa i condotti fissi e mobili e scappa attraverso lo scarico, prima che la locomotiva si muova occorre consumare una certa quantità di vapore. L'esperienza ha però dimostrato che la questione che sembrava più grave è quella che praticamente è risultata di più facile soluzione. Cioè l'avviamento di una locomotiva con turbina non è più difficile, nè complicato, nè dispendioso dell'avviamento di una locomotiva con motore a stantuffo. Anzi, se si tien conto di tutto il periodo di avviamento, risulta che il consumo di vapore per portare un treno con locomotiva a turbina da fermo ad una certa velocità, è presso a poco lo stesso di quello che si ha con una locomotiva a stantuffo.

Naturalmente è necessario vi sieno degli organi adatti per trasmettere il movimento dalla turbina alle ruote della locomotiva, che si muovono con una velocità che nelle locomotive ordinarie per diretti arriva a 300, 350 fino a 400 giri al minuto primo, mentre la turbina, per essere di dimensioni piccole, ed avere piccolo peso e piccolo volume, deve avere una velocità non inferiore a 6000 giri al minuto primo.

Le difficoltà si hanno invece quando si tratta di avere dei cambiamenti di velocità in relazione ai consumi, e specialmente quando si tratta di ottenere l'inversione di marcia. Questo è un punto debole della locomotiva a turbina. La locomotiva a stantuffo viaggia infatti nei due sensi sviluppando la stessa potenza con la stessa velocità; invece la turbina non è reversibile. Per ottenere una reversibilità della marcia bisogna dotare la turbina di quella che viene definita la turbina di marcia indietro, e cioè necessario che sull'asse della turbina di marcia avanti sia installata una turbina di marcia indietro, che abbia cioè la palettatura in senso inverso di quella di marcia avanti, turbina che quando la locomotiva funziona a marcia avanti gira a vuoto e viceversa.

Dunque i punti deboli della turbina applicata alla locomozione sono due, ma quello che si credeva il suo tallone d'Achille, l'avviamento, non c'è. Viceversa, è importante la questione dell'inversione di marcia e l'altra del consumo di vapore alle diverse velocità.

Dal momento che la turbina a vapore ha una velocità di massimo rendimento, e a tutte le altre velocità il consumo è maggiore, l'applicazione di questa turbina va bene per dei treni i quali viaggiano costantemente ad una determinata velocità: 60, 70, 90 chilometri; ma la stessa turbina, la stessa locomotiva, non può andare da 0 a 60: in altre parole, mentre con la trazione a stantuffo la stessa lomotiva si può applicare su un direttissimo o su un merci, quando ce ne sia la necessità, per quanto per i treni merci si costruiscano delle locomotive ad hoc, quella a turbina deve trascinare il treno a determinate velocità che sieno comprese tra limiti relativamente ristretti.

Si può con dei dispositivi speciali aumentare il campo d'azione della turbina, cioè allontanare le ascisse comprese tra il numero n_1 e il numero n_2 di giri, ma questo si ottiene a spese di una complicazione costruttiva, cioè bisogna introdurre delle altre ruote, quelle che in marina si chiamano ruote di crociera, che sono azionate dal vapore quando la nave va lentamente o quando la locomotiva va lentamente, e vengono saltate dal vapore, cioè non lavorano, quando la turbina deve correre.

Che lo sforzo alla partenza della turbina possa uguagliare e superare quello dello stantuffo, lo si deduce da un calcolo molto semplice relativo allo sforzo che il vapore esercita su una corona di pale. Se (fig. 2) si indica con w_1 la velocità del vapore che agisce sulla paletta, e con w_2 quella con cui l'abbandona si ha uno sforzo risultante nel senso di rotazione, e se si indica con z il numero delle ruote, con P il peso di vapore che agisce al 1'' sulle palette, si ha:

$$X = \frac{P}{g} (w_1 \cos \beta + w_2 \cos \gamma)$$

(fig. 2) e quindi se con v_1 è indicata la velocità periferica delle ruote

della turbina, e con v_2 quella dei cerchioni delle ruote della locomotiva e con F lo sforzo si ha la relazione:

$$F = 250\ P \sqrt{z}\, \frac{v_1}{v_2}.$$

Ora la velocità v_2 ha dei limiti corrispondenti alla velocità in chilometri-ora che la locomotiva può raggiungere; v_1 ha dei limiti dipendenti dalla costruzione della turbina; ma se prendiamo per v_1 un valore di 150 metri al minuto secondo, e per v_2 di 25, abbiamo un rapporto di 6; e se le ruote della turbina ad esempio sono 9, la radice quadrata di 9 è 3; 3 per 6 fa 18 e 18 per 250 fa 4,500, e cioè per un kg di vapore al 1'' abbiamo kg 4.500, per 3 kg 13.500 al cerchione delle ruote che sono più che sufficienti per avviare rapidamente una locomotiva che pesa 100 tonn., con un tender che ne pesa 45 e con un treno di 400 tonnellate.

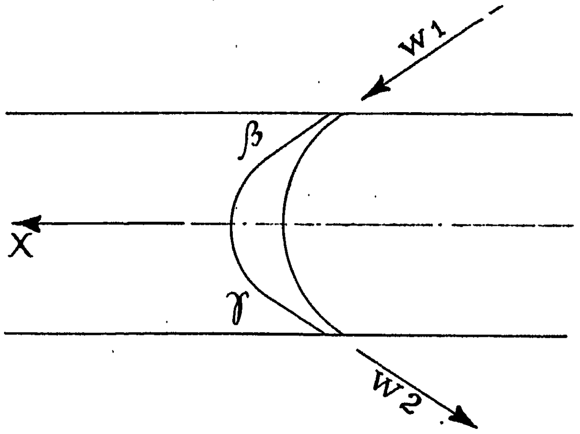


Fig. 2.

Preoccupati dal consumo delle turbine a scappamento libero e della necessità di introdurre in queste lomotive qualche cosa di nuovo che realizzasse dei vantaggi, e principalmente quello di avere un minor consumo di vapore, e quindi di carbone, si è introdotto nelle locomotive, che si sono costruite fino ad oggi a scopo sperimentale il concetto della condensazione del vapore, cioè invece di far scaricare il vapore nell'aria, come nelle locomotive normali, questo vapore viene condensato a pressione inferiore all'atmosferica.

Si è quindi presentato su queste locomotive il problema della condensazione del vapore, problema molto importante, e non facile da risolvere, perchè per condensare del vapore occorre un fluido condensante: acqua od aria. Usare dell'aria per raffreddare il vapore, porta al movimento di grandi masse d'aria. Funziona oggi un tipo di locomotiva che ha il condensatore a superficie, nel quale il vapore bone per cavallo, sviluppato e per ora ma con un maggior peso morto da trascinare evidentemente il vantaggio del minor consumo è quasi completamente perduto per la maggiore potenza richiesta dalla locomotiva per muovere se stessa. Di qui la necessità di ottenere che la condensazione richieda il minimo aumento di peso rispetto alla locomotiva a stantuffo e non complichi eccessivamente la manovra della locomotiva.

Fino ad oggi si sono adottate diverse soluzioni, le quali, però, per quanto semplici, hanno tutte portato un aumento di peso della locomotiva. Infatti i diversi costruttori hanno preso una locomotiva normale, con la caldaia normale e l'hanno modificata per applicarvi la turbina, l'impianto di condensazione, ed hanno sopratutto modificato il tender per installarvi gli apparecchi di condensazione; essi hanno dovuto pertanto fornire la locomotiva di tutta una serie di accessori: ventilatori, pompe di estrazione o di circolazione, ecc., che complicano la manovra perchè il macchinista, invece di trovarsi, come nelle locomotive a stantuffo, davanti ad una leva la cui manovra basta da sola a regolare la marcia della locomotiva, si trova di fronte ad una quantità di altri organi da regolare ed osservare.

Il tiraggio della caldaia nelle locomotive a stantuffo, è effettuato dal vapore che si scarica attraverso un ugello collocato nella camera a fumo, mentre in quelle a turbina deve essere ottenuto installando nella camera a fumo un ventilatore che produce la depressione necessaria al tiraggio. Al ventilatore per il tiraggio si devono aggiungere altri organi accessori: il condensatore, le pompe relative ventilatori per la circolazione dell'aria nel raffreddatore dell'acqua.

Per quanto si sia studiato di semplificare ed alleggerire questi organi, le locomotive a vapore costruite con impianti di condensazione hanno effettivamente avuto per risultato un maggior peso di almeno il 25 %. E questo 25 % vuol dire che la locomotiva per muoversi richiede il 25 % di maggiore potenza; così, i vantaggi della condensazione vengono in parte eliminati sia dal maggior peso, sia dal consumo di vapore per muovere gli organi accessori per la condensazione ed il tiraggio.

I tipi di locomotiva a turbina.

La Svizzera che durante la guerra non aveva preoccupazioni, ha avuto il tempo ed i mezzi di studiare, mentre gli altri combattevano, ed è stata la prima che è arrivata a concretare un tipo di locomotiva normale con turbina, a condensazione.

Oggi c'è in servizio una locomotiva svedese; anche la Svezia, per la stessa ragione, ha potuto dedicarsi a questo studio ed ha costruito una locomotiva con turbina a vapore con condensatore ad aria; e c'è anche una locomotiva Krupp-Zoelly, che fa servizio su una linea tedesca, con condensatore ad acqua e successivo raffreddamento dell'acqua.

Darò qualche notizia sulla costruzione di queste ultime due locomotive. La fig. 3 rappresenta la locomotiva svedese. La caldaia con

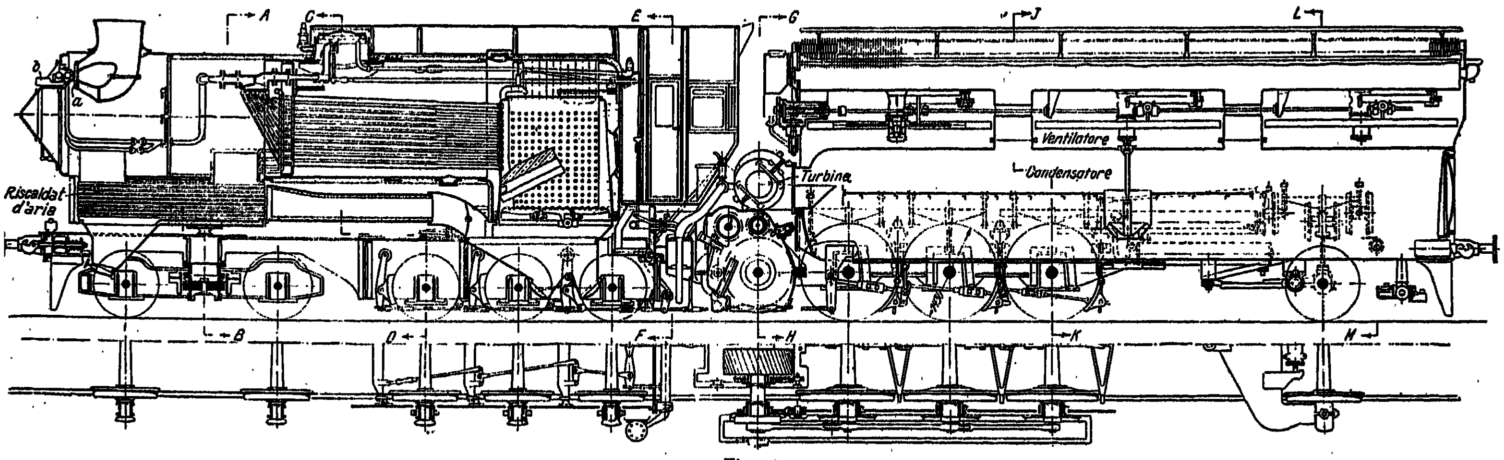


Fig. 3.

percorre una serie di tubi muniti di alette, lambite da aria a grande velocità, che raffredda le alette e condensa il vapore. Una seconda soluzione può essere quella di condensare questo vapore in un condensatore ordinario a superficie, facendo girare nei tubi di esso dell'acqua che poi viene raffreddata dall'aria con sistemi speciali. Quindi la necessità di un raffreddatore dell'acqua, raccolto in piccolo volume, con piccolo peso. Per realizzare tutti i vantaggi della locomotiva a vapore, è infatti evidente che se la condensazione dovesse importare un peso troppo grande, il vantaggio che si ricava da questa condensazione verrebbe annullato. Se invece di avere una locomotiva del peso di 100 tonnellate ne dovesse risultare una di 200, che consumasse meno car-

i relativi accessori è montata sopra un carro seguito dal tender, ingrandito, il quale ha tre assi accoppiati, sul tender avviene la condensazione del vapore; la turbina è applicata davanti al tender, dietro la caldaia.

La turbina, con una triplice riduzione di ingranaggi va a comandare un asse ausiliario, il quale, a sua volta, comanda i tre assi accoppiati del tender; il peso della caldaia e dei relativi accessori non è utilizzato come peso aderente.

Il vapore che si scarica dalla turbina arriva in un grande recipiente cilindrico, dal quale il vapore sale attraverso una serie di tubi nervati lambiti dall'aria chiamata da tre ventilatori, ad asse verticale

che sono in una camera speciale nella parte superiore. L'aria che passa attorno a questi tubi nervati raffredda il vapore, lo condensa, e l'acqua condensata cade sul recipiente cilindrico dal quale viene presa e rimessa in circolazione mediante una pompa che la prende e la rimanda in caldaia.

azione seguiti da una serie di ruote a reazione; poi il vapore si scarica nella camera esterna, in comunicazione col condensatore.

Non c'è turbina di marcia indietro, perchè questa è ottenuta nel riduttore ad ingranaggi, con un dispositivo meccanico che ricorda i meccanismi usati nell'automobilismo.

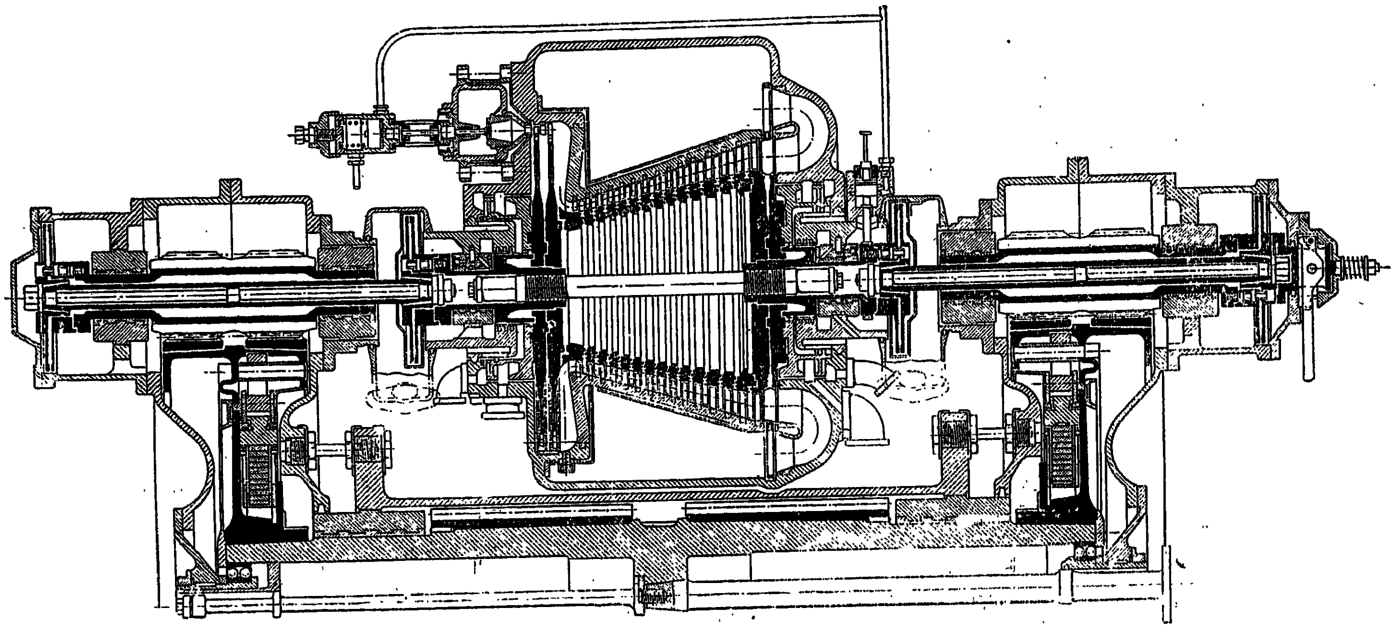
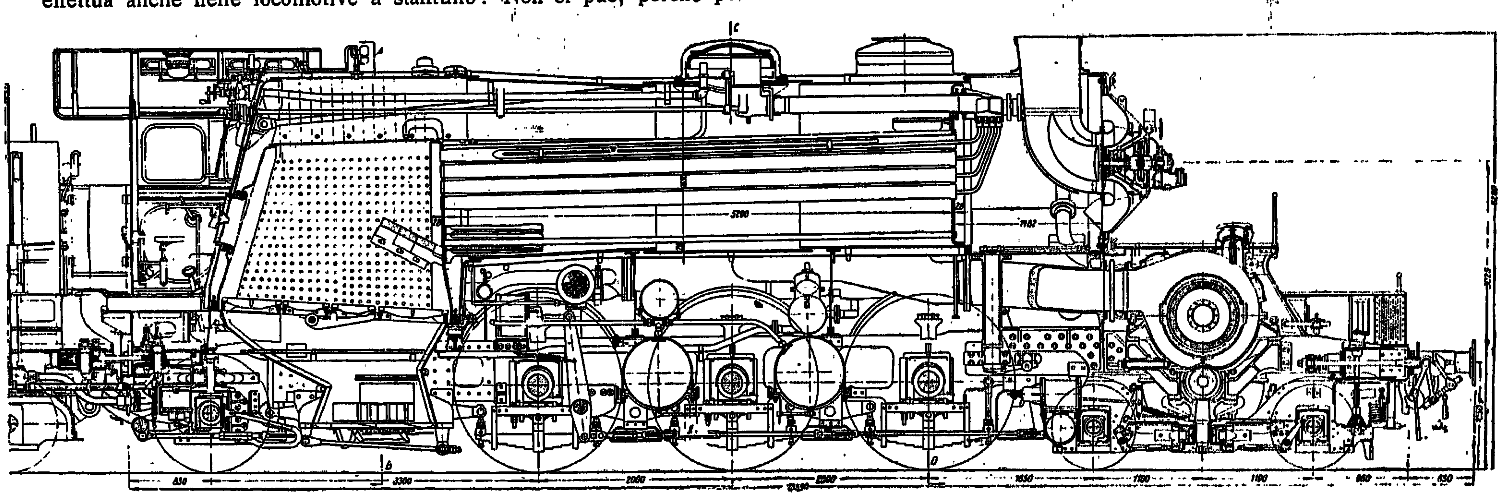


Fig. 4.

Uno dei vantaggi della condensazione è questo: è sempre acqua distillata quella che alimenta la caldaia e che poi si trasforma in vapore e si ricondensa; nella caldaia non si formano incostrazioni, il suo rendimento si mantiene elevato.

Qualcuno può chiedere: ma perchè la condensazione non si effettua anche nelle locomotive a stantuffo? Non si può, perchè per

Come ho detto si ha una triplice riduzione di velocità, i rocchetti montati sull'asse della turbina, ingranano cioè con delle ruote portate da un primo asse ausiliario, che a loro volta ingranano con altre su un secondo asse ausiliario, che finalmente comanda l'asse principale, e da 8200-9000 giri si va a 300 giri, con un rapporto da 1 a 30 in tre riduzioni.



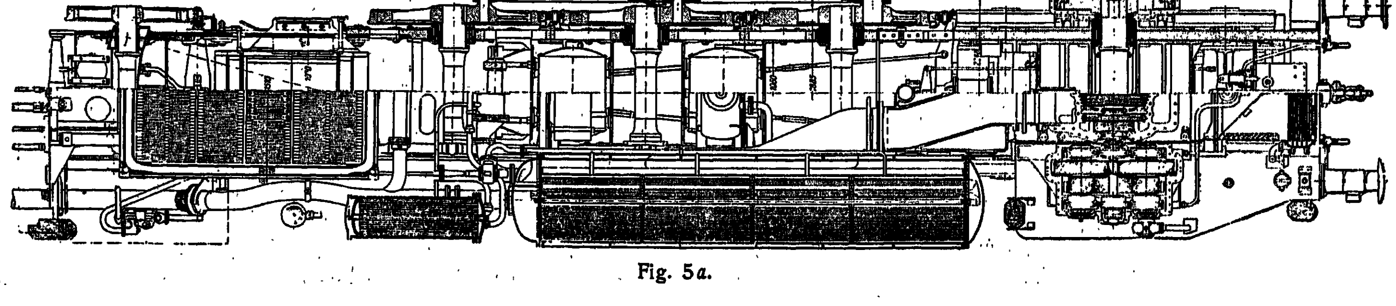


Fig. 5*a*.

far muovere gli stantuffi dentro i rispettivi cilindri occorre un'abbondante lubrificazione, ed il vapore che si scarica è carico d'olio, che anche con separatori bene studiati finisce in parte in caldaia, inoltre per utilizzare la maggior espansione del vapore sarebbe necessario la triplice espansione che complicherebbe anche la locomotiva a stantuffo.

Nella fig. 4 si vede la turbina come è congegnata. Questa turbina compie 8200 giri al 1' e la sua girante è formata da due dischi ad

Nella fig. 5 è rappresentata in diverse sezioni una locomotiva con condensatore e refrigerante dell'acqua sul tender.

In questa locomotiva la turbina è davanti alla caldaia.

La locomotiva, ha tre assi accoppiati con un carrellino posteriore ed uno anteriore. La turbina e il carter per gli ingranaggi, con doppia riduzione, poggiano sul carrello anteriore, e c'è un asse ausiliario, comandato dopo la seconda riduzione dalla turbina, che comanda le

ruote motrici accoppiate. Ai lati della locomotiva ci sono due condensatori cilindrici che ricevono il vapore di scarico della turbina; il per effettuare il tiraggio nella caldaia. Distribuiti lungo la locomotiva sono gli altri organi della condensazione.

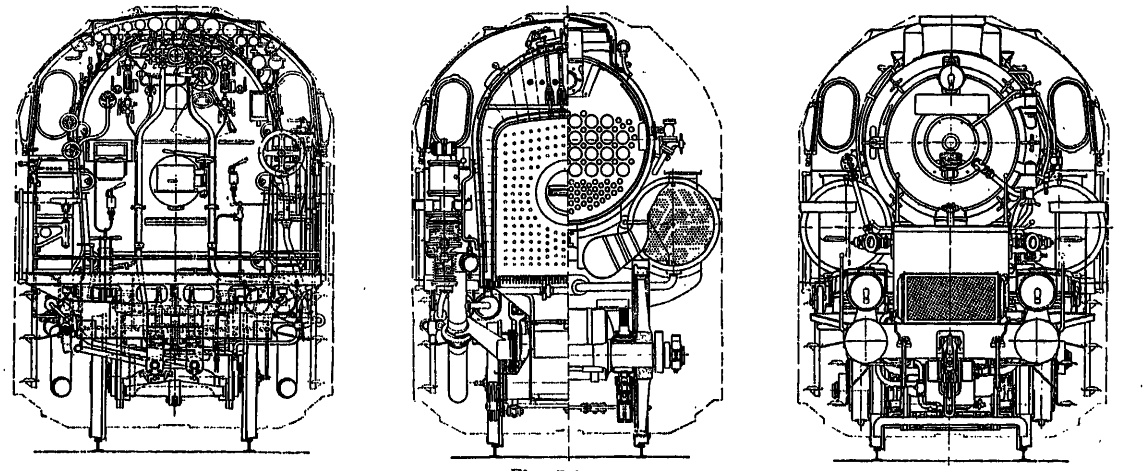


Fig. 5 *b*.

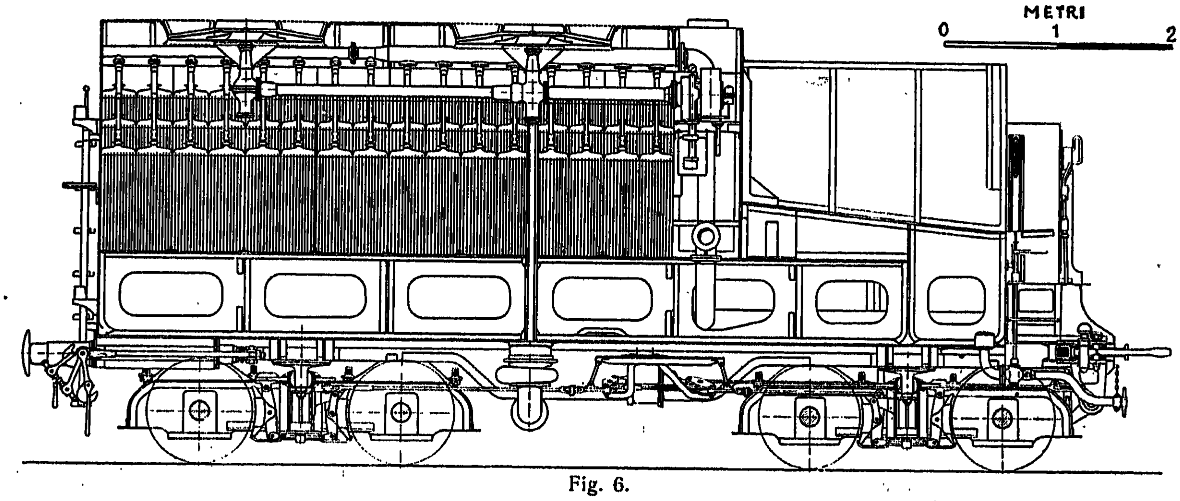


Fig. 6.

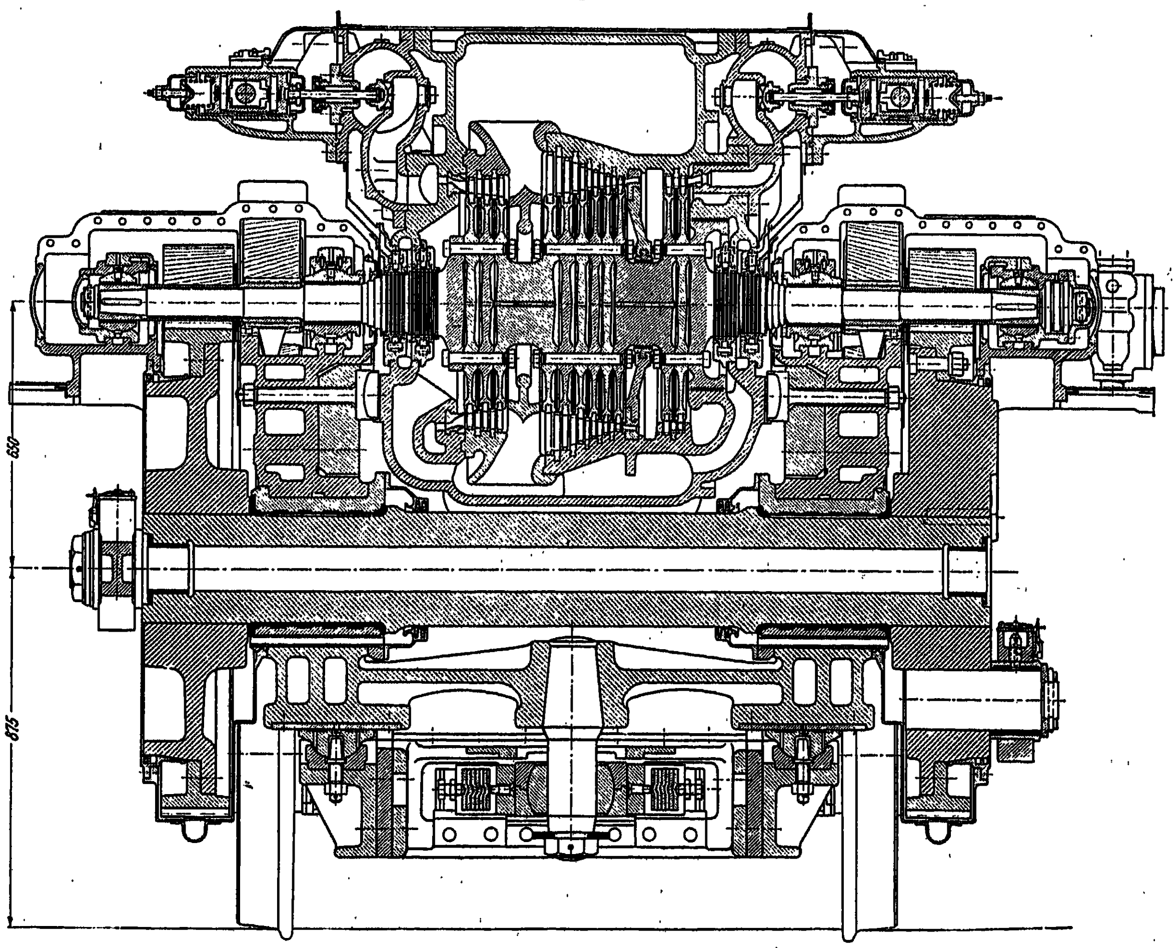


Fig. 7.

vapore viene condensato e rimandato in caldaia. Sulla fronte della caldaia è una piccola turbina che serve per muovere il ventilatore,

Il tender di questa locomotiva è (fig. 6) più pesante di quello normale, con una capacità di carbone minore dei tender ordinari, ed

una minore capacità d'acqua, però vi è l'impianto di raffreddamento dell'acqua, l'acqua è portata in alto e discende lungo la superficie di lamiere lambite in senso inverso dall'aria; l'aria fredda si riscalda, si satura di vapore e trasporta via le calorie immagazzinate dall'acqua, che viene raccolta in un cassone inferiore e rinviata in caldaia.

I risultati delle esperienze fatte in Norvegia ed in Germania hanno dimostrato in primo luogo che per quanto riguarda l'avviamento non c'è nessuna preoccupazione. Esso avviene più facilmente che non nelle locomotive a stantuffo, perchè in qualunque posizione si fermi, la locomotiva, la turbina è sempre pronta, non si hanno punti morti.

Per il consumo di vapore, l'economia che potrebbe essere del 50 % è in realtà sensibilmente minore. Perchè locomotiva e tender pesano di più e il lavoro per muoverli richiede maggior consumo di vapore, e poi perchè tutti gli apparecchi ausiliari consumano alla lor volta del vapore, e la economia che teoricamente potrebbe arrivare anche sopra al 50 %, tenendo conto delle variazioni di velocità, scende al 40 %, si riduce in pratica ancora della metà, ossia al 20 %.

C'è inoltre da tenere conto del fatto che queste locomotive vengono a costare più delle altre, e mentre da una parte abbiamo una economia di combustibile, che poi praticamente è assai inferiore della teorica, dall'altra parte vi è una maggiore spesa per interesse dei capitali ed ammortamento. Cosicchè se il maggior costo fosse tanto grande da importare una spesa molto forte per interessi ed ammortamento, questa assorbirebbe l'economia di combustibile annua. Siamo però alle prime esperienze, ai primi tipi; non è detto che essi non siano suscettibili di notevoli semplificazioni di manovra e riduzione di costo.

Nella fig. 7 è rappresentata la sezione verticale della turbina motrice e dell'albero ausiliario principale: a sinistra sono le tre ruote ad azione che formano la turbina di marcia indietro.

Intanto, visto che la questione dell'avviamento è risolta, si è fatto un passo indietro, e si è detto: perchè non si può avere la locomotiva con turbina a scappamento libero che non avrebbe le complicazioni delle turbine con condensazione?

Nel fatto, se invece di usare delle caldaie alla pressione di 15 atmosfere e vapore a 325° con condensazione, si impiegano caldaie con 30-35 atmosfere e vapore a 400° e si funziona a scappamento libero, il consumo unitario di vapore non muta.

Infatti con vapore a 15 kg e 325° che si espande fino alla pressione del condensatore di 0,15 kg assoluti si hanno disponibili nel salto termico circa 200 calorie ma si ha in più il consumo degli apparecchi ausiliari, mentre con vapore a 35 kg di pressione e 400° ed una pressione allo scarico di kg 1,1 il salto termico è di 165 calorie per chilogrammo di vapore senza consumi accessori e con la possibilità di riscaldare a 100° l'acqua di alimento della caldaia.

Con le alte pressioni la locomotiva a turbina ha dunque dei vantaggi su quella a stantuffo, perchè mentre aumentando la pressione si complica la costruzione delle locomotive a stantuffo, non varia quella della turbina. Nella locomotiva a stantuffo bisogna dividere la pressione almeno tra due cilindri, nella turbina invece basta soltanto aumentare di poco il numero delle ruote motrici o la loro velocità periferica per utilizzare il vapore dalla pressione iniziale a quella finale.

Così si ritorna oggi al punto dal quale si è partiti con le prime esperienze, ossia dove sono partito io 22 anni fa con le prime esperienze sull'applicazione delle turbine alla locomozione.

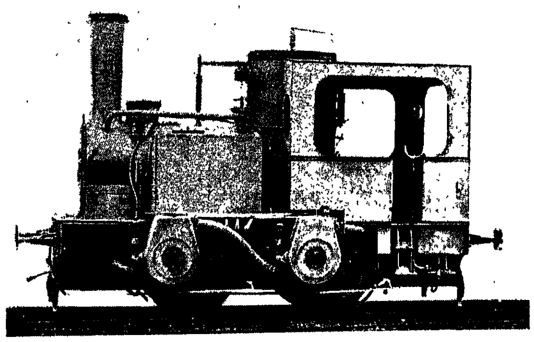


Fig. 8.

La fig. 8 rappresenta la locomotiva che ho progettato nel 1908. Era una vecchia locomotiva delle Officine Meccaniche Miani e Silvestri di Milano, alla quale ho apportato delle modificazioni, applicando ai due assi motori, non accoppiati, da una parte e dall'altra una turbina.

Le quattro turbine erano collegate con tubi flessibili, ed il comando degli assi mobili era fatto nella stessa maniera con cui si ottiene anche oggi il comando delle sale dal motore elettrico nelle vetture tranviarie.

Questa locomotiva ha funzionato per qualche tempo 22 anni fa nelle Officine Meccaniche, e si è trascinata per parecchi giorni un treno su un binario circolare appositamente preparato. L'avviamento non ha dato mai luogo a nessun inconveniente. Questa locomotiva aveva poi la caratteristica che la potenza a marcia avanti era uguale a quella a marcia indietro, perchè con dispositivi speciali le stesse ruote potevano funzionare a marcia avanti o a marcia indietro.

Questa prima locomotiva che ha fatto parlare la stampa tecnica italiana e straniera, con la guerra ha finito il periodo sperimentale.

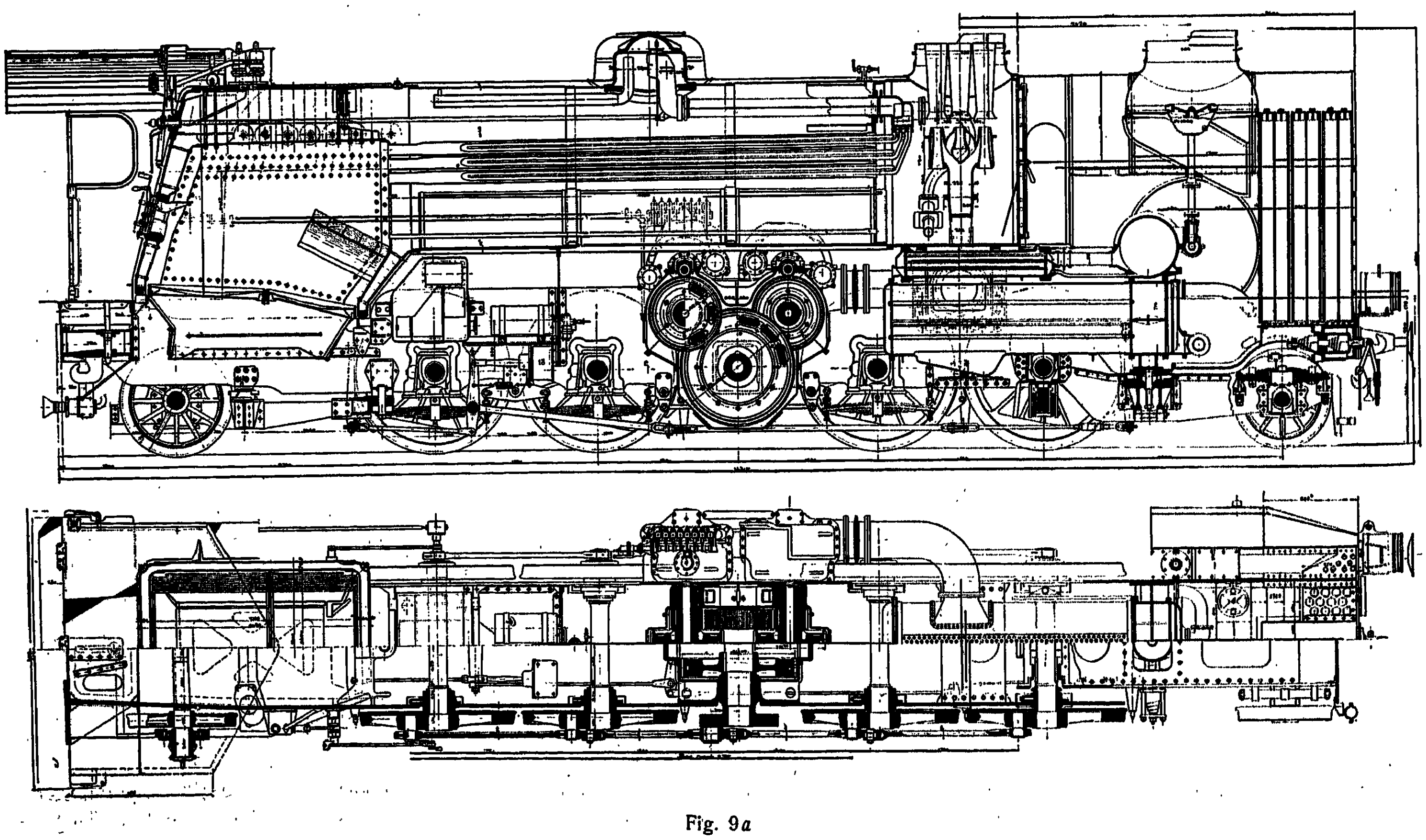


Fig. 9a

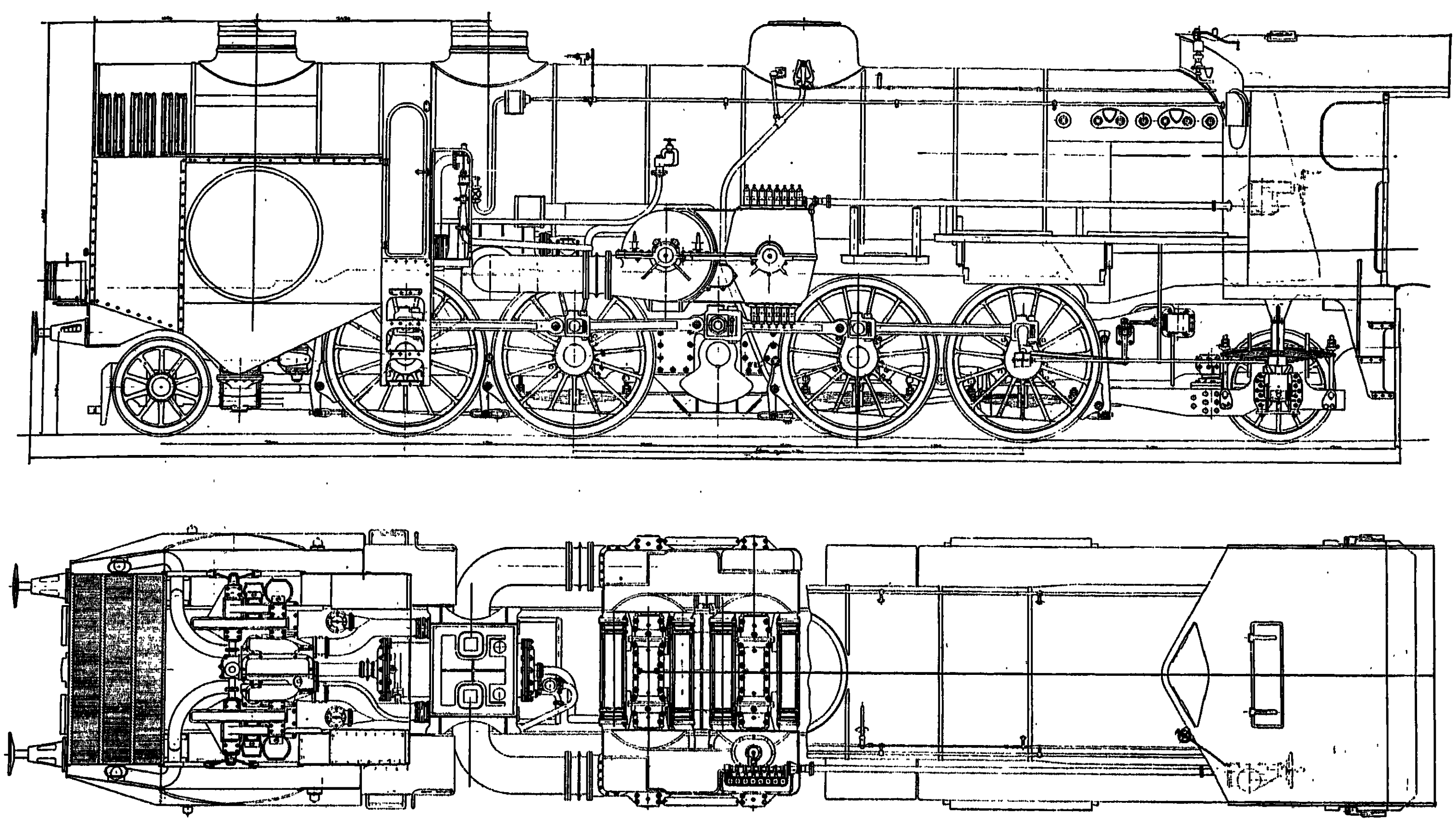


Fig. 9*b*

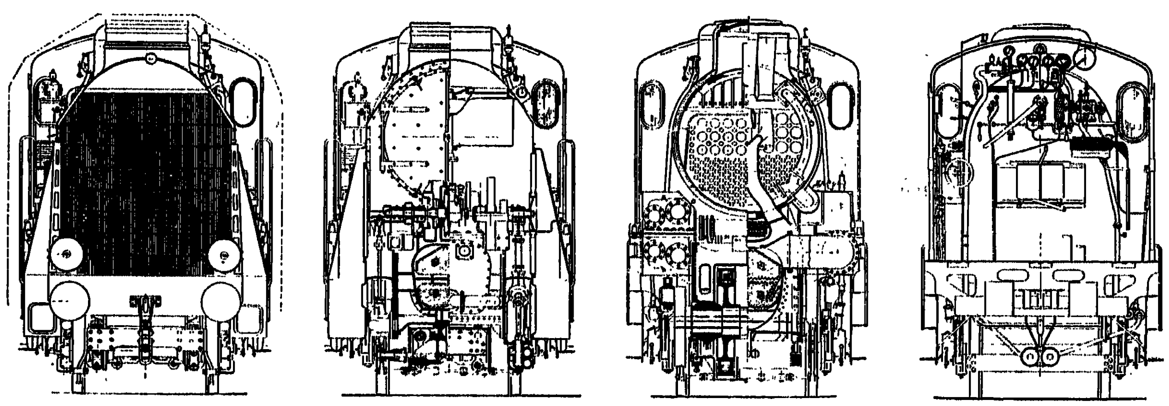


Fig. 9*c*

Nel dopo guerra ho ristudiato il problema, ed appunto perchè all'estero si erano studiate locomotive con la condensazione, anch'io mi sono attaccato al problema della locomotiva con condensazione. E quella che presento nella fig. 9 è una locomotiva che una settimana fa ha fatto la prima corsa sul binario nello Stabilimento Breda a Sesto San Giovanni. Essa è del tipo a quattro assi, accoppiati ed un carrello anteriore. Dovrebbe essere la sorella del tipo 746. In questo studio mi sono proposto di realizzare quello che gli altri non hanno realizzato, cioè di avere, possibilmente, lo stesso peso della locomotiva a stantuffo, di pari potenza per non avere quel tale maggiore peso da trascinare; ho quindi applicato una caldaia più piccola, la caldaia tipo 685, cioè una caldaia di 40 m² di superficie in meno, e che pesa anche meno. Il peso che ho guadagnato nella caldaia l'ho speso nel condensatore ed in tutti gli altri organi accessori che si vedono nella figura.

Ma mentre nel tipo svedese la turbina era collocata dietro la caldaia, e nel tipo tedesco-svizzero era applicata danvanti, nel tipo italiano è applicata a metà.

Le turbine sono quattro e sono divise in due gruppi. C'è una doppia riduzione ad ingranaggi. Le turbine sono disposte simmetricamente all'asse della locomotiva: c'è una turbina ad alta pressione, poi una a media e due a bassa pressione, il condensatore è fra i lungheroni e la turbina ausiliaria che comanda i ventilatori e le pompe per il movimento dell'aria e dell'acqua ed il tiraggio della caldaia è davanti alla locomotiva; in modo che con una sola turbina ho risolto meccanicamente il problema di comandare tutti gli ausiliari. Mentre gli altri hanno tante turbinette quanti sono gli ausiliari, nella mia locomotiva c'è un'unica turbina che comanda tutti questi organi riuniti insieme; così ho ottenuto una semplificazione costruttiva ed anche un minor peso. Le turbine principali comandando un sistema di pignoni che è sotto la locomotiva, questi comandano un albero secondario che a sua volta comanda l'albero principale. Il raffreddamento dell'acqua che ha condensato il vapore avviene davanti alla locomotiva; il raffreddatore che gli altri costruttori hanno montato sul tender modificandolo ed appesantendolo io l'ho installato sul davanti della locomotiva nella posizione più efficace per l'investimento da parte dell'aria; così ho potuto lasciare il tender di tipo normale inalterato.

Nella fig. 9 sono rappresentate: nelle fig. 9*a* la sezione verticale della locomotiva e la sezione fatta con un piano orizzontale in corrispondenza all'asse ausiliario. Nella sezione verticale si vedono il riduttore doppio ad ingranaggi, il condensatore a superficie, il riscaldatore dell'acqua di alimento che fa da sella alla caldaia, i ventilatori per il tiraggio dell'aria che serve a raffreddare l'acqua che esce dal condensatore.

La fig. 9 *b* rappresenta la vista esterna e la pianta della locomotiva supponendo levata la caldaia. Nella vista esterna si vedono le due turbine di alta pressione, e di destra, e di bassa pressione a sinistra col tubo di scarico del vapore nel condensatore; sul davanti della pianta si vede la turbina che comanda tutti gli apparecchi ausiliari.

Infine nelle fig. 9 *c* si vedono: la locomotiva vista dal davanti; una sezione in corrispondenza alla camera a fumo ed all'asse ausiliario ed infine la vista della cabina.

Nel 1920 avevo studiato una locomotiva a scappamento libero, della quale presento qui il disegno (fig. 10). E' un progetto preparato quando vi è stato un concorso per le Ferrovie calabro-lucane.

Ecco i dati principali caratteristici della locomotiva:

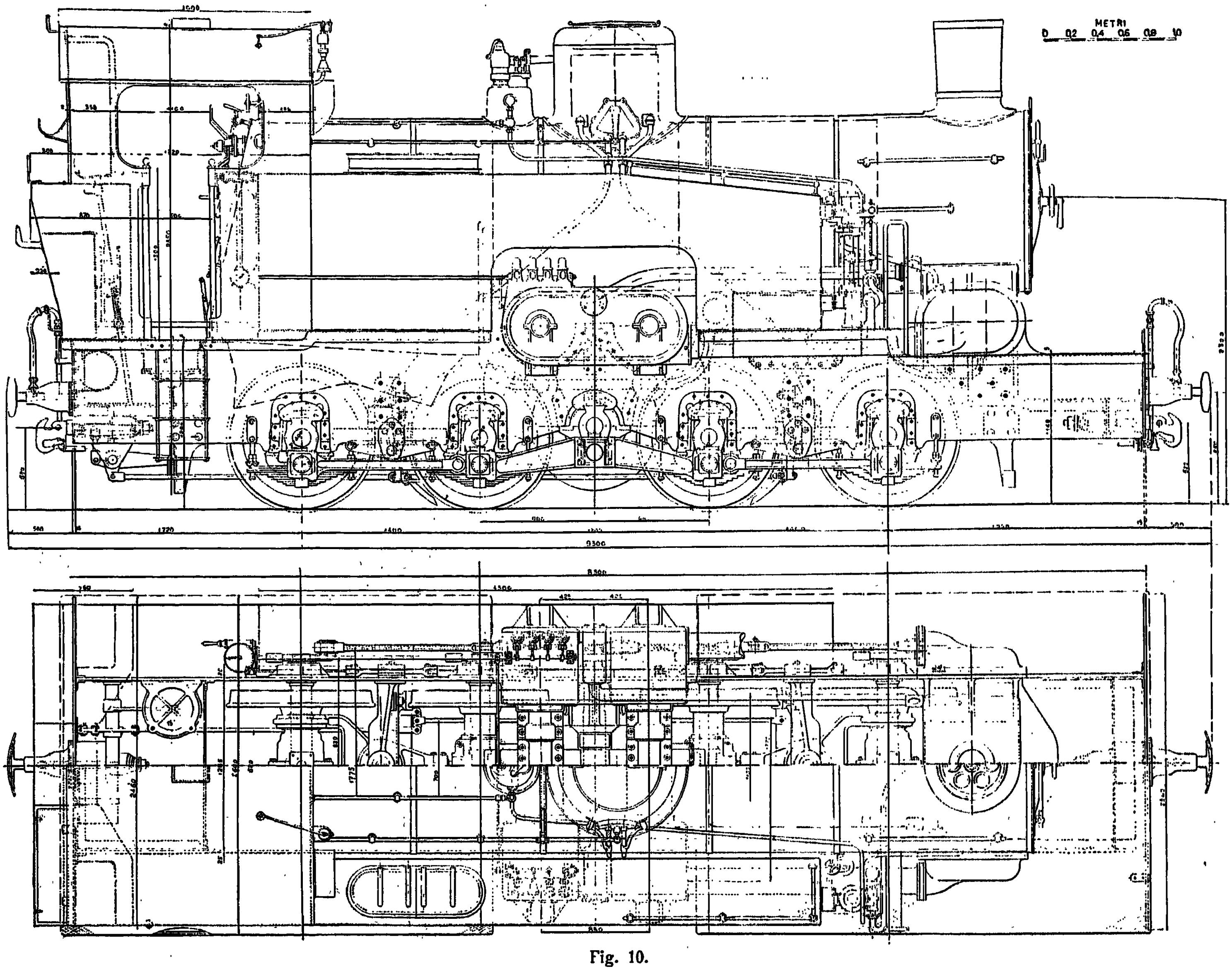


Fig. 10.

Diametro delle ruote	mm 1100
Pressione del vapore in caldaia	atm 14
Superficie riscaldata	m² 63,50
» della griglia	» 1,60
Capacità casse acqua	m³ 4,5
» casse carbone	tonn 1,5
Peso aderente in servizio, circa	» 44
Potenza normale alle ruote motrici	HP 400
Superficie surriscaldata	m² 24
» riscaldata diretta	» 6,50
» » indiretta	» 57
Quantità di valore	kg 3650
Sforzo di trazione nei due sensi alla velocità di km 12 e con pendenza del 60 per mille	» 7000
Peso a vuoto	tonn 41

Sulla locomotiva sono quattro turbine, due di marcia avanti da una parte e le due identiche di marcia indietro dall'altra; le turbine comandano attraverso dei pignoni un primo asse ausiliario, che comanda un asse principale che si trova tra le ruote, riunite in due gruppi accoppiati mediante i soliti biellismi.

Recentemente, mentre si stava completando la costruzione della locomotiva con condensazione, le Ferrovie dello Stato, le quali sono state verso di me di una cortesia veramente squisita, per la quale esprimo pubblicamente tutta la mia gratitudine ed il ringraziamento più vivo, ed in ispecial modo per S. E. il Ministro e per la Direzione, mi hanno concesso di trasformare una locomotiva del tipo 685. Mi sono cioè posto il problema sotto un altro punto di vista. Dal momento che la questione dello spunto non preoccupa più, dal momento che la turbina può avere un margine di velocità abbastanza grande, mi sono detto: vediamo un po' se non è possibile prendere una locomotiva come si trova attualmente, con gli stantuffi ed i cilindri, smontare tutta l'incastellatura di essi e montare al loro posto un'incastellatura per la turbina.

Questo problema sulla carta per ora l'ho risolto; il progetto è stato presentato alle Ferrovie dello Stato, le quali lo hanno approvato, non solo, ma questa trasformazione di una locomotiva 685 è già in corso, si sono già fusi e si stanno lavorando gli organi che costituiranno la incastellatura che andrà al posto di quella che comprende i cilindri; in modo che qualunque sia il tipo di locomotiva sarà sempre possibile, con qualche variante nella parte anteriore e con una nuova

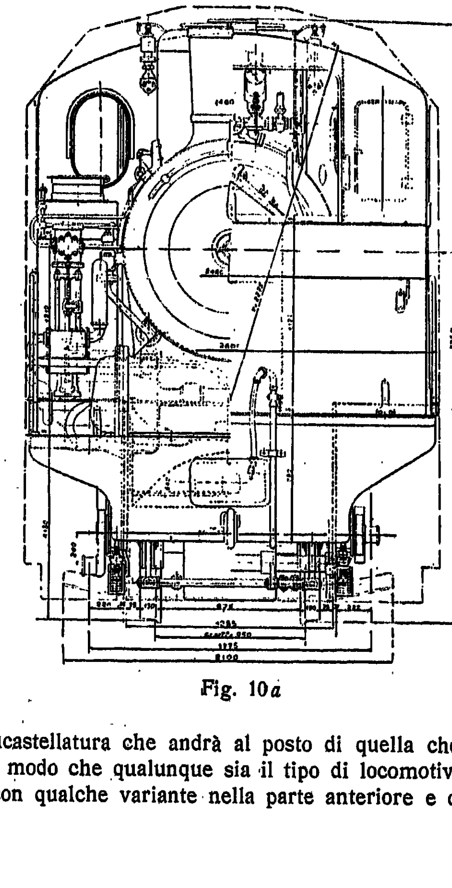


Fig. 10a

sistemazione dei lungheroni sostituire all'incastellatura che porta i cilindri e la caldaia, una incastellatura che comprenda la turbina e che porti la caldaia, in modo che tutti gli studi fatti per le locomotive a stantuffo valgano ugualmente per questa soluzione con turbina a vapore.

La turbina non è però nel centro della locomotiva, come si è visto prima, ma si trova invece nella camera a fumo. Non si vede dal di fuori e la locomotiva si presenta presso a poco come una locomotiva normale, e dalla camera a fumo non sporgono che un supporto e gli ingranaggi che mediante la doppia riduzione vanno a comandare l'asse ausiliario che dà il movimento alla locomotiva.

Credo che questa locomotiva sarà pronta tra qualche mese, mentre continuano le esperienze con l'altra locomotiva, iniziate la settimana scorsa, e se si otterranno dei risultati degni sarò lieto tra qualche tempo di tornare qui a riferire su di essi.

LA CENTRALE TELEFONICA DELLA CITTA' DEL VATICANO

U. SPERANZA

Descrizione della centrale telefonica automatica della Città del Vaticano.

L'inaugurazione della nuova centrale telefonica automatica della Città del Vaticano fornita dalla Internazional Telephone and Telegraph Co. di New York a cura della Standard Elettrica Italiana, ha costituito un doppio interessante avvenimento.

Un nuovo Stato con un proprio sistema interno di comunicazioni si è venuto a creare, ed è ora, fra tutti gli Stati del Mondo, quello maggiormente dotato di telefoni in rapporto alla sua popolazione ammontando il numero dei suoi telefoni a circa la metà del numero dei suoi cittadini.

Altra caratteristica interessante è costituita dal fatto che la nuova centrale telefonica vaticana rappresenta il più moderno prodotto della I.T.T. ed è l'unica centrale installata fino ad ora che presenti tutti i più recenti perfezionamenti del sistema telefonico automatico così detto « rotativo ».

Prima di descrivere la nuova centrale telefonica daremo alcuni cenni sul funzionamento generale del sistema telefonico rotativo, i quali potranno servire a far comprendere meglio la centrale. Descritta questa, saranno infine messi in evidenza brevemente i pregi più importanti che competono al sistema automatico in parola.

Generalitá.

Il sistema automatico rotativo si può considerare come la realizzazione meccanica della telefonia manuale, aggiunti gli incomparabili vantaggi della massima precisione, sicurezza e rapidità del servizio, e quella mirabile elasticità per il traffico nelle grandi reti telefoniche policentriche altrimenti impossibili a raggiungersi col sistema manuale.

Quando un abbonato in un sistema manuale alza il microtelefono per procedere ad una chiamata, si accende in centrale la lampada ad esso individuale. L'operatrice della centrale manuale si mette in comunicazione con l'abbonato chiamante mediante una spina e relativo cordone; ascolta il numero desiderato e con l'altra spina dello stesso cordone chiama l'abbonato richiesto. Quando questo risponde la conversazione può aver luogo.

Ciascuna operatrice della centrale può servire un determinato numero di abbonati chiamanti, ha a sua disposizione un certo numero di cordoni, e può completare la connessione con tutti gli abbonati della centrale avendo di fronte a sè la multiplicazione dei jacks di tutti gli abbonati.

Supponiamo di meccanizzare tali operatrici; avremo il cosidetto « registratore » del sistema telefonico automatico rotativo, il quale, in analogia alle due operazioni effettuate dall'operatrice manuale e cioè l'ascolto del numero desiderato e quindi la chiamata dell'abbonato richiesto, riceve e immagazzina gli impulsi di corrente inviati dall'abbonato chiamante con la manovra del disco, e quindi procede al controllo della « selezione » della linea dell'abbonato richiesto.

Prima notevole differenza tra il sistema manuale e quello automatico rotativo, che può dare subito un'idea della rapidità e della perfezione con le quali si svolge il funzionamento automatico, è che un abbonato chiamante anzichè richiamare l'attenzione di una sola operatrice precisamente di quella adibita al gruppo di 100 linee al quale esso appartiene, provoca alzando il microtelefono, il funzionamento di tutti i registratori della centrale o per lo meno di tutti quelli non impegnati in quel momento in altre connessioni. Tra i diversi registratori messi così in funzione, l'abbonato impegna quello che si connette *al cordone* (appartenente al gruppo dei cordoni esclusivi al gruppo di 100 abbonati tra i quali figura l'abbonato chiamante) *che per primo entra in contatto con la linea dell'abbonato chiamante.* In altre parole è come se in una centrale manuale un abbonato, iniziando la chiamata facesse precipitare tutte le operatrici della centrale che si trovano in riposo, a prendere ciascuna una spina e relativo cordone del gruppo dei cordoni appartenente a quell'abbonato e le stesse operatrici tutte insieme si affrettassero con estrema rapidità a voler introdurre le proprie spine nel jack dell'abbonato chiamante. La prima operatrice che riuscisse a mettersi in linea con l'abbonato segnalerebbe alle altre di ritornare a riposo.

Ottenutosi il prolungamento della linea dell'abbonato richiedente verso il registratore, l'abbonato ode il segnale di centrale che lo informa di poter inviare le cifre. Nel contempo gli altri registratori e gli altri cordoni (che nel sistema automatico della centrale del Vaticano sono chiamati circuiti di « raccordo ») ancora in funzione, subito vengono resi liberi restando a disposizione delle altre chiamate che sopraggiungessero in centrale contemporaneamente o successivamente a quella considerata.

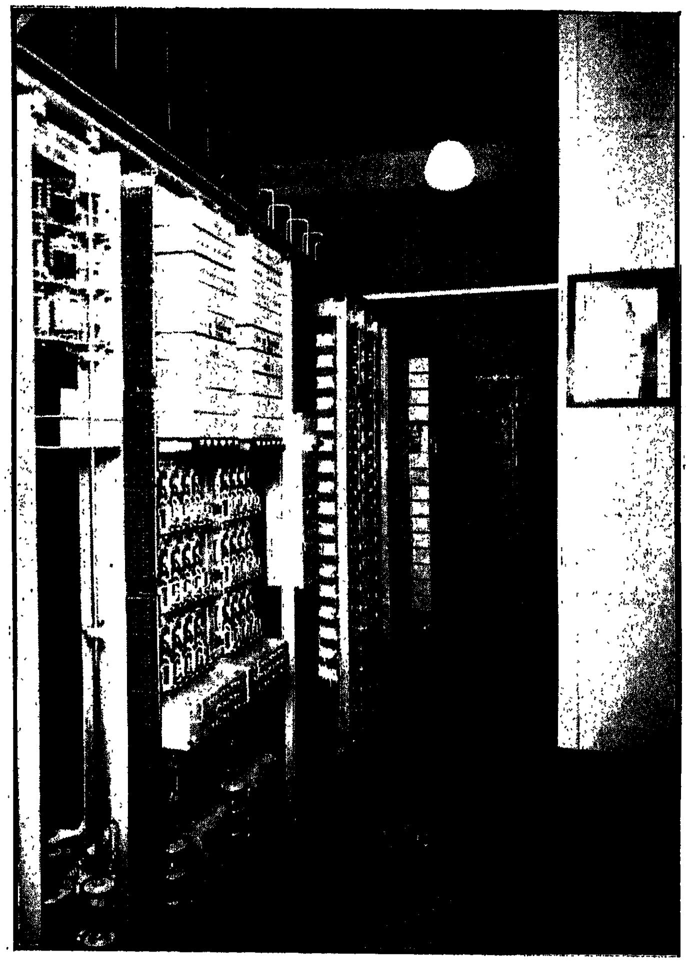


Fig. 1. — Centrale telefonica automatica Vaticana lato registratori.

Il sistema è studiato in modo che se due o più registratori o due o più circuiti di raccordo giungono nello stesso istante sulla linea con la quale sono destinati a connettersi, soltanto uno di essi si ferma su tale linea. Il registratore non rimane impegnato per tutta la durata della conversazione ma subito dopo aver immagazzinato il numero e controllato il completamento della connessione, si libera rimanendo disponibile per le altre chiamate.

Si comprende perciò che sono necessari soltanto un numero esiguo di registratori; così ad esempio nella centrale del Vaticano ve ne sono impiegati sei.

Equipaggiamento e funzionamento della centrale vaticana.

Premesso un breve cenno sulla costituzione generale della centrale, saranno enumerati e descritti uno ad uno, i diversi organi automatici in essa impiegati, per passar quindi alla descrizione del funzionamento degli organi stessi secondo la successione cinematica provocata in centrale da una chiamata.

La centrale telefonica della Città del Vaticano può considerarsi piuttosto come un centralino telefonico privato in collegamento con la

rete telefonica di Roma, che non come una centrale telefonica urbana vera e propria.

Infatti la nuova centrale è congiunta con un cavo telefonico alla vicina centrale urbana di Corso Vittorio Emanuele e gli utenti del nuovo Stato possono oltre che comunicare tra loro, anche chiamare ed essere chiamati dagli abbonati telefonici di Roma.

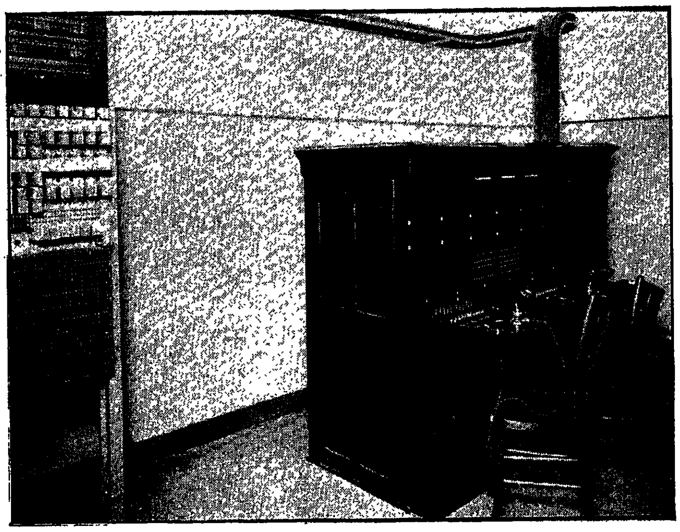


Fig. 2. — Tavolo manuale intermediario.

La capacità finale della centrale è di 800 linee locali (a 3 cifre) e di 10 linee di servizi speciali (a 2 cifre). Le linee speciali comprendono le linee di giunzione verso gli operatori del tavolo intermediario manuale adibiti al servizio di commutazione per le chiamate provenienti dagli abbonati della rete di Roma e per le comunicazioni internazionali con le città d'Italia e con gli altri Stati del Mondo.



Fig. 3. — Gruppo di carica e quadro di manovra.

Ogni chiamata locale tra utenti dello Stato Vaticano, si effettua in maniera completamente automatica, componendo tre cifre sul disco combinatore dell'apparecchio telefonico.

La chiamate uscenti verso le centrali urbane di Roma sono pure completate automaticamente, inviando prima la cifra «0» e poi l'intero numero dell'abbonato desiderato della centrale urbana.

Le chiamate entranti dalle centrali urbane arrivano agli operatori del tavolo intermediario, i quali stabiliscono manualmente la connessione con l'abbonato locale richiesto, mediante una spina e relativo cordone.

L'equipaggiamento attuale della centrale del Vaticano è di 400 linee locali di abbonato che possono collegarsi a 36 circuiti di raccordo (o «cordoni») consententi la possibilità di altrettante comunicazioni contemporanee. Il numero dei registratori, come si è detto, è di sei.

Le linee di abbonato, sono suddivise all'entrata in centrale in 4 gruppi di 100, ciascuno dei quali è servito da 9 circuiti di raccordo. I 36 circuiti totali di raccordo della centrale possono essere connessi a uno qualsiasi dei 6 registratori.

Organi automatici della centrale. — La fig. 4 rappresenta il diagramma di giunzione della centrale. In esso sono indicati schematicamente la disposizione, il collegamento e la quantità degli organi impiegati nei circuiti della centrale stessa.

Le due tratteggiate verticali indicate con MDF stanno a rappresentare il Permutatore ossia l'intelaiatura dove sono opportunamente smistate tutte le linee entranti e uscenti che fanno capo alla centrale.

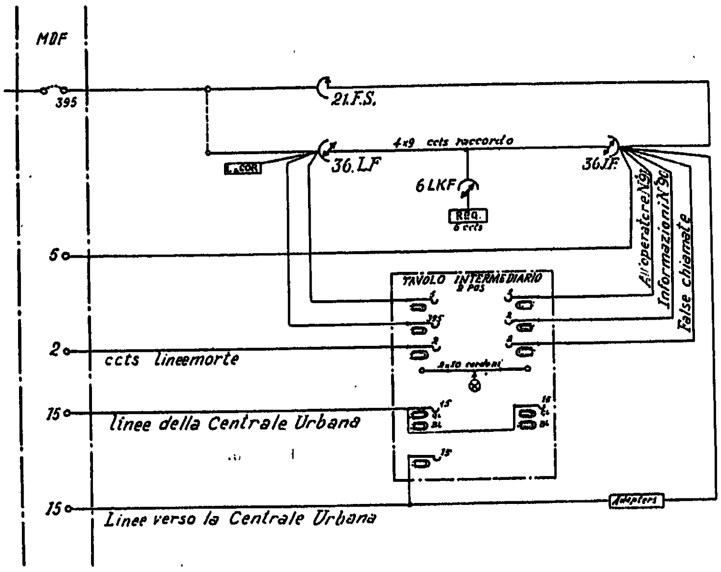


Fig. 4. — Diagramma di giunzione della Centrale Vaticana.

Come si vede dal diagramma, i principali organi di cui è composta la centrale automatica Vaticana sono:

(1) I «Cercatori di linea» a 100 contatti indicati nella figura con LF.
(2) I «Cercatori di raccordo» a 50 contatti indicati nella figura con LKF.
(3) I «Cercatori di giunzione» a 100, contatti indicati nella figura con JF.
(4) I «Selettori finali» a 300 contatti indicati nella figura con FS.
(5) I «Combinatori di circuiti» ad asse orizzontale, non indicati nel diagramma.
(6) I «Registratori» composti ciascuno di 4 selettori rotativi passo a passo.

Ad eccezione dei registratori che sono comandati direttamente dagli impulsi di abbonato, tutti gli altri organi suddetti sono messi in movimento per mezzo di dischi dentati flessibili che ingranano al momento opportuno con gli alberi di comando in continua rotazione.

Gli alberi di comando sono mantenuti in rotazione da un unico motorino elettrico.

(1) I «cercatori di linea» sono gli organi che servono a connettere le linee di abbonato con i circuiti di raccordo.

Il cercatore di linea, illustrato nella fig. 5, si compone principalmente di un arco della capacità di 100 contatti, sui quali sono saldate le 100 linee di abbonati di un gruppo, e di un carrello portaspazzole al quale è connesso un circuito di raccordo.

Per ogni gruppo di 100 linee di abbonati sono equipaggiati 9 cercatori di linea e quindi 9 circuiti di raccordo.

Ogni linea d'abbonato è rappresentata sull'arco dei cercatori di linea da 4 terminali disposti sullo stesso piano verticale e indicati con *a, b, c, d.*

Ai terminali *a* e *b* sono collegati i due fili di linea attraverso i quali avviene la conversazione, agli altri due i circuiti di controllo della centrale.

In particolare al terminale *d* quando l'abbonato alza il microtelefono per iniziare una chiamata, viene applicato il cosidetto «potenziale di prova» che determina l'arresto delle spazzole del cercatore proprio sui terminali *a* e *b* della linea chiamante. Essendo la spazzole del cercatore costituite pure di 4 contatti *a, b, c, d,* quando la spazzola *d* di questo incontra il terminale *d* della linea chiamante precedentemente provvisto del potenziale di prova, i fili *a* e *b* dell'abbonato, attraverso le due spazzole *a* e *b* del cercatore, sono prolungati elettricamente al circuito di raccordo.

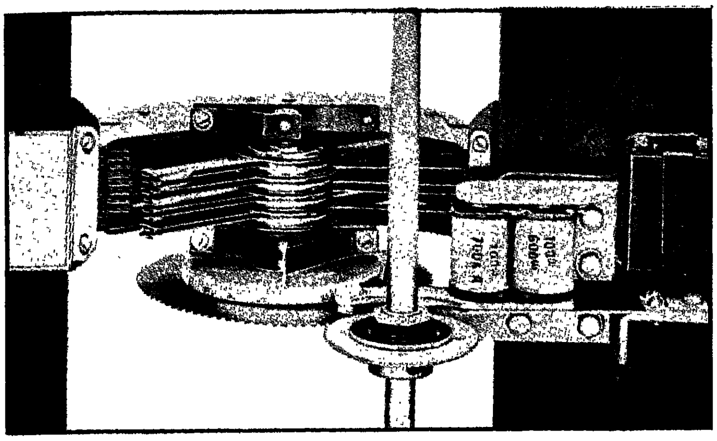


Fig. 5. — Cercatore di linea a 100 contatti.

La funzione del potenziale di prova è in generale analogamente impiegata per l'arresto delle spazzole di ogni tipo di organo rotativo della centrale, sulla linea che si deve servire.

(2) I «cercatori di raccordo» servono a connettere i circuiti di raccordo ai registratori.

Il cercatore di raccordo è di costruzione analoga al cercatore di linea; però il suo arco ha una capacità per 50 linee, ciascuna delle quali è rappresentata sull'arco stesso da 11 terminali disposti verticalmente. Le spazzole sono perciò costituite da 11 contatti.

Sugli archi dei cercatori di raccordo sono multiplicati i 36 circuiti di raccordo della centrale, mentre alle spazzole di ciascuno di essi è connesso un registratore. Avremo perciò un totale di 6 cercatori di raccordo e cioè tanti quanti sono i registratori.

(3) Il «cercatore di giunzione» serve a connettere i circuiti di raccordo alle linee di giunzione che conducono ai selettori finali; alle linee urbane uscenti ovvero al tavolo manuale intermediario. Esso costruttivamente è dello stesso tipo dei precedenti cercatori descritti. Ogni linea di giunzione è rappresentata sull'arco di questo cercatore da 5 terminali e perciò le sue spazzole saranno costituite da 5 contatti.

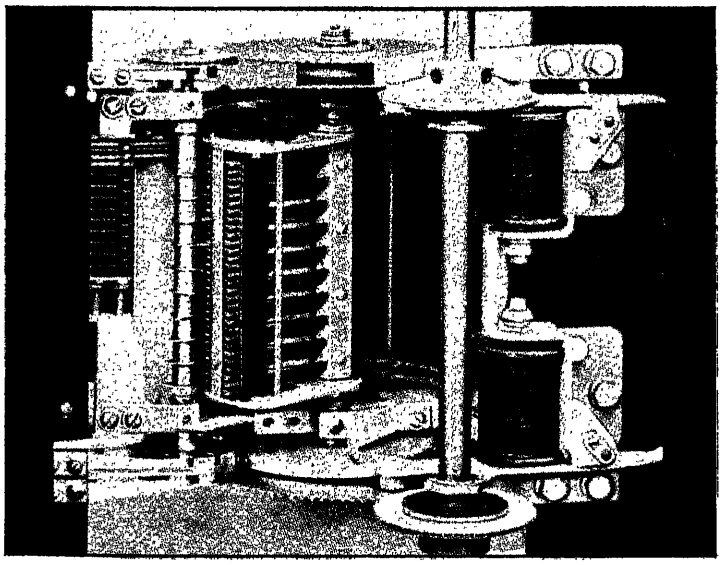


Fig. 6. — Selettore finale a 300 linee.

I cercatori di giunzione sono tanti quanti i circuiti di raccordo, cioè 36 e sono collegati ad essi attraverso le rispettive spazzole.

Il cercatore di giunzione non ha soltanto movimento automatico di ricerca di linee di giunzione, ma ha un primo movimento selettivo controllato dal registratore non appena questo ha immagazzinato la prima cifra inviata dall'abbonato.

(4) I «selettori finali» sono gli organi che servono a connettere alle linee degli abbonati richiesti le linee di giunzione citate nel numero precedente.

Il «selettore finale» mostrato nella fig. 6 ha una capacità di 300 linee. Ogni linea è rappresentata sugli archi dei selettori finali da tre terminali. Alle spazzole di ogni selettore finale è connessa una linea di giunzione.

Essendo la centrale equipaggiata attualmente per 400 linee, e avendo il selettore finale una capacità di 300 linee, saranno necessari due gruppi di selettori finali. Un gruppo che possa servire i numeri da 100 a 399 e l'altro gruppo i numeri da 400 a 499.

La selezione delle linee di giunzione che vanno verso l'uno o l'altro gruppo viene effettuata dal cercatore di giunzione dopo che è stata inviata dall'abbonato la prima cifra del numero desiderato. Le rimanenti due cifre controllano il funzionamento del selettore finale.

(5) I «combinatori di circuito» illustrati nella fig. 7 sono organi accessori della centrale e servono a combinare secondo una determinata successione i circuiti necessari per il funzionamento dei diversi organi della centrale. L'importanza di essi sarà messa in evidenza quando si parlerà dei pregi del sistema automatico rotativo.

(6) I «registratori» sono gli organi che immagazzinano gli impulsi inviati dall'abbonato e controllano il funzionamento degli organi di selezione.

Ogni registratore è costituito da 4 selettori rotativi passo a passo composti di un carrello portaspazzole e di un arco di 4 file di 22 terminali. I primi tre selettori immagazzinano rispettivamente le tre serie di impulsi corrispondenti alle tre cifre inviate dall'abbonato spostando ciascuno le proprie spazzole di tanti passi per quanti sono gli impulsi

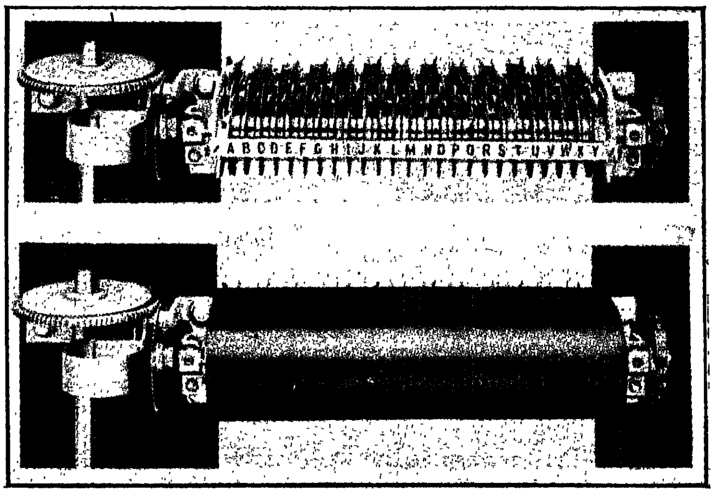


Fig. 7. — Combinatore di circuiti con e senza coperchio.

ricevuti. Il quarto selettore ha lo scopo di integrare le posizioni assunte dai precedenti selettori, in seguito agli impulsi inviati dall'abbonato, e controlla opportunamente il movimento dei selettori finali.

Svolgimento della selezione e funzionamento del registratore.

Da quanto si è detto sopra e osservando il diagramma della centrale risulta che ogni circuito di raccordo è connesso da una parte alle spazzole di un cercatore di linea e dall'altra a quelle di un cercatore di giunzione. I fili che vanno da un cercatore all'altro e che costituiscono apunto il circuito di raccordo, sono multiplati sugli archi di tutti i cercatori di raccordo. Le spazzole di questi ultimi sono connesse come si è detto ai registratori.

I funzionamenti che hanno luogo in centrale non appena un abbonato alza il microtelefono per procedere a una chiamata sono in poche parole i seguenti:

Vengono subito messi in rotazione i cercatori di raccordo di tutti i registratori liberi.

I cercatori di raccordo messi in movimento si arrestano su altrettanti circuiti di raccordo liberi, appartenenti al gruppo di 100 abbonati tra i quali figura l'abbonato chiamante.

In tal modo alcuni circuiti di raccordo, al massimo 6, essendo 6 i registratori, sono connessi a un corrispondente numero di registratori. I cercatori di linea, connessi ai circuiti di raccordo impegnati come è detto sopra, sono allora messi in movimento e vanno alla ricerca della linea chiamante. Il cercatore di linea che per primo trova la linea chiamante si arresta su di essa connettendola ad un circuito di raccordo e attraverso questo ad un registratore.

Contemporaneamente vengono arrestati tutti gli organi in movimento e l'abbonato ode il segnale di centrale che lo avverte di poter inviare le cifre. Il registratore immagazzinati gli impulsi inviati dal-

l'abbonato, controlla il funzionamento del cercatore di giunzione il quale procede alla selezione di un selettore finale sul quale figura l'abbonato richiesto.

Quando poi il selettore finale ha ultimato la sua selezione sotto il controllo dello stesso registratore, l'abbonato chiamante si trova in definitiva connesso all'abbonato desiderato attraverso il circuito di raccordo e la linea di giunzione selezionata dal suddetto cercatore di giunzione. Il registratore si rende quindi libero non appena sono finite le operazioni di selezione del selettore finale.

Il registratore della centrale Vaticana è disposto per il controllo della selezione di tutte le 800 linee, numerate da 100 a 899, che costituiscono la capacità finale della centrale stessa. Esso è inoltre atto a controllare la selezione di un gruppo di linee di giunzioni verso la centrale Urbana aventi il prefisso «0», e la selezione di un gruppo di linee di giunzione verso il tavolo manuale per i servizi speciali, aventi i prefissi 91, 92, ecc.

Le 3 cifre inviate dall'abbonato sono immagazzinate successivamente dai primi tre selettori passo a passo del registratore, che spostano rispettivamente le loro spazzole di tanti passi quanto è il valore delle corrispondenti cifre inviate.

Se il numero dell'abbonato desiderato non è inviato nel termine di 30 secondi, un allarme a tempo chiude automaticamente un circuito (di occupazione permanente o false chiamate) che trasmette la chiamata sul tavolo intermediario il cui operatore mediante cordone e spina può inviare all'apparecchio lasciato col microtelefono sollevato, un segnale acustico a sirena. In tal modo è richiamata l'attenzione dell'abbonato che riappende quindi il microtelefono. Nel contempo il registratore si svincola automaticamente e tutto ritorna in posizione normale.

Lo stesso termine di 30 secondi è stabilito come periodo massimo di attesa tra l'invio di una cifra e la successiva.

Funzionamento del cercatore di giunzione. — La prima cifra inviata dall'abbonato permette di selezionare il selettore finale desiderato. Come si è detto esistono in centrale due gruppi di selettori finali: un gruppo per i numeri da 100 a 399 e un gruppo da 400 a 699 (presentemente da 400 a 499).

Se la prima cifra inviata è 1, 2 oppure 3, essendo i terminali corrispondenti del primo selettore passo a passo connessi elettricamente tra loro, la spazzola del selettore stesso che si ferma su uno dei tre terminali suddetti, determina l'applicazione di un «potenziale di prova» sui terminali «e» (dell'arco dei cercatori di giunzione) connessi ai selettori finali *liberi*, del primo gruppo riservato agli abbonati numerati da 100 a 399. Se la prima cifra inviata è 4 (e in futuro similmente le cifre 5 e 6) verrà analogamente applicato un potenziale di prova sui terminali «e» connessi ai selettori finali del gruppo da 400 a 499.

Nel contempo le spazzole del cercatore di giunzione sono messe in rotazione e all'incontro del primo terminale che presenta il suddetto terminale di prova, si arrestano prolungando il circuito del registratore al selettore finale selezionato.

Il cercatore di giunzione può essere messo in movimento se esiste almeno un selettore finale libero nel gruppo.

E' evidente perciò che il cercatore non dovrà mai fare più di una rotazione completa per trovare una giunzione libera. Se la ricerca della linea di giunzione libera non è terminata entro 5 secondi, un allarme a tempo provocherà il ritorno in riposo del circuito di raccordo e lo svincolo della linea d'abbonato.

Funzionamento del selettore finale. — Ottenutasi la connessione fra il registratore e il selettore finale selezionato si chiude automaticamente il cosidetto «circuito fondamentale». Attraverso questo circuito il selettore finale per ogni passo che esso fa sotto il comando dell'albero di trasmissione del movimento, invia un impulso di corrente («impulsi inversi») al registratore e precisamente al quarto selettore passo a passo che comincia così a spostare le sue spazzole di un passo per ogni impulso ricevuto.

I terminali degli archi dei due selettori passo a passo che hanno immagazzinato le ultime due cifre inviate dall'abbonato e cioè la cifra delle decine e delle unità, sono opportunamente connesse elettricamente con i terminali dell'arco del quarto selettore passo a passo o seletotre degli impulsi inversi.

Quando le spazzole del quarto selettore passo a passo hanno raggiunto il terminale segnalato dalla posizione presa del selettore passo a passo della cifra delle decine, il circuito fondamentale si apre e il selettore finale si arresta, selezionando così la decina alla quale appartiene l'abbonato desiderato.

Immediatamente il selettore passo a passo degli impulsi inversi ritorna in posizione di riposo richiudendo il circuito fondamentale. Si riproduce allora un ciclo analogo al precedente, e il selettore finale termina il suo movimento quando il selettore passo a passo degli impulsi inversi ha raggiunto la posizione designata dalla posizione presa dal selettore passo a passo della cifra delle unità.

Quando il selettore finale ha ultimato la selezione, immediatamente il registratore si svincola restando disponibile per altre chiamate.

La linea richiesta se libera, riceve allora la corrente di chiamata mentre all'abbonato chiamante viene inviato un segnale di suoneria. Se la linea è occupata il selettore finale invia a quest'ultimo un segnale di occupato. Quando i due abbonati entrano in comunicazione, la corrente di conversazione viene fornita pure dal selettore finale.

Il circuito del selettore finale può anche essere disposto per il servizio verso centralini privati (ricerca automatica di una linea libera tra un gruppo di linee collegate allo stesso abbonato) e per il conteggio del numero di comunicazioni effettuate da ciascuna linea di abbonato, per mezzo di appositi contatori.

Svincoli alla fine della conversazione. — Il ritorno in posizione di riposo di tutto il circuito di connessione alla fine della conversazione può essere effettuato o sotto il controllo dell'abbonato chiamante quando questi riappende il microtelefono o sotto il controllo di quello chiamato (svincolo posteriore). Il circuito è preventivamente disposto per l'uno o l'altro caso.

Circuito per le prove sistematiche. — La centrale è provvista di circuiti speciali che consentono le prove periodiche di tutti i circuiti della centrale stessa. All'uopo la centrale è dotata di un apparecchio telefonico portatile composto di un disco combinatore del numero, di un microfono, di un ricevitore e di una chiave. Nella centrale si trova inoltre una «cassetta per le prove» contenente una suoneria supplementare, una resistenza rappresentante la resistenza massima di una linea d'abbonato e una resistenza rappresentante l'isolamento minimo della linea stessa.

Circuiti delle linee non occupate. — Se l'abbonato per errore invia un numero non esistente, il selettore finale seleziona una linea speciale (linea morta) che conduce al tavolo intermediario il cui operatore può allora con una spina e relativo cordone entrare in comunicazione con l'abbonato e informarlo dell'errore.

—*Circuito di giunzione.* — Quando un abbonato desidera parlare con l'operatore del tavolo intermediario, invia il numero «91». Il cercatore di giunzione prolunga direttamente la linea sul tavolo dell'operatore e l'abbonato può chiedere le informazioni desiderate.

Se tutte le linee di giunzione sono occupate, viene azionato un contatore che conteggia tale circostanza.

Circuito di giunzione verso centrale urbana. — Le giunzioni tra la centrale Vaticana e la centrale urbana sono ad unico senso, cioè un gruppo di linee collegate ai cercatori di giunzione servono soltanto per le chiamate uscenti e un altro gruppo di linee distinto dal precedente per le chiamate entranti. Quest'ultimo gruppo di linee, come pure le linee dirette con la centrale interurbana di Roma fanno capo al tavolo intermediario.

Le linee urbane uscenti sono selezionate dal cercatore di giunzione quando l'abbonato invia la cifra «0». Dopo inviato questo prefisso l'abbonato può inviare il numero della centrale urbana desiderata.

Circuito di avviamento del motore. — Il motore di comando degli alberi di trasmissione della centrale, mediante un commutatore manovrato a mano può essere fatto marciare continuamente, oppure soltanto quando si presenta in centrale almeno una chiamata.

E' scelto l'uno o l'altro caso secondo l'intensità del traffico durante la giornata. Nelle ore di massimo traffico è naturalmente preferibile far funzionare continuamente il motore.

Pregi del sistema rotativo.

Il sistema automatico rotativo per la presenza del registratore, offre dei pregi tecnici incomparabili. E' questo un organo prettamente di ricezione degli impulsi di corrente e quindi appositamente reso leggerissimo e oltremodo sensibile anche agli impulsi più deformati che possono essere inviati attraverso lunghe linee d'abbonato o mediante dischi combinatori più o meno bene regolati.

Il fatto di rendere indipendente tutto ciò che è funzionamento in centrale dagli impulsi di corrente inviati dall'abbonato, limitando questi impulsi ad agire soltanto sui registratori appositamente costruiti e disposti in modo da raccoglierli completamente anche nelle peggiori delle ipotesi, fa sì che il sistema rotativo offra la più illimitata libertà a tutto quanto è desiderabile realizzare onde rendere il sistema perfetto e pienamente rispondente a tutte le esigenze del traffico telefonico.

Il sistema automatico rotativo offre perciò innumerevoli preziosi vantaggi, tra i più importanti dei quali possiamo accennare i seguenti:

a) il registratore consente la cosidetta «traduzione» del numero, per cui sono facilmente ed economicamente realizzabili le più grandi reti telefoniche policentriche. Le aggiunte di centrali e gli ampliamenti in seno alle centrali stesse possono ottenersi senza

complicazioni, facendo conservare costante la numerazione degli abbonati della rete telefonica e senza recare alcun disturbo al servizio telefonico già esistente.

b) « ricerca continua » consistente nel fatto che una volta che una abbonato abbia inviato il numero e tutte le linee di giunzione di una fase qualunque di selezione siano occupate, l'organo di selezione addetto a quella fase continua il suo movimento di ricerca finchè non trova una linea resa libera nel frattempo. L'abbonato è quindi pienamente garantito che la sua chiamata sarà completata senza bisogno di ripetere il numero.

Tale caratteristica nella centrale del Vaticano, come si è detto, è stata oggetto di una notevole innovazione nel senso che la ricerca continua in detta centrale può durare soltanto un certo tempo, in precedenza stabilito, alla fine del quale tutto ritorna in posizione di disponibilità evitando così una prolungata occupazione degli organi automatici.

c) impiego di organi di grande capacità di linee e perciò organi robusti e in numero limitato, ciò che rende facile ed economica la manutenzione della centrale. La grande capacità degli organi di selezione consente la costituzione di grandi gruppi di linee di conseguenza una elevata qualità di servizio e minime possibilità di traffici parziali congestionati.

d) comando degli organi mediante trasmissione meccanica comandata da un motorino elettrico posto in centrale. Il sistema di alberi orizzontali e verticali in continua rotazione, comanda al momento opportuno la rotazione dei diversi organi della centrale, tutti ad unico movimento rotativo. Gli organi possono essere resi in tal modo robusti e le pressioni di contatto grandi quanto si vuole. Le vibrazioni della centrale sono del tutto eliminate, ciò che garantisce tra l'altro un sicuro funzionamento dei relais e quindi perfetta costituzione dei circuiti ed eliminazione di ogni possibilità di errori nel completamento delle connessioni.

e) impiego di organi detti « combinatori di circuiti » a comando meccanico con i quali possono ottenersi un numero grandissimo di combinazioni di circuiti. Per la presenza dei combinatori di circuiti, i relais che costituiscono la parte più delicata delle centrali automatiche sia dal punto di vista del completamento delle comunicazioni che della manutenzione, sono ridotti al minimo indispensabile.

f) grande flessibilità del sistema, circuiti semplicissimi e facilmente realizzabili. Si può rispondere a volontà e senza alcuna complicazione a tutte le esigenze desiderate sia dal punto di vista degli abbonati, sia da quello della manutenzione, sorveglianza, prove periodiche, controllo dei guasti, ecc.

La centrale automatica rotativa con la razionale disposizione dei suoi elementi, con i suoi organi di selezione a solo movimento rotativo perfettamente legati fra loro dal sistema di assi di trasmissione, si presenta come un tutto robusto, organico e perfetto.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

R. A. GEISELMANN — **Il controllo automatico della frequenza e del carico.** (The El. J., ottobre 1930, pag. 579).

Questo nuovo sistema di regolazione è un'applicazione del frequenziometro a forza centrifuga già descritto su queste colonne (marzo 1929, pag. 183); basterà quindi ricordare che le caratteristiche principali del frequenziometro sono: indipendenza assoluta delle sue indicazioni dalla forma d'onda della tensione applicata, sensibilità spinta fino a 0,01 di periodo e uniformità della scala entro il campo di 2 o 4 periodi che interessa in pratica. Il frequenziometro funziona per riduzione a zero ed è fornito di dispositivo di registrazione a servomotore; si approfitta di ciò per fare funzionare un rélais tutte le volte che l'indice si allontana sulla scala dal valore della frequenza che l'impianto dovrebbe fornire. Il frequenzimetro alimenta così un secondo rélais che comanda gli apparecchi di regolazione dell'ammissione della turbina in modo da compensare la variazione subita dalla frequenza. L'azione di questo rélais è di spostare il cursore di un reostato inserito in un circuito derivato dai morsetti del frequenziometro; la corrente variabile così ottenuta agisce sul servomotore del regolatore della turbina. Il sistema permette di ottenere la regolazione simultanea di diversi gruppi in parallelo in modo da avere sempre una giusta ripartizione del carico fra tutte le turbine; per questo il regolatore di ogni turbina contiene un rélais composto fra l'altro di 2 solenoidi uno eccitato dalla corrente generata dall'alternatore (attraverso un riduttore di corrente) e l'altro dalla corrente detta sopra. Se la frequenza diminuisce, l'azione del secondo solenoide si fa sentire di più sugli organi di regolazione della turbina meno caricata in modo da ristabilire automaticamente l'equilibrio fra le varie unità. *I. L.*

L. N. CRICHTON — **Relais di protezione rapidissimi.** (J. A. I. E. E., ottobre 1930, pag. 846).

Rilevata l'importanza sempre maggiore che acquistano i relais rapidi per prevenire il pericolo della perdita di sincronismo delle macchine connesse a una rete nella quale si verifichi un guasto, l'A. passa in rassegna i diversi tipi di tali relais: differenziali, d'impedenza, direzionali, di reattanza; e accenna anche agli studi in corso per l'impiego dei tubi termoionici o a riempimento di gas rilevando le difficoltà che si oppongono ancora alla loro pratica applicazione.

Meno diffusi sono i tipi di relais rapidi che fanno uso di alte frequenze, ciò che sembra essere l'unico modo per assicurare l'intervento simultaneo degli interruttori ad entrambi le estremità di un tronco di linea, in qualunque punto di esso si sia manifestato il guasto. Un sistema proposto consiste nel sovrapporre alla frequenza normale di linea un'onda di frequenza elevata; l'intervento degli interruttori è ottenuto come conseguenza di qualunque corto circuito sull'alta frequenza; si può usare un generatore trifase in modo da poter eliminare sia i corto circuiti fra fasi sia le messe a terra di fasi. Altri sistemi, che in sostanza corrispondono (come principio) all'impiego di fili piloti, fanno uso di onde guidate; applicazioni di questo genere sono state fatte su due impianti americani. Secondo uno di questi schemi l'onda trasmessa da un estremo della linea può essere ricevuta dal ricevitore collocato all'altro estremo soltanto nel caso che la corrente a frequenza normale abbia direzione opposta ai due estremi della linea (come avviene in caso di guasto). Secondo l'altro schema, un relais a frequenza normale interviene sempre ad un estremo della linea, in qualunque caso di guasto; ma oltre a provocare lo scatto del suo interruttore esso lancia un impulso d'alta frequenza che fa agire un relais all'altro estremo. *R. S. N.*

W. K. SONNEMAN — **Il verificatore di sincronismo facilita la richiusura degli interruttori.** (The El. J., settembre 1930, pag. 538).

L'apparecchio è costruito come un ordinario contatore doppio ad induzione; le due spirali voltmetriche sono poste in derivazione fra le stesse fasi della linea prima e dopo l'interruttore; le due spirali ampermetriche portano in serie una resistenza fissa e sono collegate fra due contatti corrispondenti dell'interruttore. L'albero che porta i due dischi è trattenuto in una posizione fissa da una molla a spirale e ruotando può chiudere i contatti di un relais. L'albero può girare soltanto quando la corrente nelle bobine ampermetriche supera un certo valore per effetto della d.d.p. che si stabilisce fra i contatti dell'interruttore aperto. Questa d.d.p. può prodursi durante la messa in parallelo dell'alternatore corrispondente sia perchè le due tensioni a monte e a valle dell'interruttore non sono uguali sia perchè non sono in fase. L'albero allora ruota ed apre il contatto del relais segnalando perciò che le condizioni del circuito non sono favorevoli per eseguire il parallelo. Quando però la linea alla quale si vuole collegare la centrale o l'alternatore non è sotto tensione, le bobine amperometriche non si eccitano e l'albero è richiamato nella sua posizione normale dalla molla indicando perciò che l'interruttore si può sempre chiudere.

Il movimento di uno dei dischi è frenato da due calamite permanenti in modo da aumentare l'inerzia dell'equipaggio mobile; il contatto può chiudersi soltanto quando le due tensioni si mantengono in fase almeno per un secondo, cioè tanto da poter chiudere l'interruttore. Variando la tensione della molla a spirale si possono ottenere dall'apparecchio diverse sensibilità: quanto minore è la tensione della molla, tanto maggiore è l'attitudine a rilevare delle d.d.p. piccole fra i contatti dell'interruttore. *I. L.*

SCHWAGER A. C. — **Calcolo delle sollecitazioni meccaniche degli interruttori in olio.** (J. A. I. E. E., ottobre 1930, pag. 826).

Col diffondersi degli interruttori rapidi, le azioni dinamiche che vengono a sollecitare gli organi meccanici di comando nelle manovre di apertura e di chiusura hanno assunto una importanza molto grande. La loro calcolazione riesce piuttosto complessa ed è d'altra parte necessaria per proporzionare razionalmente tali elementi costruttivi. La distribuzione degli sforzi riesce naturalmente diversa da caso a caso secondo la struttura meccanica degli organi di comando. Dati molto utili al riguardo si possono desumere da interruttori in funzione provvedendoli di un apparecchio registratore degli spostamenti dei contatti mobili; si può così dedurre il tempo necessario per raggiungere una data posizione, nonchè la velocità in ogni punto della traiettoria ottenendo i dati necessari per impostare il calcolo.

L'A. ha sviluppato il calcolo completo degli sforzi meccanici negli organi di comando di un tipo di interruttore e ne espone in dettaglio il procedimento che può servire di utile guida in casi analoghi. Le formule trovate permettono di farsi una idea della importanza che a tale riguardo assumono i diversi elementi che entrano in gioco, e forniscono perciò delle direttive generali per la costruzione. *R. S. N.*

APPLICAZIONI VARIE.

A. S. RUFSVOLD — **Le applicazioni dei motori elettrici nelle fabbriche di gomma.** (The El. J., settembre 1930, pag. 528).

La produzione mondiale della gomma è attualmente assorbita per l'85 % dalla fabbricazione dei pneumatici e dei tubi. Il caucciù grezzo deve essere spezzettato, lavato e passato ad uno speciale la-

minatoio per acquistare le necessarie qualità di plasticità e coesione. Questo laminatoio, che serve anche a mescolare il caucciù con altre sostanze atte ad impartirgli elasticità e resistenza meccanica, consta di due cilindri con gli assi in un piano orizzontale e ruotanti con velocità periferica diversa; il cilindro anteriore ha una velocità periferica compresa fra 0,43 e 0,56 m/sec mentre la velocità del cilindro posteriore è sempre del 20 % maggiore. Il diametro dei cilindri sta fra 56 e 61 cm e la lunghezza fra 152 e 213 cm; due laminatoi accoppiati sono azionati attraverso a due riduttori ad ingranaggi da un albero che fa da 80 a 133 giri/1'. Su questo albero può essere calettato direttamente un motore sincrono di tipo lento oppure un altro riduttore accoppiato ad un motore sincrono di velocità media (450 ÷ 720 giri/1'). E' previsto un dispositivo di arresto rapido del macchinario perchè gli operai lavorano quasi a contatto coi cilindri rotanti. Un gruppo di due laminatoi da 1,52 m richiede un motore da 150 kW per vincere le punte di carico all'inizio della lavorazione e al momento di aggiungere le sostanze sussidiarie al caucciù; se invece si alimentano tre gruppi di due laminatoi con un unico motore e si sfasano le lavorazioni può bastare una potenza di 330 kW.

La coppia d'avviamento del motore è bene che sia elevata (125 ÷ 150 % della coppia a pieno carico) per il caso che il motore debba riprendere dopo un'interruzione accidentale; in caso contrario si dovrebbe invertire la marcia o tagliare il nastro di gomma da alcuni laminatoi. La coppia di sincronizzazione deve essere uguale a quella a pieno carico e la coppia max (corrispondente al funzionamento come sincrono) deve essere 2,5 volte la medesima. Il motore sincrono permette di ottenere una frenatura dinamica molto energica nei casi di pericolo; il motore è avviato come asincrono con un controller collegato al reostato d'avviamento; il controller può inserire anche le resistenze di freno. La frenatura dinamica manca invece nei laminatoi di tipo chiuso.

Le successive lavorazioni si compiono con calandre o trafile a seconda della forma definitiva che si vuol dare alla gomma; si adoperano sempre dei motori a c. c. che consentono una regolazione continua della velocità da 4 a 1 agendo sia sulla tensione applicata che sull'eccitazione; a tale scopo la distribuzione della c. c. è fatta con tre fili in modo da realizzare due tensioni una doppia dell'altra. La corrente continua è prodotta con due gruppi di conversione o convertitrici collegati in serie fra di loro, ai quali fanno capo le tre linee ora dette. In un impianto per la fabbricazione della gomma la ripartizione della potenza installata fra i vari reparti è la seguente: Laminatoi per la gomma grezza 36 %; conversione della corrente alternata in corrente continua 10 %; motori per l'aria compressa 7,5 %; motori per le pompe dell'acqua 7,5 %; impianti di ricupero 15 %; trasportatori, elevatori, illuminazione ed altri servizi accessori 24 %.

La vulcanizzazione della gomma lavorata è sempre fatta col vapore alla temperatura di 150° C in apposite autoclavi nelle quali gli oggetti di gomma sono tenuti per circa un'ora. *I. L.*

Corfield R. J. — **Il contributo dell'elettricità in una miniera di rame all'aperto.** (J. A. I. E. E., ottobre 1930, pag. 823).

Vengono date notizie circa le applicazioni dell'elettricità in una grande miniera americana di rame coltivata all'aperto. Fin dal 1922 si sostituirono le escavatrici a cucchiaio azionate a vapore, con altre mosse da motori elettrici; se ne provarono sia con motori a corrente continua che alternata; entrambe i tipi si dimostrarono soddisfacenti e di gran lunga preferibili a quelli a vapore per maggior capacità di produzione, minor frequenza di guasti, e minori spese generali. Il sistema di regolazione Ward Leonard si è dimostrato il più adatto per questo genere di servizi.

Per lo spostamento del materiale, che viene scavato nella quantità da 35.000 a 45.000 tonnellate al giorno, servono delle linee ferroviarie a trazione elettrica. Sono in servizio 39 locomotori a corrente continua capaci di trainare un carico di 250 tonnellate su una rampa del 4 per cento a una velocità di 16 km all'ora. Per i trasporti ai cantieri più lontani servono altri locomotori di maggiore potenza.

L'impianto di frantumazione e arricchimento per flotazione è servito da un complesso di 3000 motori di potenza variabile da frazioni di kW a 620 kW, la maggior parte del tipo a gabbia di scoiattolo. E' fatto largo uso di motori sincroni allo scopo di elevare il fattore di potenza complessivo dell'impianto.

L'energia è fornita con linee a 120.000 V; una cabina di trasformazione con tre trasformatori per complessivi 62.000 kVA abbassa la tensione a 44.000 V per alimentare i feeders di collegamento con sette sottostazioni; la distribuzione è fatta a 440 V mediante cavi. La corrente continua per la trazione è ottenuta mediante bobine di conversione automatiche contenenti convertitori ruotanti da 1000 kW. *R. S. N.*

CONDUTTURE.

Una campata della lunghezza di m. 1152,90 per l'attraversamento del fiume Missisipi. (Electrical World, 27 settembre 1930).

Per attenersi alle condizioni dettate dal Dipartimento della Guerra circa il franco minimo da rispettare negli attraversamenti fluviali la Lousiana Power e Light Cy, ha dovuto costruire due pali a traliccio dell'altezza di m 127,185 per la campata — lunga m 1152,90 — con la quale la linea a 110 kV della lunghezza di km 173,800 e collegante la Lousiana Power e Light Cy con la New Orleans Public Service Inc. attraversa il fiume Missisipì presso Bonnet Carre, Le.

I pali la cui base quadrata ha m 27,45 di lato, hanno i piedi costituiti da due piatti da 7 cm affogati nel calcestruzzo per una lunghezza di m 3,965. I quattro blocchi di fondazione sono collegati tra loro da ferri piatti da 7 cm e da robusti tiranti in acciaio affogati in travi di calcestruzzo. Per la poca resistenza offerta dai terreni alluvionali posti lungo le sponde del Missisipì fu necessario fondare i blocchi di calcestruzzo su palizzate costituite, per ciascun palo, da ben 252 palafitte in legno della lunghezza media variabile da metri 8,30 a m 19,80. Ciascun palo è stato galvanizzato per una altezza di m 18,30 al di sotto delle mensole mentre la parte inferiore è stata semplicemente verniciata. La mensola inferiore e quella superiore sono lunghe m 12,20, la mediana m 16,755; la distanza verticale tra le mensole è di m 8,235.

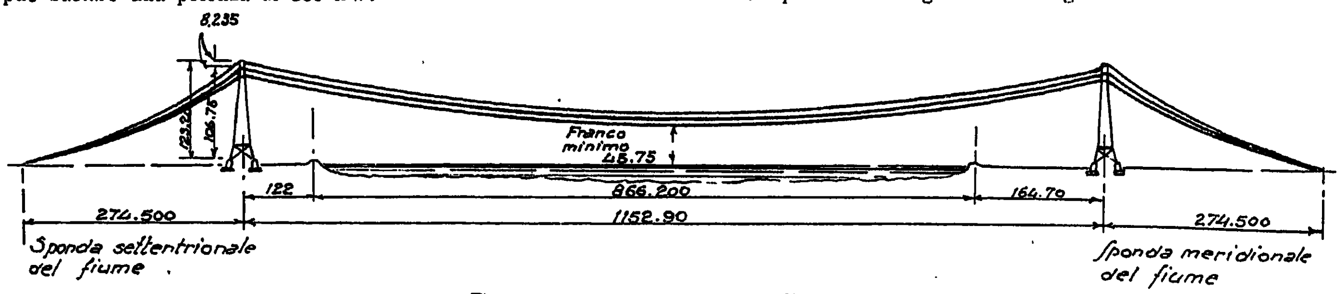


Fig. 1. — Attraversamento del Missisipi.

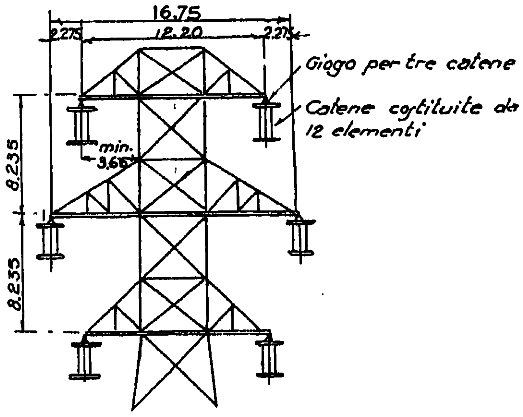


Fig. 2. — Parte superiore del palo vista di fronte.

Il palo è stato calcolato per la rottura di un conduttore al tiro di kg 9500 circa e per una pressione del vento di kg 112 circa per m² di superficie proiettata di palo.

Il peso di ogni palo è di 145 tonnellate circa.

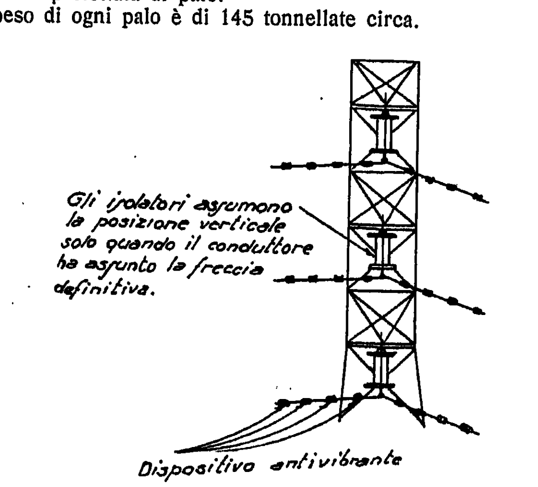


Fig. 3. — Parte superiore del palo vista di fianco.

Ciascun palo è per 6 conduttori per la tensione di 110 kV; attualmente è in esercizio una sola terna alla tensione di 13,2 kV. Non vi è trefolo di guardia.

I conduttori sono in alluminio-acciaio con 20 fili di alluminio da 3 mm e 37 fili di acciaio da mm 2,4 ed hanno il diametro da mm 22,5 ed il peso di kg 1,690 per m.

La tensione massima è di kg 8600 per un manicotto di ghiaccio dello spessore di 6 mm e per il carico di vento di kg 39 per m² alla temperatura ambiente di 9°,5.

I conduttori sono tesati alla tensione di kg 5660 con una freccia di m 50,30 alla temperatura di 31°.

Gli isolatori sono costituiti da un complesso di tre catene sostenute da apposito giogo e munite di speciali anelli di guardia. In ogni catena vi sono 12 elementi ed il complesso misura la lunghezza di m 2,44 dall'anello di sospensione della mensola all'occhio del giogo inferiore.

Il conduttore passa attraverso uno speciale morsetto in alluminio in due pezzi a tre gole progettato per l'impiego di due cavi ammortizzatori (antivibranti). Tutti e tre i cavi sono robustamente ammarrati tra le estremità del morsetto.

I due cavi ammortizzatori sono assicurati al conduttore per mezzo di otto morsetti paralleli.

Ciascun conduttore va ad ancorarsi ad un blocco di calcestruzzo posto alla distanza di circa m 274,50 dal palo.

Ciascun estremo del conduttore d'alluminio adottato per l'attraversamento finisce in un complesso costituito da quattro catene di isolatori con gioghi collegati all'ancoraggio per mezzo di un cavo di acciaio galvanizzato ad alta resistenza da mm 28,57 munito di apposito tenditore. *t. e.*

P. Nittich — **Perdita di potenza e riscaldamento dei conduttori nelle linee aeree di trasporto d'energia.** (E. u. M., N. 47, 23 nov. 1930).

E' noto che la temperatura massima dei conduttori di una linea elettrica non deve superare un determinato valore: altrimenti la sollecitazione termica può diventare tale da alterare le qualità meccaniche dei conduttori stessi. Questo inconveniente può essere evitato impostando il calcolo delle linee di trasporto sulla temperatura massima ammessa, in funzione delle grandezze note a priori: potenza erogata, fattore di potenza e lunghezza.

Le formule necessarie per il calcolo degli elementi incogniti delle linee vengono ricavate partendo dall'equazione di equilibrio fra il calore generato dalla trasformazione delle perdite ohmiche ed il calore trasmesso all'aria circostante. Da esse si rileva, come è naturale, che la capacità di carico di una linea aumenta col diminuire della temperatura dell'aria ambiente: essa raggiunge il massimo nell'inverno ed il minimo in estate. Ammettendo che la temperatura dei conduttori possa raggiungere, nelle condizioni più favorevoli, il valore massimo tollerato, si limita la capacità di sovraccarico in condizioni più favorevoli. Per questo si parte generalmente da una temperatura inferiore al valore massimo ammesso, onde tenere calcolo delle eventualità di aumentare in futuro il carico della linea. Particolarmente, quando si tratta di due o più terne in parallelo è opportuno prevedere che una di esse debba portare, almeno in parte, anche il carico dell'altra per un determinato tempo.

Il metodo di calcolo, esposto dall'A. ed applicato ad un esempio numerico, è valido in condizioni di regime delle linee e non si può applicare quando si verificano condizioni di carico eccezionali e transitorie come in caso di corto circuito. *V. D. Ma.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

Othmar K. Marti — **Nuovi progressi nello sviluppo dei raddrizzatori a vapore di mercurio.** (J. A. I. E. E., ottobre 1930, pag. 834).

L'A. dopo avere ricordato le modalità di funzionamento dei raddrizzatori a vapori di mercurio, ne riassume la storia del progressivo sviluppo soffermandosi poi a ricordare alcune particolarità di più recente introduzione. La costruzione di raddrizzatori di grande potenza pur con limitate dimensioni di ingombro è stata resa possibile dall'introduzione di schermi introdotti in vicinanza agli anodi, che hanno molto diminuito il pericolo di una inversione di polarità. La misura delle perdite nei raddrizzatori può essere eseguita per differenza, tenuto conto del fatto che essendo indipendenti dalla tensione secondaria, esse, alle basse tensioni diventano una percentuale rilevante della potenza erogata: quest'ultima può essere direttamente misurata con istrumenti a corrente continua, mentre per la misura della potenza applicata sul lato a corrente alternata si fa uso di wattmetri colle bobine di corrente connesse a un trasformatore di corrente avente due primari inseriti in opposizione sui conduttori di due anodi distanti un semiperiodo, e colle bobine di tensione connesse a uno di questi anodi e alla terra.

L'A. preconizza la costruzione di cabine mobili di conversione per servizio di trazione equipaggiante con raddrizzatori a mercurio e descrive sommariamente un tipo di cabina di conversione fissa a raddrizzatori per installazione all'aperto. Vengono anche date alcune notizie circa recenti installazioni eseguite in America. *R. S. N.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

W. D. Coolidge — **Lo sviluppo dei moderni apparecchi per la produzione dei raggi X.** Parte I. (Gen. Elec. Rev., novembre 1930, pag. 608).

Il processo per ottenere dei raggi X consiste, come è noto, nel proiettare contro una superficie (anticatodo), possibilmente caratterizzata da un'alta temperatura di fusione e da una grande termo-conduttività, un fascio di elettroni fortemente accelerati; l'intensità della radiazione dipende dal numero di elettroni che colpiscono l'ostacolo, e la penetrazione (durezza) della accelerazione degli stessi elettroni. Nei primi tubi per raggi X costruiti a scopo medico l'anticatodo era costituito da una sottile lamina di platino saldata su di uno spesso supporto di rame; l'ampolla conteneva generalmente un catodo concavo per concentrare (mettere a fuoco) il fascio di elettroni sull'anticatodo. Il passo più importante fu compiuto per merito di Coodlige nel 1913, dopo che i processi termo meccanici per la produzione del tungsteno puro in barre, avevano permesso di sostituire al platino dell'anticatodo il tungsteno puro. Si arrivò così ai famosi « tubi Coodlige » per raggi X immediatamente affermatisi per la loro maneggiabilità, stabilità e durata. Questi tubi sono formati da un'ampolla a rarefazione spinta (alto vuoto), entro cui è disposto un catodo a filamento spiralizzato di tungsteno ed un anodo di tungsteno fungente anche da anticatodo: regolando la corrente che circola nel filamento, si regola l'intensità dei raggi X; per regolare invece la durezza occorre regolare la dimensione della macchia focale, sicchè basterebbe variare il potenziale della parte catodica, che funziona da specchio convergente, rispetto al filamento. Di più lo stesso Coodlige ha dimostrato la possibilità di usare in serie diversi di questi tubi ottenendo degli esemplari che funzionano a 500 kV con 3 milliampere: con tali mezzi lo scienziato americano ha potuto ottenere delle radiazioni di eguale lunghezza a quelle « gamma » delle emanazioni radio, e così ha potuto brillantemente dimostrare il graduale trapasso dalla luce ultravioletta alle emanazioni radioattive attraverso i raggi X. *C. G. E.* (*)

ELETTROTECNICA GENERALE.

E. Weber — **Sulla definizione di dispersione elettromagnetica.** (E. u. M., N. 42, 19 ottobre 1930).

L'A. sottopone ad un esame critico le definizioni date sulla dispersione elettromagnetica ed espone alcune considerazioni a cui conducono le definizioni stesse.

Il concetto fisico di dispersione si basa sull'induzione mutua di circuiti eccitati: si considera come dispersa quella parte del flusso primario che va perduto agli effetti dell'induzione sul circuito secondario, non essendo possibile disporre due circuiti, induttore e indotto, in modo tale che il flusso si concateni con entrambi. La definizione più corrente di dispersione si basa invece sul concetto geometrico della rappresentazione delle linee di forza del campo magnetico: le linee di forza che si concatenano con entrambi i circuiti sono le linee principali, le altre che interessano solo uno dei circuiti sono le linee disperse. La definizione fisica, come dimostra l'A., conduce sempre a risultati esatti e si può pertanto ritenere valida per tutti i circuiti lineari privi di ferro; la seconda, invece, trascura il fatto che anche la distribuzione delle linee di forza concatenata ad un solo circuito è influenzata da tutto il complesso delle correnti in gioco e non dà una idea fisica esatta del fenomeno dell'induzione.

Questi concetti vengono dall'A. illustrati per alcuni casi particolari. Fissate le idee circa la definizione di dispersione per circuiti lineari senza ferro, l'A. indica come i concetti che ne conseguono guidino a definire la dispersione per le bobine con ferro, i trasformatori e le altre macchine elettriche. Dall'esame dei metodi usuali di calcolo, l'A. dimostra quando essi conducono a risultati esatti oppure quando si deve tener conto di fattori di correzione. *V. D. Ma.*

IMPIANTI.

R. C. Powell — **Sviluppo degli impianti termoelettrici della Pacific Gas and Electric Co.** (J. A. I. E. E., ottobre 1930, pag. 830).

Questa grande Società americana che alimenta il territorio della California centrale e del nord, con un carico massimo di 850.000 kW e una produzione annua di circa 4500 milioni di kWh, possiede una potenza installata di 1.100.000 kW, di cui circa 300.000 kW sono in centrali termoelettriche. Negli ultimi anni si presentò l'opportunità di aumentare le riserve termiche e la soluzione più conveniente si dimostrò quella di modificare due centrali esistenti rispettivamente indicate con A e C.

La modifica della centrale C, destinata ad essere centrale di punta e di riserva, cominciò nel 1927 e fu compiuta nel 1928. La potenza dei gruppi fu determinata in base alle dimensioni della sala macchine esistente, che permetteva di sostituire due gruppi da 37.500 kW al posto di due vecchi gruppi esistenti da 9000 e 12.000 kW; le nuove turbine funzionano con vapore a 32 atmosfere surriscaldato a 390°. Sono installate due caldaie ognuna da 3600 m² di superficie riscaldata, capaci di produrre ognuna circa 230 tonnellate di vapore all'ora. Esse sono provviste di preriscaldatore d'aria (fino a 250° circa), e di comando automatico per il controllo della combustione e dell'alimentazione.

La centrale A, destinata come centrale di base, è attualmente in modifica per essere trasformata a pressione di vapore di 95 atmosfere, avendo gli studi dimostrato e l'esperienza confermato che il costo di installazione complessivo non risulta superiore a quello che sarebbe stato per una pressione di 35 atmosfere. Saranno installate due turbine da 50.000 kW, (punta massima 65.000 kW) e tre caldaie munite

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

di surriscaldatore intermedio: il costo delle caldaie (compresi gli accessori annessi, surriscaldatore, economizzatore, preriscaldatore d'aria, ecc.) riesce appena superiore a quello di corrispondenti caldaie da 30 atmosfere; anche lo spazio occupato è presso a poco lo stesso.

Molti interessanti dati di costo e di ingombro sono riportati nell'articolo originale. *R. S. N.*

C. B. GRADY, W. H. LAWRENCE, R. H. TAPSCOTT — **La centrale di East River della New York Edison Co.** (J. A. I. E. E., ottobre 1930, p. 842).

La New York Edison Co. colle Società collegate esercisce due centrali a 25 periodi per complessivi 402.000 kW, 4 centrali a 25 e 60 periodi per 1.000.000 kW, e 2 centrali a 60 periodi per 405.000 kW; una potenza complessiva quindi di 1.917.000 kW installati; il carico di punta nel 1929 fu di 1.225.200 kW. Le centrali sono tutte collegate fra loro; 5 convertitori di frequenza, per 190.000 kW complessivi, collegano la rete a 25 periodi con quella a 60.

La centrale di East River conteneva inizialmente 6 caldaie a polvere di carbone, tipo Springfield da circa 1500 m² di superficie riscaldata; recentemente furono installate altre 3 caldaie Sadd a doppia camera di combustione, da 6100 m² di superficie riscaldata ciascuna, capaci di produrre 400 tonnellate di vapore all'ora a 30 kg/cm² e 390°. La sala macchine è predisposta per 9 turboalternatori di grande potenza; attualmente ne sono installati 3, di cui due da 60.000 kW e uno da 160.000 kW, a 11.400 V, 25 periodi. Vi è inoltre installato un convertitore di frequenza da 40.000 kW. Gli ausiliari più importanti della centrale sono comandati con turbine a vapore.

L'alternatore da 160.000 kW, su unico albero, è del tipo a doppio avvolgimento ciò che ha migliorato le condizioni nel caso di corto circuiti, e ha reso meno ardua la costruzione dell'apparecchiatura e specialmente degli interruttori. La struttura del quadro è del tipo a fasi separate che si svolgono verticalmente. Interessanti notizie sono date sui risultati di funzionamento e sugli ingombri delle più recenti installazioni. *R. S. N.*

MACCHINE A COLLETTORE.

M. ANDRES — **Generatrici a corrente continua per la produzione di corrente necessaria all'industria chimica.** (Revue Brown Boveri, N. 12, dicembre 1930).

L'A descrive le due dinamo installate nella Centrale di Arkersand (Vallese) e destinate a fornire l'energia elettrica per l'elettrolisi dell'acqua.

Le due generatrici sono accoppiate in tandem con una ruota Pelton a 500 giri/min e funzionano in parallelo, fornendo ciascuna una potenza normale di 2750 kW a 500 V e 5500 A. La tensione e la corrente possono essere aumentate del 5 %, ciò che permette a ciascuna macchina di erogare 3000 kW. Le dinamo sono munite di eccitatrici supplementari, comandate da due regolatori rapidi di tensione, le quali consentono una regolazione a tensione costante. Queste eccitatrici consentono la regolazione automatica della tensione fra 470 e 525 V, con la semplice manovra di una resistenza di regolazione.

La costruzione meccanica delle generatrici è stata effettuata dimensionando largamente tutte le parti attive e prevedendo buone condizioni di ventilazione. Questo è stato fatto considerando che le macchine funzionano in servizio continuo — giorno e notte — con carico generalmente elevato. Il collettore è stato oggetto di studi particolarmente accurati e per la costruzione del rotore sono stati impiegati materiali di prima qualità: ghisa acciaiosa ed acciaio. Per il calcolo meccanico delle macchine si è dovuto contare sopra una velocità periferica del rotore di oltre 100 m/sec; velocità che si verifica durante le prove delle parti rotanti.

Dalle prove di collaudo eseguite è risultato, a pieno carico, un rendimento delle dinamo pari al 94,7 %. *V. D. Ma.*

MATERIALI.

S. H. WEAVER — **L'effetto della temperatura sui materiali necessari alla costruzione delle turbine a vapore.** (Gen. Elec. Rev., novembre 1930, pag. 654).

Da alcuni anni la temperatura di ammissione del vapore nelle turbine si è stabilizzata sui 400° a causa delle difficoltà incontrate nelle caratteristiche dei materiali; la ricerca di maggiori rendimenti ha dovuto perciò seguire direttive diverse (impianti a ciclo binario, rigenerazione, risurriscaldamento, ecc.), mentre sarebbe stato più semplice e più conveniente continuare nell'aumento della temperatura.

Nello studio di una turbina a vapore la possibilità che si verifichino allungamenti continui alle alte temperature introduce nuovi problemi. Occorre considerare l'influenza sui rendimenti di una variazione dei giuochi assiali e di una alterazione dell'allineamento fra distributori e palette, il pericolo di un allentamento dei dischi sull'albero, di un allungamento dei bulloni della cassa o di un allentamento dell'incastro delle palette.

Per queste ragioni presenta grande interesse lo studio dei fenomeni dello «scorrimento» o «allungamento continuo» degli acciai sotto l'azione combinata del carico e della temperatura. Le caratteristiche degli acciai non sono in generale ben note nel campo delle temperature più interessanti per le turbine a vapore, cioè fra 370° e 540°; questo campo è tanto più pericoloso perchè comprende il limite inferiore di trasformazione di molti acciai, così che molte prove, eseguite allo stato di ricottura col presupposto che a tale stato si pervenga rapidamente, possono non avere valore.

La stabilità di struttura e di composizione cristallina dimostrata da analisi micrografiche su acciai, provati per periodi di tempo anche di qualche anno a temperature inferiori a 540°, può non verificarsi più quando a queste condizioni di temperatura si aggiunga un carico continuo. Tutto ciò è tanto più vero per gli acciai speciali, pure poco studiati in questo campo; questi studi possono valorizzare gli acciai speciali a basso tenore di elementi estranei, mentre per gli stessi acciai occorre tenere presente le loro caratteristiche collaterali di resistenza all'ossidazione ed alla corrosione, di lavorabilità, di resistenza alla fatica, di comportamento sotto le prove ordinarie.

Così non è stata ben definita la relazione riguardante le velocità d'allungamento continuo (flow rates) e il limite inferiore d'allungamento (creep limit); si conosce infatti assai bene il comportamento di un acciaio al 0,23 % di C, che a 480° dovrebbe dare un carico critico d'inizio del fenomeno di circa 10 kg/mm² ed una velocità massima d'allungamento continuo di 0,002 mm/giorno per mm di lunghezza al carico di 17,5 kg/mm²; ma è probabile che una maggior precisione di prova dimostrerebbe un carico critico più basso e forse anche nullo, come tenderebbe a dimostrare la legge di Norton, secondo la quale la relazione fra i carichi e le velocità sarebbe semplicemente una parabola a esponente 1/5 circa, senza costante additiva; il che porterebbe appunto ad annullare il carico limite iniziale. Praticamente è poi notevole il fatto, derivante dalla legge di Norton, che nel diagramma bilogaritmico la relazione è rappresentata da una retta.

Una volta che un pezzo abbia subito la fase iniziale del fenomeno, non ripassa più per la stessa fase, se non ne venga elevata la temperatura; avviene come un indurimento di lavorazione e la velocità d'allungamento decresce rapidamente. Occorre infine notare che l'influenza del tenore di *C*, mentre è trascurabile a temperature superiori a 550°, è invece importante nel campo d'applicazione per le turbine. *C. G. E.*

MISURE.

E. C. WENTZ — **I trasformatori di corrente negli impianti a bassa tensione.** (The El. J., settembre 1930, pag. 509).

La tensione di linea negli impianti elettrici interni è di solito minore di 500 volt mentre la corrente è spesso maggiore di 200 ampere; il riduttore di corrente a passante è quindi il più adatto per gli impianti industriali per le seguenti ragioni: minimo ingombro, robustezza di costruzione e resistenza alle sovracorrenti. L'unico suo difetto è di dare delle indicazioni poco sicure quando il carico sulla linea è molto ridotto; anche questo difetto è stato però eliminato con l'adozione di leghe al ferro-nichel per la costruzione del nucleo magnetico; le lamiere fatte con questo materiale hanno una permeabilità che è almeno il triplo di quella delle migliori qualità di ferro al silicio. L'errore di rapporto è sempre minore del 0,3 % e si mantiene costante col variare della corrente dal 10 al 200 % del valore nominale; l'errore di fase è di 15′ e può essere compensato dall'errore di rapporto nelle misure di potenza tutte le volte che il rapporto effettivo di trasformazione è un po' maggiore del nominale (infatti la corrente secondaria è sempre in anticipo sulla corrente primaria). Questi valori dell'errore di rapporto sono riferiti ad un carico sul secondario di soli 2,5 VA sufficiente per alimentare la spirale ampermetrica di un contatore ad induzione ed eventualmente anche un amperometro.

I trasformatori da 400-600-800 ampere primari sono costruiti senza compensazione, col rapporto nominale uguale al rapporto effettivo fra il numero delle spire; il riduttore da 200 ampere ha un rapporto effettivo un po' maggiore di quello nominale per la ragione già detta. L'ingombro della bobina secondaria è di 127 × 127 mm per 89 mm di spessore, mentre la lunghezza del conduttore centrale è di 457 mm. *I. L.*

E. ASCH — **L'Audiometro (apparecchio per misurare la potenza fonica).** (Mitteilungen aus dem Gebiete der Messtechnik. Berlin-Schoeneberg. Herausgegeben von D. Bercovitz u. Sohn. N. 49).

Con tale denominazione viene indicato un apparecchio adatto a misurare la potenza assorbita da un altoparlante.

Il principio sul quale si basa è il seguente: all'impedenza dell'altoparlante si sostituisce quella di un apposito trasformatore avente prese variabili sul primario per adattare tale impedenza a quella dell'altoparlante in esame, mentre il secondario alimenta un termogalvanometro attraverso un attenuatore variabile.

A seconda della posizione dell'attenuatore, il termogalvanometro dà indicazione a fondo scala per potenze di 0,1 - 0,5 - 1,5 - 10 watt.

L'apparecchio presenta una notevole costanza di taratura per frequenze comprese fra 160 e 3500 periodi al secondo.

L'uso di questo apparecchio è limitato dal fatto, che la sua impedenza di entrata deve essere eguale a quella dell'altoparlante da esaminare; esso può quindi essere utile per prove di serie di altoparlanti eguali. Mediante l'audiometro si può altresì misurare la potenza di uscita di un amplificatore; e un complesso microfono-amplificatore-audiometro offre la possibilità di eseguire numerose misure di carattere elettroacustico, come determinazione della risposta di un altoparlante, dell'effetto acustico di un locale, dell'intensità di rumori e disturbi. *G. S.*

S. W. Melsom, A. N. Arman, W. Bibby — **Ricerche sulle sovratensioni nelle linee aeree e nei cavi.** (J. I. E. E., Londra, novembre 1930, p. 1476).

Gli AA. nelle loro ricerche si sono serviti di uno speciale clidonografo nel quale la lastra fotografica è stata sostituita da una pellicola a svolgimento continuo; il film scorre fra una punta sferica ed un piatto metallico e nello stato sensibile restano fissate le caratteristiche figure di Lichtenberg prodotte dalla d.d.p. applicata fra punta e piatto. Se si unisce la punta ad una linea elettrica (eventualmente con l'interposizione di un riduttore elettrostatico) e il piatto si mette a terra, il film rivela tutte le perturbazioni elettriche che si sono prodotte nel punto dove è inserito lo strumento. La tensione massima sulla linea si deduce dal diametro della macchia rimasta sul film in base ad un diagramma di taratura; l'andamento della curva è praticamente rettilineo finchè la tensione supera i 6 kV (il diametro della macchia è allora di 5,5 mm). Per tensioni minori di 6 kV il diametro della macchia dipende anche dalla temperatura ambiente; a —5° C la minima tensione che lascia ancora una traccia sul film è di 4 kV mentre a + 15° C scende a 2,5 kV.

La macchia si presenta con numerose ramificazioni radiali se è prodotta da un'onda di tensione positiva ed assume la forma di un disco a contorno sfumato se proviene da un'onda negativa; entrambe le forme si possono realizzare montando due clidonografi uno secondo lo schema già detto e l'altro rovesciato. Nei due casi lo strumento presenta due diversi valori della capacità ed a parità di tensione i diametri delle due macchine risultano leggermente diversi; si può eliminare questa causa di errore disponendo una piastra metallica al disopra dei clidonografi in comunicazione col filo di linea. Sotto il film di celluloide è disposta una lastra di ebanite di 1 mm di spessore aderente al piatto in modo da evitare che per un'improvvisa interruzione del nastro la punta vada a contatto del piatto, nel qual caso si produrrebbe una scintilla sufficiente per fare incendiare tutta la pellicola.

Di tutti i riduttori elettrostatici quello che ha dato i migliori risultati è il tipo cilindrico, costituito da una cassa metallica cilindrica nella quale è introdotta un'asta, attraverso ad un passante di porcellana, in comunicazione diretta con la linea; un'armatura cilindrica avvolge l'asta ed è coassiale con essa; la d.d.p. elettrostatica che si produce fra l'armatura e il cassone serve ad alimentare il clidonografo. Questo riduttore non è influenzato dalle condizioni atmosferiche e dalla vicinanza di conduttori metallici ed è inoltre trasportabile.

Il clidonografo venne applicato ad una linea a 33 kV disposta nelle vicinanze del mare in un punto dove la linea aerea era collegata ad un cavo d'energia, il cambiamento brusco delle caratteristiche elettriche rendeva più evidente l'esistenza delle onde di sovratensione. Una serie di rilievi fatti con questo strumento ha rivelato la presenza di perturbazioni regolari del potenziale di linea limitate ai periodi notturni ed in diretta relazione con l'umidità atmosferica. Un isolatore tolto dalla linea dopo alcune settimane di servizio portava alla superficie un sottile strato di sali del peso di 0,15 gr contenente del cloruro di sodio nella proporzione del 25 % ed altri sali. Le esperienze estese ad un periodo di oltre tre anni non diedero alcun esempio di sovratensioni di origine atmosferica; le cause di perturbazione del potenziale di linea sono quasi sempre da ricercarsi nelle manovre degli apparecchi inseriti nell'impianto. *I. L.*

I. H. Sclater — **Riduttori di corrente in olio.** (Gen. Elec. Rev., novembre 1930, pag. 658).

L'interconnessione delle reti, e la conseguente possibilità di avere concentrate grandi masse di energia, ha imposto la necessità di costruire trasformatori di corrente capaci di resistere a notevoli sollecitazioni meccaniche. E' stata studiata a questo scopo una nuova serie di trasformatori di corrente in olio, i quali presentano grande robustezza meccanica, forte capacità di sovraccarico e minimo errore di fase e di rapporto. L'avvolgimento ad alta tensione è previsto per connessioni serie-parallelo; il cambio di collegamento è eseguito mediante morsetti posti all'estremo superiore del passante. Gli avvolgimenti sono di forma circolare, qualunque sia la potenza del trasformatore; particolarmente curato è l'ammaraggio delle bobine e del nucleo.

L'alta tensione ha isolamento di spira in carta; l'isolamento fra strati è proporzionato con larghezza; l'isolamento fra primario e secondario è ottenuto con cilindri di ercolite; per le più alte tensioni vengono impiegati anche anelli a flangia. Il trattamento del trasformatore è molto curato; le bobine sono prima essiccate nel vuoto e, successivamente, impregnate con vernice; infine il trasformatore completo è impregnato con olio. Nei trasformatori per alta tensione eguale o maggiore a 50 kV, si impiegano passanti a riempimento d'olio. Le casse sono in lamiera saldata; una valvola sul fondo permette di prelevare i campioni d'olio. Ad evitare i danni che potrebbero avvenire per effetto di sovratensioni, è derivato fra i terminali del trasformatore un piccolo spinterometro sistemato in una capsula di vetro, sull'estremo libero del passante. *G. C. E.*

G. Schulz — **Critica dei metodi impiegati per la misura dell'isolamento negli impianti a corrente continua a due fili.** (E. u. M., N. 44, 2 novembre 1930).

Un metodo spesso impiegato per misurare l'isolamento di una linea a corrente continua a due fili consiste nel misurare la tensione di ciascun filo rispetto alla terra. Dai valori delle tensioni così misurati si ottiene la resistenza di ciascun filo verso terra e, quindi, la resistenza di isolamento dei due conduttori, supposto che questi ultimi siano connessi in parallelo. La tensione di esercizio divisa per questa resistenza dà la corrente di scarica verso terra.

Questo procedimento presuppone che il potenziale dei due conduttori abbia lo stesso segno, e che, agli effetti dell'isolamento verso terra, i due conduttori costituiscano un elemento unico.

Queste supposizioni non rispondono alla realtà: il potenziale di un filo è di segno contrario a quello dell'altro e le due resistenze di isolamento sono collegate sempre in serie e non in parallelo. Inoltre, bisogna anche tener conto della resistenza R' di isolamento fra conduttore e conduttore; quest'ultima, col metodo criticato, non può essere in alcun modo presa in considerazione.

Supposto che R_1 ed R_2 siano le resistenze di isolamento dei due conduttori verso terra e che R' sia infinitamente grande, la corrente di scarica verso terra risulterebbe espressa secondo il metodo criticato da:

$$i = E\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

mentre, secondo la considerazioni dell'A., essa risulta da:

$$i = \frac{E}{R_1 + R_2}.$$

Ne consegue quindi che, nell'ipotesi di R' infinitamente grande, la corrente di scarica effettiva risulta eguale al più ad un quarto di quella risultante dal procedimento di calcolo fino ad oggi in uso.

C. J. Fechheimer — **L'anemometro a sfera calda serve per misurare la velocità dell'aria nei condotti.** (The El. J., settembre 1930, p. 536).

Questo nuovo tipo di anemometro è una modificazione di quello primitivo a filo caldo rettilineo che come è noto dà delle indicazioni diverse a seconda dell'inclinazione della corrente d'aria sull'asse del filo. Il filo di costantana del diametro di 0,23 mm. (Resistenza elettrica di 27,5 ohm) è avvolto internamente ad una sfera di argento di piccolo spessore; il diametro esterno complessivo risulta di 8,3 mm. La sfera è sostenuta mediante un gambo fatto con un pezzo di filo armonico del diametro, di 0,56 mm attorno al quale sono avvolti i due terminali di rame dell'elemento riscaldante e i due fili di una coppia costantana-rame disposta con la saldatura a contatto con la sfera d'argento. Ad una distanza di 37 mm della sfera il gambo di acciaio si innesta in un tubo di ottone in modo da garantire una conveniente rigidità meccanica a tutto l'insieme senza disturbare l'andamento della corrente d'aria e riducendo nello stesso tempo le dispersioni di calore lungo il gambo ad un valore minimo. Il filo caldo raggiunge rapidamente la temperatura di regime in virtù della piccola massa termica della sfera e il valore della temperatura può quindi essere misurato anche subito a mezzo di un ordinario potenziometro inserito agli estremi della termocoppia. Si può ritenere che il tempo necessario per mettere in equilibrio il potenziale è dello stesso ordine di quello richiesto dall'anemometro per portarsi a regime. Si misura prima la temperatura della sfera (e quindi dell'aria) senza mandare corrente all'elemento riscaldante e poi si fa circolare in questo una corrente di valore prestabilito; dallo aumento di temperatura della sfera si deduce la velocità dell'aria che l'investe, a mezzo di una tabella. Il salto di temperatura è del 7 % minore quando il gambo è trasversale alla corrente rispetto al valore che si avrebbe quando è parallelo e con la sfera contro la corrente. Le curve di taratura sono di solito determinate per questi valori della corrente: 0,2 - 0,3 - 0,38 ampere; l'ultimo valore interessa specialmente quando la velocità del vento è elevata (fino a 61 m/sec cioè 220 km/ora). Per misurare la velocità dell'aria nei condotti con questo anemometro basta praticare un foro di 10 mm nella parete e introdurre la sfera in seno al fluido. *I. L.*

W. B. Kouwenhoven, C. L. Lemmon — **L'errore d'angolo di fase in un condensatore in aria.** (J. A. I. E. E., novembre 1930, pag. 945).

Come è noto, nella tecnica delle misure sui cavi isolati con carta impregnata si fa uso per la misura dell'angolo di fase dovuto alle perdite, di condensatori in aria. Questi però possono introdurre una causa di errore, essendo noto che in certe condizioni essi non agiscono come una capacità pura ma ammettono essi stessi un angolo di fase cosicchè la corrente non è esattamente in quadratura con la tensione applicata.

Gli AA. dimostrano anzitutto con un ragionamento quantitativo che non è possibile attribuire tale fenomeno a una conseguenza dello stato normale di ionizzazione dell'aria. Ciò posto, essi hanno svolto una serie di ricerche sperimentali su un speciale condensatore ad aria, per riconoscere la influenza delle variazioni di temperatura, umidità e ionizzazione dell'aria. Le osservazioni comprendevano misure della corrente di conduzione attraverso il dielettrico aria sotto l'effetto di alte tensioni (misure eseguite con un galvanometro d'Arsonval) e misure del fattore di potenza alla frequenza di 60 periodi (eseguite con un ponte di Wien).

Le misure hanno dimostrato che l'angolo di fase di un condensatore in aria, qualunque esso sia, non varia col grado di umidità dell'aria stessa finchè esso si mantiene al di sotto del 90 %; entro questo limite un condensatore in aria opportunamente schermato e protetto contro i movimenti d'aria ha una corrente di conduzione trascurabile e può quindi essere considerato come una capacità pura. *R. S. N.*

RADIOTECNICA.

H. Diamond e F. G. Kear — **Radiotrasmettitore direttivo a 12 rotte per guidare gli aerei, con indicatore ottico a lamina vibrante.** (Proc. I. R. E., Vol. 18, N. 6, giugno 1930, pag. 939).

F. W. Dunmore — **Indicatore di rotta a lamina vibrante per radiotrasmettitore direttivo a quattro e a dodici rotte.** (Proc. I. R E, Vol 18, N 6, giugno 1930, pag 963)

Questo Radiotrasmettitore è derivato dai tipi a due e a quattro rotte precedentemente descritti (1). Il principio di funzionamento è analogo a quello su cui si basa il radiogoniometro Bellini-Tosi. Due antenne a quadro tra loro a 90° (fig. 1), sono alimentate da tre spe-

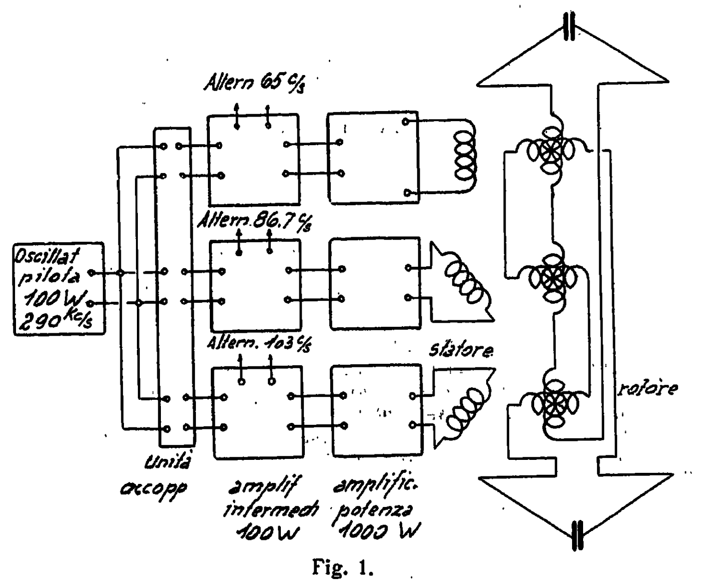


Fig. 1.

ciali goniometri, il cui sistema rotante è composto da una coppia di bobine a 90° fra loro. Le bobine statoriche dei goniometri sono normalmente orientate a 120° una dall'altra, e sono percorse da correnti a radio frequenza, di uguale frequenza, ma modulate a tre differenti frequenze acustiche: 65 c/s, 86,7 c/s, 108,3 c/s. Come se si avessero tre distinti trasmettitori con antenna a quadro, si avranno nello spazio tre diagrammi di campo a 8, con gli assi a 120° l'uno dall'altro, uno per ciascuna delle tre frequenze di modulazione. Equipaggiando gli aerei con speciali indicatori di rotta a tre lamine vibranti, sintonizzate sulle tre frequenze di modulazione, è possibile con questo sistema individuare 12 rotte (fig. 2) lungo le quali due dei segnali hanno uguale intensità.

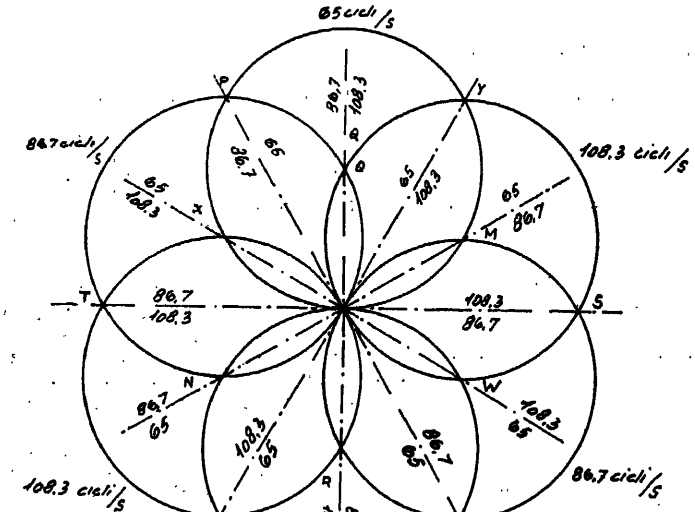


Fig. 2.

La realizzazione pratica del sistema ha presentato difficoltà, per l'eliminazione degli accoppiamenti tra le tre bobine statoriche, non essendo queste a 90° l'una dall'altra. Questi accoppiamenti facevano sì che ognuna delle tre emissioni direttive fosse modulata con tutte e tre le frequenze, e ciò era causa di errori. Questo inconveniente può essere eliminato con circuiti di neutralizzazione fra i tre statori (sistema assai complesso) oppure facendo sì che i tre statori siano alimentati uno dopo l'altro, ritmicamente: ciò si può ottenere polarizzando i tre amplificatori con le tre fasi di una tensione trifase a 300 c/s prodotta da un apposito generatore, oppure alimentandoli con le tre fasi di una sorgente trifase a radiofrequenza. A questo scopo è stato usato un generatore trifase tipo Mesny, che gli AA. descrivono, con particolari indicazioni nei riguardi della regolazione. *M. B.*

Un metodo per la misura delle caratteristiche di funzionamento dei radioricevitori. (Experimental Wireless, Vol. VII, N. 77, febbr. 1930, pag. 78).

Estratto di una conferenza tenuta da H. A. Thomas alla Sezione Radio dell'I. E. E., e illustrante l'installazione usata presso il National Physical Laboratory per le prove sui radioricevitori.

Il ricevitore in prova e l'oscillatore a radio frequenza, col relativo oscillatore a frequenza acustica per la modulazione, sono collocati in due distinti locali, schermati con grandissima cura. Il generatore a frequenza acustica è un oscillatore di tipo simmetrico; quello a radiofrequenza è un semplice oscillatore a presa centrale senza stadio di amplificazione. La modulazione avviene per variazione di tensione anodica, e la profondità di modulazione è determinata in base all'ampiezza della variazione di tensione anodica, misurata con un voltmetro elettronico. L'A. non dice entro quali limiti sia contenuta la modulazione in frequenza, inevitabile col sistema adottato. La tensione a R. F. da applicare al ricevitore in prova è presa ai capi di una resistenza inserita in serie in un circuito sintonizzato, accoppiato al generatore a R. F. Questa resistenza è costituita da un filo rettilineo, del quale è nota anche l'induttanza, disposto in modo da essere rapidamente intercambiabile. Sei valori di resistenza sono usati. La corrente nel circuito sintonizzato è misurata mediante termocoppia e galvanometro. Non è detto se vi sia possibilità di variare in modo continuo la tensione disponibile. La misura dell'intensità di ricezione è effettuata misurando con un voltmetro elettronico la tensione ai capi di una resistenza da 100 ohm, posta in serie con l'altoparlante. *M. B.*

H. Pelabon — **Nuovo raddrizzatore ad ossido di rame.** (L'Onde Electrique, Vol. 9, N. 107, novembre 1930, pagg. 497-510).

Lo studio dei rettificatori ad ossido di rame ha condotto l'autore (1) a stabilire la presenza nello strato attivo di un condensatore dissimmetrico le cui armature sono costituite l'una da uno strato conduttore di rame, l'altra da uno strato semi conduttore che è un miscuglio dei due ossidi di rame, ricco di ossido Cu O, ed il cui dielettrico è uno strato semiisolante (isolante che tiene in sospensione una traccia di semi conduttore) formato da un miscuglio degli stessi composti, ma molto povero di ossido Cu O. Tale condensatore può anche essere realizzato pezzo per pezzo adoperando come conduttore un elettrodo di rame, come semiconduttore una pastiglia di ossido Cu O chimicamente puro, e come semiisolante ad es., una pellicola composta di polvere d'oro mescolata a della gomma lacca o a del collodio, preparata direttamente sulla pastiglia di Cu O. I risultati sperimentali ottenuti per questa via sono, dal punto di vista della rettificazione, perfettamente concordi con quelli ricavati con i raddrizzatori ad ossido. Così applicando al condensatore una tensione di circa 0,6 volt, la corrente varia da 1 a 12 all'invertire della polarità della tensione.

Il Pelabon si è proposto di accertare se nei sistemi rettificanti l'ossido di rame può essere sostituito con qualche altro semiconduttore. La considerazione dei tre gruppi di semiconduttori dedotti dagli studi del Tubandt porta a mettere da parte la galena ed i composti a conduttività puramente elettronica, i quali si comportano come metalli di debole conduttività. Tra i corpi che hanno conduttività puramente elettrolitica, può essere preso in esame l'ioduro di argento cubico, ma questo deve essere usato a caldo, perchè stabile solamente al disopra di 144,6°. Sembra pertanto che solamente i corpi che posseggono la conduttività mista sieno suscettibili di formare dei raddrizzatori. Tra questi l'autore, oltre all'ossido di rame Cu O, ha studiato anche il solfuro d'argento ortorombico. In un condensatore avente due armature di rame, ed un dielettrico di ossido di rame o di solfuro d'argento, una efficiente rettificazione è ottenuta solamente quando si stabilisce deliberatamente una grande differenza tra le superfici di contatto del dielettrico con ciascuna delle due armature. Se buoni risultati si ottengono ad es., coll'interposizione di una pellicola di gommalacca dorata tra dielettrico ed una delle due armature, è perchè questa pellicola realizza in certo qual modo un elettrodo di piccola superficie, o per meglio dire, un insieme di elettrodi alla Wollaston. Un rettificatore del genere è dunque assai analogo al detector elettrolitico del Generale Ferrié. In alternata la rettificazione eseguita con il solfuro d'argento dà risultati assai meno buoni di quelli ottenuti con l'ossido di rame. *F. Ve.*

R. T. Beatty — **L'espressione numerica della selettività.** (Exp. Wireless, Vol. VII, N. 82, luglio 1930, pag. 361).

La mancanza di una precisa definizione della selettività e del modo di esprimerla numericamente, rende incerte le discussioni su questa grandezza, così importante nella tecnica delle radiocomunica-

(1) *L'Elettrotecnica* - Sunti e Sommari, vol. XVII, n. 34, 5 dicembre 1930, pag. 796.

(1) Sul meccanismo della rettificazione nei raddrizzatori ad ossidi di rame - *L'Onde Electrique*, vol. IX, n. 101, maggio 1930 - *L'Elettrotecnica*, 15 novembre 1930, vol. XVII, n. 32, pag. 740.

zioni. L'assumere come cifra di selettività in un circuito la variazione relativa di frequenza necessaria per ridurre a una data aliquota del valor massimo il rapporto tra tensione o corrente resa e tensione o corrente fornita, presenta l'inconveniente di condurre ad una espressione numerica che cresce col diminuire della selettività (secondo il senso ordinariamente dato a questa parola).

L'A. propone perciò di misurare la selettività dall'inverso di questa variazione relativa di frequenza, assumendo uguale a 1/10 il valore di quella tale aliquota. In tal modo per un circuito oscillante la cifra di selettività è uguale a 0,2 volte il coefficiente di risonanza, ed è facile calcolare la selettività di un amplificatore a R. F. a circuiti sintonizzati, o di un circuito filtro, conoscendo il coefficiente di risonanza dei singoli circuiti oscillanti. *M. B.*

STATISTICA.

L'economia mondiale dell'energia in cifre.

Nel n. 50 dell' 11 dicembre 1930 dell'E. T. Z. viene riassunta una memoria presentata ala conferenza mondiale dell'energia di Berlino del « Deutsches Institut für Konjunkturforschung » riguardante l'economia mondiale dell'energia.

La maggior parte dela produzione mondiale dell'energia è basata sul carbone. Le riserve disponibili vengono valutate a 992 miliardi di tonnellate, di cui il 52,6 % è costituito da carbon fossile e il resto da lignite. L'America (Stati Uniti e Canadà) possiede il 70 % delle riserve disponibili, l'Europa il 27,2 %, e l'Asia il 2 %. Le riserve mondiali di olio pesante vengono valutate a 6,2 miliardi di tonnellate, di cui il 50 % circa spetta all'America e il 44,6 % all'Asia.

L'energia idraulica di tutto il mondo non arriva a mezzo miliardo di HP: di questo il 42 % spetta all'Africa, il 15,2 % all'Asia, il 14,5 % all'America del Nord, il 12,8 % all'Europa, l'11,8 % all'America del Sud e il 3,7 % all'Oceania. I 58 milioni di HP disponibili in Europa sono suddivisi come segue: 30,2 % alla Scandinavia, 14,5 % alla Russia europea, 9,3 % alla Francia, 6,9 % alla Spagna e 6,5 % all'Italia.

La produzione totale di energia nel 1928 fu di 1248 milioni di tonnellate per il carbon fossile, di 60 milioni di tonnellate per la lignite, di 288 milioni di tonnellate per l'energia idraulica, il tutto valutato in tonnellate di carbon fossile.

Il paese più forte produttore di lignite nel mondo è la Germania col 76 % di tutta la produzione mondiale. Della produzione mondiale di carbon fossile spetta il 48,3 % all'Europa e il 42,6 % all'America. Invece nella produzione dell'olio pesante l'America è alla testa col 66,7 % della produzione mondiale. Delle energie idrauliche del mondo nel 1926 erano sfruttati solo 33 milioni di HP cioè il 7,3 % dell'energia disponibile. L'America possiede il 31 % degli impianti con 16,8 milioni di HP, viene poi l'Italia col 17,6 %.

L'energia elettrica prodotta in tutto il mondo nel 1928 fu di 255,6 miliardi di kWh, dei quali 134,8 furono prodotti in Europa. La Germania è alla testa di tutti i paesi europei con 27,871 milioni di kWh, l'Italia occupa il quarto posto con 10 miliardi di kWh. Il più elevato consumo di energia elettrica per abitante è proprio naturalmente dei paesi, nei quali l'energia stessa è più a buon mercato, Norvegia, Svezia e Svizzera. In Italia la produzione è stata di 244 kWh per abitante, mentre in Norvegia è stata oltre dieci volte tanto. *T. S.*

TRASFORMATORI.

W. A. Mc Morris - J. H. Hagenguth — **Il trasformatore non risonante.** (Gen. Elec. Rev., ottobre 1930, pag. 558).

In un comune trasformatore di potenza con neutro franco a terra, in servizio normale la distribuzione della tensione fra l'estremità dell'avvolgimento connessa alla linea e quella connessa a terra è lineare, perchè è dovuto alla sola induttanza dell'avvolgimento; tale induttanza si può ritenere distribuita uniformemente lungo la colonna. Per effetto di un'onda di impulso, la capacità fra le varie sezioni costituenti l'avvolgimento e fra questo e la massa (nucleo e cassa) alterano tale distribuzione. La fronte dell'onda sale da zero al valore massimo in una frazione di microsecondo e può quindi essere paragonata ad un quarto di ciclo di frequenza altissima. In queste condizioni per l'induttanza degli avvolgimenti si oppone alla corrente una reattanza elevata, mentre al contrario, le capacità, di cui si è detto, offrono una rattanza minima. Quando la tensione dell'onda di impulso si spegne, la distribuzione della tensione ritorna uniforme.

Per passare dalla distribuzione iniziale a quella finale cioè rettilinea, la tensione compie una serie di oscillazioni intorno alla posizione finale, presa come asse, e durante queste oscillazioni del potenziale si raggiungono dei massimi di tensione anche superiori al valore massimo dell'onda applicata. Ne conseguono forti sollecitazioni fra spire in alcuni punti dell'avvolgimento.

Poichè la divergenza fra la distribuzione iniziale e quella finale della tensione è dovuta alla corrente di carico delle capacità fra sezioni di avvolgimento e verso massa (trascurando la capacità fra spire), si può mantenere sempre rettilinea la distribuzione della tensione, anche sotto l'azione di onde d'impulso a fronte più o meno ripida, ovvero di onde smorzate di qualunque frequenza, facendo in modo che tale corrente di carica non percorra l'avvolgimento, ma venga fornita direttamente da schemi esterni all'avvolgimento stesso e connessi alla linea.

Tali schemi sono costituiti da lamine metalliche convenientemente isolate e sono disposti in modo che l'armatura del trasformatore non differisce da quella di un trasformatore normale; non vi è quindi ragione di temere che nei trasformatori non risonanti vengano aumentate le difficoltà di montaggio o di raffreddamento oppure venga peggiorata l'attitudine a resistere agli sforzi dovuti ad eventuali corti circuiti.

Nei trasformatori con neutro isolato, la distribuzione iniziale della tensione, per effetto di una onda viaggiante, è analoga a quella che si ha in trasformatori con neutro a terra; la distribuzione finale è naturalmente una parallela all'asse delle ascisse. Anche in questo caso la distribuzione finale della tensione si raggiunge dopo una serie di oscillazioni, la cui ampiezza dipende dalla differenza fra la distribuzione iniziale e quella finale, e dalla frequenza delle armoniche componenti.

Nei trasformatori con neutro a terra attraverso un'impedenza, la ampiezza ed il carattere delle oscillazioni dipendono dal valore relativo dell'impedenza. Per ottenere in queste condizioni un trasformatore non risonante, si possono schermare opportunamente gli avvolgimenti o, più economicamente, si può usare un normale trasformatore non risonante e, per mezzo di un'impedenza, fare in modo che il neutro sia al potenziale di terra durante il fenomeno transitorio. Tale impedenza è generalmente costituita da una capacità e da una resistenza in parallelo con un reattore o con una resistenza. *G. G. E.*

F. J. Vogel, J. K. Hodnette — **La messa a terra con impedenza del neutro dei trasformatori e condizioni che ne derivano negli avvolgimenti nei riguardi dei fenomeni transitori.** (J. A. I. E. E., ottobre 1930, pag. 838).

Per ridurre gli inconvenienti derivanti dalle eccessive correnti che si verificano, nel caso di corto circuiti, nei trasformatori con neutro a terra, si introducono come è noto, talvolta, delle impedenze nelle connessioni di terra. Gli AA. hanno studiato sperimentalmente il comportamento di trasformatori messi in tale condizione quando siano investiti da onde di sovratensione a fronte ripido, ricercando il modo di migliorarne le condizioni. Il dispositivo sperimentale consisteva in una batteria di condensatori che si scaricavano su una resistenza: la caduta di tensione era applicata ai morsetti di trasformatori da 25.000 kVA, a 220 kV.

Le esperienze hanno dimostrato che una reattanza inserita nella messa a terra del neutro è conveniente e preferibile ad una semplice resistenza nei riguardi del comportamento agli impulsi di tensione. Le condizioni sono anche migliori quando la reattanza è messa in parallelo con una resistenza; invece della resistenza si può usare uno spinterometro per mezzo del quale si può limitare ad un valore massimo previsto la tensione. Analogo risultato si può ottenere mettendo in parallelo colla reattanza uno scaricatore del tipo autovalvola, di più facile e semplice impiego. Pure risultati molto soddisfacenti si ottengono mettendo la reattanza in parallelo con un circuito a risonanza per la frequenza dell'onda di sovratensione.

Il metodo da preferirsi va esaminato caso per caso ma, secondo gli AA., quello con scaricatori autovalvola riesce in generale il più conveniente in pratica. *R. S. N.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

F. M. Denton — **La misura delle perdite per effetto corona.** (Gen. Elec. Rev., novembre 1930, pag. 615).

Nella riunione annuale dell'A. I. E. E. nel marzo 1930, l'Università di New Mexico Branch ha presentato una relazione sui nuovi metodi di misura di perdite per effetto corona su linee di trasmissione.

Oltre alle misure che generalmente si fanno sulla bassa tensione del trasformatore della linea, si sono fatte anche le seguenti misure sull'alta tensione: *a*) collegata la linea ad alta tensione alla terra, si inseriscono tra amperometri A_1 A_2 A_3 sui tre fili della stella formata con tale collegamento; *b*) Un disco stroboscopico azionato da un motore sincrono ed avente un indice in nero, era illuminato da due lampade neon L_1 ed L_2. La lampada L_1 fu collegata in serie attraverso uno shunt non induttivo con la linea messa a terra, mentre la lampada L_2 era stata messa in serie con una resistenza elevata inserita nei due conduttori della linea.

Le letture degli amperometri A_1 A_2 A_3 sono rappresentate da un triangolo, da cui si vede la fase delle correnti che causano le perdite corona. L'angolo θ tra le due immagini formate dall'indice nero sul disco straboscopico misura la differenza di fase tra A_2 e V_2 e la perdita corona è perciò data da $A_2\ V_2 \cos\theta$. L'A. ritiene che queste prove possano essere fatte praticamente anche sulle linee di trasmissione già in esercizio. L'apparecchio è molto piccolo e le misure si fanno con grande facilità. Le lampade al neon consumano in media 1/100 di watt (un milliampere a circa 100 volt); supponendo si tratti di una linea a 100.000 volt, la potenza assorbita dalle lampade risulta soltanto di 100 watt. *C. G. E.*

W. W. Edson — **Protezione mediante relais delle linee di trasmissione** (J. A. I. E. E., ottobre 1390, pag. 860).

Vengono passati sistematicamente in rassegna i diversi tipi di relais attualmente usati per la protezione delle linee di trasmissione, con particolare riguardo a quelli ad azione rapida, fattore che costituisce la maggiore caratteristica dei moderni relais. Per la protezione contro circuiti fra fase e fase sono ricordati i relais d'impedenza e specialmente i così detti relais di distanza alcuni dei quali hanno un ritardo minimo di pochissimi periodi; ad essi si aggiunge anche spesso

la caratteristica direzionale. Poco usati sono in America i sistemi con fili piloti; di recente introduzione quelli che fanno uso di onde ad alta frequenza.

Rapida diffusione hanno incontrato i relais per la protezione contro circuiti fra i conduttori di linee in parallelo. Vi sono dei tipi di protezione nei quali ogni conduttore è provveduto di relais direzionali di massima corrente e di relais di impedenza; altri tipi fanno uso di circuiti differenziali. Grande importanza hanno anche assunto attualmente i relais di protezione contro le messe a terra.

Particolari schemi di protezione sono stati adottati per la protezione delle sbarre nelle centrali e nelle cabine, dei trasformatori e dei generatori.

L'A. descrive brevemente ed illustra parecchi fra i più importanti schemi moderni di protezione così da dare un quadro aggiornato della tecnica attuale. *R. S. N.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

E. WIST — **Linee d'alimentazione per impianti di trazione elettrica a corrente monofase.** (E. u. M., N. 43, 26o ttobre 1930).

E' noto che l'energia a bassa frequenza per alimentare gli impianti ferroviari a trazione elettrica monofase può essere prodotta direttamente in apposite centrali sotto forma di corrente monofase e, come tale, trasportata ai centri di utilizzazione e quivi trasformata alla tensione richiesta, oppure, derivata dalle reti industriali, previa trasformazione con trasformatori statici, e conversione mediante gruppi rotanti con generatore monofase a frequenza ferroviaria. Secondo l'A., quest'ultima soluzione presenta vantaggi assai accentuati. Confrontando due linee di trasporto lunghe 100 km, la prima composta di due terne trifasi a 100 kV, 50 per/sec e l'altra doppia monofase a 100 kV, 16 2/3 per/sec, a parità di cos $\varphi = 0{,}7$ e di perdita di potenza in linea 5 %, si rileva che la stessa potenza di 20.000 kVA può essere trasportata coll'impiego di un quantitativo di rame che per la linea monofase supera del 5 % quello della linea trifase. Tenendo presente, inoltre, che coll'impiego dei convertitori di frequenza rotanti è possibile migliorare il fattore di potenza, agendo sull'eccitazione dei sincroni, mentre l'analogo miglioramento per l'impianto monofase richiederebbe l'impiego di appositi compensatori funzionanti a vuoto, risulta ancora qui manifesto il vantaggio del trasporto con linea trifase. Alle stesse conclusioni si arriva calcolando la potenza che si può trasportare mediante una doppia terna trifase ed una tripla linea monofase con conduttori aventi la stessa sezione. Si può concludere che, pur tenendo calcolo della necessità di installare convertitori rotanti nelle sottostazioni, con le linee di trasporto trifasi si realizza una migliore soluzione dal punto di vista tecnico ed economico.

Se si suppone che due centrali destinate ad alimentare un impianto di trazione vengano connesse in parallelo mediante una linea monofase a bassa frequenza in un caso, e trifase a frequenza industriale nell'altro caso, si trova che, a parità di fattore di potenza in una delle centrali, l'effetto della bassa frequenza della linea monofase provoca un inevitabile peggioramento del cos φ nell'altra centrale; per la linea trifase, invece, si può ottenere un miglioramento del fattore di potenza stesso a motivo del carico capacitivo. Il peggioramento del fattore di potenza porta con sè la necessità di dimensionare largamente la linea e le macchine, in misura assai maggiore di quanto non possa essere richiesto da una energia reattiva mantenuta in limiti tollerabili. *V. D. Ma.*

W. OHL — **Locomotori elettrici per le officine metallurgiche.** (A. E. G., Mitteilungen, N. 9, pag. 569).

L'A. esamina le caratteristiche presentate da alcuni tipi di locomotori elettrici destinati alle officine metallurgiche per rispondere ai requisiti e ai limiti generalmente richiesti. Nota dapprima come in generale essi siano previsti per alimentazione mista: ad accumulatori e a linea aerea. Questa è più consigliabile, finchè possibile, perchè più economica. Per scartamento di 60 cm i locomotori potranno essere costruiti a due assi e con motori da 68 kW; per scartamento di 70 cm la potenza può raggiungere i 190 kW, e per 1 m i 200 kW. I locomotori a scartamento normale sono costruiti a due assi per potenza di 250 kW e a quattro assi per potenze fino a 640 kW. La tensione normale d'alimentazione è di 600 volt giacchè con essa si possono superare le distanze che si presentano generalmente nelle officine, e tale tensione si presta particolarmente al servizio degli accumulatori. In molti posti delle officine (in prossimità degli alti forni, sotto i ponti mobili, ecc.) non si possono usare linee aeree di contatto, ma solo locomotori ad accumulatori. Per scartamento normale questi sono costruiti da due a sei assi con potenze da 250 a 500 kW. I locomotori più usati sono quelli ad alimentazione mista, provvisti dell'apparecchiatura necessaria alla commutazione e alla carica della batteria. Si può ammettere come regola che il 15 ÷ 20 % solamente del lavoro fornito dal locomotore sia alimentato dalla batteria. Le fermate tra i servizi sono sufficenti alla ricarica della batteria che è fatta dalla corrente presa dalla linea aerea, che attraversa, prima d'arrivare alla batteria, una parte delle resistenze di avviamento. Con una tensione di linea di 600 volt si adopererà una batteria di 160 elementi; malgrado la caduta di tensione nei conduttori la tensione di carica sarà sempre sufficiente. *A. Bs.*

Per il cambio di indirizzo inviare Lire UNA unitamente alla fascetta vecchia.

CRONACA

APPLICAZIONI TERMICHE.

La saldatura con l'arco voltaico ha trovato numerose applicazioni nelle grandi costruzioni in ferro sia di case d'abitazione che di stabilimenti (*The El J.*, novembre 1930, pag. 632); per le prime il limite massimo di altezza raggiunto con l'ossatura in ferro saldato è di 13 piani. La saldatura con l'arco dà alla struttura una notevole rigidità non ottenibile col sistema delle chiodature a caldo; oltre a ciò si risparmia circa il 10 % di ferro. Specialmente negli alti fabbricati bisogna preoccuparsi della rigidità dell'insieme se si vuole che gli inquilini dell'ultimo piano non abbiano a sentire le oscillazioni impresse dalla spinta laterale del vento. La saldatura permette di concentrare in poco spazio tutta la resistenza delle giunture di una costruzione, mentre con le chiodature lo sforzo deve essere distribuito su un'area almeno tripla; oltre a ciò sono evitati gli scorrimenti anche piccoli che preannunciano la totale rottura della giunzione. Da un punto di vista teorico si è studiata la costruzione di una torre di 1609 m di altezza; con questo sistema essa verrebbe a pesare circa 25.000 tonn. e richiederebbe un volume di 9500 m³ di calcestruzzo per formare le fondazioni. *I. L.*

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

Riassumendo i progressi realizzati durante il 1930 *nel dominio delle macchine sincrone*, la *Révue Brown Boveri* del 1 gennaio 1931, dà un cenno sommario descrittivo nelle seguenti macchine:

1 Turboalternatore da 45.000 kVA, 12.000 V, 50 per/sec per la centrale di Gertrüidenberg in Olanda;

1 Turboalternatore da 48.000 kVA, 5350 V, 50 per/sec, 3000 giri/min per la centrale delle officine di Witkowitz, comandato da una turbina a tre cilindri alimentata con vapore a 130 kg/cm², 480° C;

2 Alternatori trifasi ad asse verticale della potenza di 23.000 kVA, 750 giri/min, 8.200 V, 50 per/sec, destinati alla centrale del Monte Piossino delle Officine Elettriche Ticinesi;

2 Alternatori trifasi ad asse orizzontali da 33.300 kVA, 420/500 giri/min, 8400-7600 V, 42/50 per/sec per la centrale di Mese della Soc. Elettrica Interregionale Cisalpina;

1 Alternatore trifase, ad asse verticale, da 35.000 kVA, 337 giri/min, 8300-10.000 V, 45 per/sec per la centrale del Galletto della Società Terni.

1 Alternatore volano trifase da 10.800 kVA, 150 giri/min, 50 per. al secondo, accoppiato ad un motore Diesel-Sulzer della Entreprises Electriques à Fribourg. *V. D. Ma.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Quando si consiglia, per un particolare tipo di installazione luce, un più alto livello di illuminazione, si ha difficoltà a predire quale sarà l'*incremento nella percezione visiva* col nuovo impianto.

F. K. Moss, in *The Magazine of Light* del dicembre 1930, in base a diverse esperienze, ha trovato che passando da 1 a 2, 5, 10, 20, 50, 100, ecc., lux, ogni gradino si risolve nello stesso incremento percentuale della percezione visiva. *G. Co.*

NOTE E QUESTIONI LEGALI.

Sulle leggi concordate e la legge vaticana in rapporto all'elettricità e alle industrie elettriche viene riferito da A. Gilardoni sull'*Energia Elettrica* del gennaio 1931. In sostanza vi sono delle leggi speciali vaticane (o in difetto quelle del Regno d'Italia vigenti a tutto il giugno 1929) valevoli al riguardo nella città del Vaticano. Oltre a ciò su alcune questioni particolari come per esempio, occupazione di edifizi aperti al culto in territorio italiano, impianti di servizi elettrici nella Città del Vaticano, ecce., esistono particolari clausole nei Patti Lateranensi. *I. P.*

SOCIETA' SCIENTIFICHE. CONCORSI, ECC.

Comitato per l'esame delle invenzioni. — Presso l'Associazione Nazionale per la Prevenzione degli Infortuni sul lavoro, si è riunito in Milano in seduta plenaria il 28 aprile il Comitato Autonomo per l'esame delle invenzioni, sotto la presidenza dell'On. Bignami.

Il Presidente ha riferito sul lavoro fatto nell'anno 1930, nel quale vennero esaminate 155 proposte di invenzione, delle quali 41 inviate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Nel primo quadrimestre di quest'anno sono pervenute al Comitato e sono in corso di esame, 60 proposte d'invenzione, delle quali 9 inviate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche e 6 dalla Reale Accademia d'Italia. Il Comitato ha espresso la propria soddisfazione di essere così divenuto non solo l'organo della Confederazione Generale Fascista dell'Industria Italiana, ma anche dei più alti Consessi scientifici e tecnici della Nazione, ed ha constatato che il lavoro che esso compie va continuamente perfezionandosi ed è trovato sempre più utile anche dai singoli inventori, nei quali il numero degli ingegneri e tecnici ha raggiunto la proporzione di oltre un terzo sul totale dei proponenti.

Preso in esame il bilancio dello scorso anno e il preventivo per

il 1931, il Comitato ha espresso il voto che anche in avvenire siano concessi i mezzi necessari al suo migliore funzionamento.

Il Comitato ricorda, che, come venne già a suo tempo annunziato, ha messo a disposizione degli inventori la complessiva somma di L. 15.000, elargite dalla Federazione Nazionale Fascista dell'Industria Meccanica e Metallurgica, per uno o più premi da assegnare, a giudizio insindacabile del Comitato, a quelli inventori di nazionalità italiana che inviino od abbiano inviato in esame al Comitato stesso, dal 1° gennaio 1930 al 30 settembre 1931, una loro invenzione interessante le industrie meccaniche o metallurgiche, rimarchevole per la novità e genialità dell'idea e per la utilità della applicazione, e che sia più delle altre meritevole di particolare segnalazione.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

In *E. u. M.* del 28 dicembre 1930, M. Schleicher esamina quali sono i criteri coi quali deve essere realizzato *il controllo a distanza*, in un posto centrale, *della distribuzione dell'energia elettrica* nelle reti delle grandi città. L'A. accenna ai dispositivi impiegati e si sofferma in particolare sull'impianto centralizzato della Berliner Elektrizitätswerke A. G. (B.E.W.A.G.).

V. D. Ma.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Allo scopo di studiare il *mutuo comportamento delle spazzole e del collettore dei motori di trazione* vengono eseguiti dei controlli sistematici da parte della Direzione del Gruppo bavarese delle Ferrovie Tedesche dello Stato. Il materiale disponibile per le verifiche è assai abbondante e vario: oltre 600 motori monofasi di trazione con circa 51000 spazzole sono in servizio. I motori hanno una velocità variabile da 238 a 1920 giri/min, un numero di poli compreso fra 6 e 40, un diametro del collettore variabile da 430 a 1810 mm, ed una velocità alla periferia del collettore compresa fra 19.3 e 43.2 m/sec. Il numero di spazzole per motore va da un minimo di 24 ad un massimo di 240 e per polo da 2 a 6. Le spazzole hanno una larghezza che va da 12 a 17 mm ed una sezione variabile da 600 a 877.5 mm². La densità della corrente nelle spazzole è di 11.1 ÷ 17.21 A/cm² all'avviamento, e di 5.17 ÷ 8.3 A/cm² normali. I risultati sperimentali ottenuti sono esposti e discussi in *El. Bahnen* del novembre e dicembre 1930, in una ampia e dettagliata rassegna di H. Berchtenbreiter e L. Schweiger.

V. D. Ma.

:: :: NOTE LEGALI :: ::

Danni per anticipata risoluzione del contratto di fornitura.

Con due sentenze in data 16 maggio 1930 della Corte d'Appello di Milano, pubblicate sul «Monitore dei Tribunali» il 18 aprile 1931, la nostra Corte di Appello ha esaminato il caso specifico dei danni in caso di anticipata risoluzione del contratto per colpa dell'utente.

In una di esse, trattandosi di contratto nel quale era stato garantito un minimo di consumo, la Corte ha ritenuto che il danno debba concretarsi nello importo dei minimi garantiti per tutta la durata del contratto. Osservando però che al momento della sentenza parecchie mensilità non erano ancora scadute la Corte ha ritenuto che esse dovessero essere pagate di mano in mano che andassero maturandosi in esecuzione del contratto.

Nell'altra sentenza si trattava di un contratto tacitamente rinnovato e la Corte ritenuto valido il patto di tacita rinnovazione, anche in questo caso ha creduto di determinare il danno in base ai minimi mensili di energia che l'utente si era impegnato di consumare in virtù della tacita rinnovazione del contratto. Ha osservato però, e questo è un punto in cui la sentenza si distacca da altre sentenze analoghe, che siccome si doveva considerare che parte della energia stessa poteva essere stata, almeno in parte, utilmente erogata a favore di altri, la determinazione del danno poteva farsi ex bono et aequo ed infatti la Corte ha ritenuto di ridurre di circa un terzo le somme che sarebbero spettate alla fornitrice di energia, in base ai minimi garantiti.

Del patto preferenziale nel contratto di fornitura di energia.

Segnalo ai Lettori del Giornale un'altra sentenza della Corte d'Appello di Milano, pure in data 16 maggio 1930, riportata sul «Monitore dei Tribunali» del 2 maggio 1931, la quale tratta in particolare del patto di preferenza che la Giurisprudenza ha sempre considerato valido e che consiste nell'impegno col quale l'utente di energia, scaduto il contratto di fornitura si obbliga a dare la preferenza alla ditta fornitrice nella stipulazione di un nuovo contratto, qualora le condizioni offerte siano pari a quelle della concorrenza, clausola che nulla contiene di illecito e di contrario alla Legge.

Unico motivo che potrebbe far colpire di nullità il patto sarebbe che si trattasse di un vincolo indefinito il che, nel caso in esame non era, perchè esso aveva riguardo esclusivamente al contratto immediatamente successivo a quello in cui era contenuto, onde la sua efficacia era limitata nel tempo; dipendendo la sua limitazione dalla volontà delle parti.

Avv. L. PESCI.

(AEI) **Associazione Elettrotecnica Italiana**
Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXXVI RIUNIONE ANNUALE

PERUGIA - Settembre 1931

Pubblichiamo un elenco suppletivo di relazioni che verranno presentate, in aggiunta a quello pubblicato nel numero del 25 aprile a pag. 287.

A. LAMMA - Brevi note sull'uso dei trasformatori negli impianti con raddrizzatori a vapore di mercurio.
R. MARIN - Protezioni contro le sovracorrenti.
E. STRAMBI - Vernici di protezione dei materiali metallici.
E. GERLI - Regolatori ad induzione.
G. BIANCHI - Temperature di lavoro e materiali isolanti per motori.
G. BIANCHI - Unificazione delle locomotive elettriche a corrente continua.
B. FOCACCIA e D. TOLOMEO - Su gli impianti di illuminazione a corrente costante.
L. SELMO - La manutenzione delle cabine.
G. REBORA - Le prese di terra nelle sottostazioni.
G. PANBIANCO - La refrigerazione dei trasformatori.
M. BRUNETTI - Nuove sottostazioni di conversione dell'A. E. M. di Torino.
O. CUZZER-ALTIERI - Isolamento e protezione dei trasformatori.
L. LOMBARDI - A. ASTA - Trasformatori trifasi a tre e a cinque colonne.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO.

La sera di lunedì 20 aprile u. s. il Gr. Uff. Ing. Prof. **Luigi Lombardi** della R. Scuola di Ingegneria di Roma, già Presidente Generale dell'A. E. I., ha tenuto ai soci della Sezione una comunicazione sul tema: «**Il centenario della scoperta dell'induzione elettromagnetica e l'opera scientifica di Michele Faraday**».

Dopo alcune parole di ringraziamento da parte dell'Ing. Norsa rivolte all'illustre consocio, che ancora una volta ha onorato la Sezione riservandole una sua comunicazione, l'oratore ha esordito ricordando la data del 29 agosto 1831, nella quale il Fisico inglese ha fatto la grande scoperta della induzione elettromagnetica, e della quale prossimamente verrà celebrato con grande solennità il centenario in Inghilterra, con l'adesione di tutte le Nazioni civili del mondo.

Egli ha tracciato primieramente una breve biografia dell'Uomo che, nato da modestissima famiglia, seppe con la sua rara intelligenza e con la forza mirabile della sua volontà elevarsi alla posizione prima di assistente e poi di capo dei Laboratori di Ricerca della Royal Institution; egli spese in essi cinquant'anni della sua meravigliosa attività, compiendovi innumerevoli scoperte, che fecero seguito a quelle memorabili di Davy, e diffusero in tutto il mondo la fama di quel glorioso Istituto.

L'oratore ha in seguito esaminato più da vicino l'opera del grande inventore mettendone in luce i punti più importanti, che riguardano, oltre ai fenomeni dell'induzione elettromagnetica, le leggi della elettrolisi, i fenomeni diamagnetici e quelli di polarizzazione elettrostatica. Da questi egli venne condotto alla concezione di quelle linee di forza, mediante le quali, astraendo da qualsiasi analisi matematica, riuscì a coordinare in una sintesi mirabile le principali manifestazioni elettriche e magnetiche, ed a spiegarne la propagazione attraverso allo spazio subordinata alla polarizzazione del mezzo, sulla quale Maxwell fondò più tardi la sua teoria elettromagnetica.

L'oratore ha richiamato infine i giudizi di parecchi uomini celebri nel campo della scienza, che furono contemporanei di Faraday, e ne seguirono a breve distanza l'opera meravigliosa, e furono concordi nell'additarla all'ammirazione universale; oltre alla intelligenza prodigiosa ed al carattere adamantino, rifulse in lui un'incomparabile bontà, onde la nobilissima figura emerge meritamente fra le più luminose del suo tempo.

Alla fine della seduta fu approvato per acclamazione l'invio del seguente telegramma all'Institution of Electrical Engineers di Londra:

Presidente Institution Electrical Engineers — Londra.

«Abbiamo il piacere di informarvi che questa sera il Vostro grande scienziato Faraday e la sua invenzione dell'induzione elettromagnetica sono stati commemorati dal Prof. Luigi Lombardi, Presidente del Comitato Elettrotecnico Italiano e già Presidente Generale della nostra Associazione, davanti ad una grande riunione di soci. Siamo lieti inviarVi espressione nostri amichevoli sentimenti ammi-

razione per l'opera di Faraday e dei molti altri scienziati inglesi che da Maxwell in poi hanno seguito le sue orme gloriose».

NORSA, Presidente Sezione Milano A. E. I.

L'Institution ha risposto col seguente telegramma:

«La nostra Associazione ha preso nota con molta soddisfazione e con riconoscenti ringraziamenti della commemorazione di Faraday tenuta a Milano e ricambia l'amichevole espressione di sentimenti».

PETERSON, Presidente Institution of Electrical Engineers.

* *

SEZIONI DI NAPOLI E ROMA

Organizzata dalla Sezione di Napoli e con la partecipazione di quella di Roma, ha avuto luogo il 3 maggio una gita al Vesuvio.

I soci della Sezione Romana, insieme ai quali si trovava il Presidente Generale, Prof. Bordoni con la sua gentile Signora, partiti alle 7,50 da Roma giunsero alle 11 circa alla Stazione Centrale di Napoli, dove era ad attenderli il Presidente della locale Sezione, Ing.



Brun. Alla Stazione della Circumvesuviana, dove già si trovava un numeroso gruppo di soci della Sezione di Napoli, fu distribuito un cestino con la colazione fredda e tutti i partecipanti presero posto nel treno speciale, gentilmente offerto dalla Società Anonima delle Strade Ferrate Secondarie Meridionali, che li condusse in pochi minuti a Pugliano. Quivi furono, con gentile pensiero, offerti fiori alle Signore e Signorine intervenute, e fu eseguito il gruppo fotografico sopra riprodotto.

I partecipanti divisi poscia in due gruppi, a mezzo della Ferrovia Vesuviana, il cui Direttore Ing. Pappalardo, aveva ottimamente curato ogni particolare della organizzazione, raggiunsero l'Osservatorio dove, sotto la sapiente guida del Prof. Malladra, Direttore dell'Osservatore stesso e del Prof. Signore, poterono rendersi esatto conto del funzionamento dei delicati apparecchi sismici ivi installati.

In una atmosfera di festosa cordialità ed inappuntabilmente servito all'Hôtel Eremo si svolse poi il pranzo, terminato il quale i gitanti raggiunsero a piedi il cratere. Molti dei partecipanti vollero scendere al fondo; e fu vero peccato che le avverse condizioni metereologiche rendessero non del tutto.... piacevole questa parte della interessantissima escursione.

Il ritorno si svolse con i medesimi mezzi usati all'andata; la comitiva si sciolse a Napoli alle 19 circa, ed in tutti i partecipanti rimase vivissimo il desiderio di rivedersi ancora, in analoghe manifestazioni.

I soci della Sezione Romana ripartivano in serata per la Capitale, dove giungevano alla mezzanotte circa.

* *

SEZIONE PUGLIESE.

Il giorno 25 aprile 1931-IX alle ore 18.45 si è tenuta presso la Sede della Sezione Pugliese l'Assemblea ordinaria dei Soci per discutere il seguente Ordine del giorno:

1°) Relazione del Consiglio.
2°) Bilancio Consuntivo 1930 e Preventivo 1931.
3°) Nomina di tre Consiglieri.
4°) Nomina di due Consiglieri Delegati.
5°) Nomina di due Delegati Provinciali.
6°) Nomina dei Revisori dei conti (due effettivi e due supplenti).
7°) Eventuali.

Assume la Presidenza il Presidente della Sezione Ing. Mario Battaglia, assistito dal Segretario Ing. Giovanni Marzano.

Constata la validità dell'Assemblea il Presidente dichiara aperta la seduta ed inizia lo svolgimento dell'Ordine del giorno.

1) *Relazione del Consiglio.*

Il Presidente legge la seguente relazione del Consiglio direttivo:

Egregi Consoci,

Innanzi tutto anche a nome del Consiglio ed interpretando il sentimento di Voi tutti rivolgo un mesto saluto alla memoria dei Soci della nostra Sezione mancati ai vivi.

Sig. *Ficco Michele di Arcangelo.* Nato a Terlizzi il 17 gennaio 1904, morto il 21 marzo 1931, a soli 27 anni. Socio dell'A.E.I. dal 1929. Diplomatosi Perito Tecnico Industriale nel 1927 dal R. Istituto Industriale Superiore «Ippolito Langlois» di Fermo con ottime votazioni.

Nel marzo 929 fu assunto fra il personale della Società Meridionale di Elettricità nella centrale di Timpa Grande. Nel febbraio del corrente anno, un male inesorabile lo costringeva a ritornare al suo paese nativo dove decedeva nel marzo successivo.

Sig. *Santoro Pompeo* di Ciro. Socio dell'A.E.I. dal 1929. Residente a Grottaglie. Elettricista presso la Direzione Costruzioni Navali del R. Arsenale di Taranto. Deceduto il 20 luglio 1930 in seguito a malattia all'età di anni 26.

Il Vostro Consiglio in questo primo anno di attività ha impostato e svolto un lavoro preparatorio per il migliore avvenire della nostra Sezione. Ha innanzi tutto inteso dare ad essa un carattere più ampio in quanto è destinata a svolgere la sua attività in tutta la Regione Pugliese, e pertanto mentre prima figurava come Sezione di Bari è stata impostata su più larghe basi regionali e chiamata Sezione Pugliese.

Il Vostro Consiglio con la collaborazione dei Soci ha mirato innanzi tutto ad aumentare il numero degli iscritti in tutta la regione e con compiacimento Vi informiamo che il numero dei Soci è aumentato:

in Provincia di Bari	da 100	a	114
» » » Foggia	» 10	»	13
» » » Brindisi . . .	» 10	»	12
» » » Taranto . . .	» 11	»	26
» » » Lecce	» 6	»	8
» altre Provincie è diminuito .	» 27	»	25
in totale	da 164	a	198

E' evidente come il maggior numero dei Soci consenta un più ampio respiro alla nostra Sezione sia dal punto di vista morale che dal punto di vista finanziario ed una maggiore e migliore possibilità di adempiere agli alti fini morali e culturali che la nostra Associazione si propone.

Abbiamo nel seno del nostro Consiglio costituito delle Commissioni di cui avete avuto conoscenza e l'opera di esse ha dato qualche frutto tra cui l'incremento del numero dei Soci di cui sopra.

Inoltre ai fini di render noto alle Autorità ed al pubblico l'opera degli elettrotecnici è stata presentata dal Vostro Presidente in Bari una cinematografia dei principali impianti elettrici nell'Italia Meridionale Peninsulare in genere ed in Puglia in ispecie e ci fa piacere rammentare come l'invito della nostra Sezione sia stato accolto e come la riunione sia stata onorata dalla presenza delle principali Autorità della Provincia e della Città di Bari e del concorso di elettissimo pubblico.

Conferenze interessantissime di carattere pratico sono state tenute dagli Ingg. Francesco Motti e Luigi Selmo della Spett. Società Meridionale di Elettricità e dall'Ing. Nico Cafaro della Società Generale Pugliese di Elettricità.

Quest'ultimo, come negli anni decorsi, ha svolto un corso pratico per operai elettricisti sotto gli auspici della nostra Sezione e del benemerito Ente Pugliese di Cultura Popolare.

Nello svolgimento dell'attività della nostra Sezione siamo stati aiutati, come al solito, dalla Società Generale Pugliese di Elettricità e nel decorso anno in misura notevole, specialmente nella preparazione della cinematografia di cui sopra, dalla Spett. Società Meridionale di Elettricità.

Nel decorso anno si è anche proceduto al riordinamento della nostra biblioteca che recentemente è stata arricchita da molti volumi rimessici dalla nostra Spett. Sede Centrale, nel fine di agevolare l'opera degli studiosi e la diffusione della cultura nelle materie elettrotecniche.

Negli altri campi l'attività della nostra Sezione è stata di carattere preparaotrio e ci auguriamo di raggiungere proficui risultati nell'avvenire compatibilmente con le possibilità finanziarie della nostra Sezione e semprechè sia possibile superare difficoltà di carattere contingente che talora si oppongono al nostro vivo desiderio di realizzare idee e propositi.

L'attività finanziaria della nostra Sezione vi sarà esposta dall'Egr. Ing. Rubartelli il quale presenterà alla Vostra approvazione il Bilancio Consuntivo dell'anno 1930 e il Preventivo per l'anno 1931 (l'approvazione di quest'ultimo comporta implicitamente l'approvazione delle quote di L. 70 per i soci individuali, di L. 170 per i collettivi e di L. 250 per le Società Anonime).

Nel decorso esercizio i Consiglieri Sigg. Dott. Comm. Domenico Romanazzi, Dott. Prof. Raffaele Di Fonzo e l'Ing. Emilio Polacco hanno rassegnato le loro dimissioni e con vivo rincrescimento abbiamo dovuto inchinarci alle ragioni che ci hanno privato della loro collaborazione in Consiglio e rivolgiamo a nome del Consiglio e interpretando il Vostro sentimento ad essi i nostri ringraziamenti per la loro collaborazione.

In omaggio all'art. 13 dello Statuto Sociale sono stati sorteggiati i Consiglieri Delegati alla Sede Centrale Sigg.: Ing. Emilio Polacco e Ing. Salvatore Bove.

Ai Colleghi che per le ragioni suddette cessano di far parte del Consiglio rivolgiamo anche, interpretando il Vostro pensiero, un saluto ed un ringraziamento.

In ottemperanza all'art. 24 dello Statuto l'Assemblea è chiamata ad eleggere tre Consiglieri in sostituzione dei suddetti dimissionari e ad eleggere due Consiglieri Delegati alla Sede Centrale.

Vi invitiamo infine a nominare i Revisori dei conti per il nuovo esercizio.

Il Presidente terminata la lettura apre la discussione sulla relazione del Consiglio. Nessuno chiede la parola.

2) *Bilancio Consuntivo* 1930 *e Preventivo* 1931.

Il Cassiere Ing. Angelo Rubartelli legge all'Assemblea, illustrando brevemente le varie voci e commentando opportunamente i risultati, il seguente Bilancio consuntivo dell'esercizio 1930.

Entrate :

A - Ordinarie.			
1) *Contributi Soci* :			
a) Soci individuali . N. 196 a L. 70,—	L. 13.720,—		
b) Soci collettivi :			
Enti . . . . » 9 » » 170,—	» 1.530,—		
Società Anonime » 8 » » 250,—	» 2.000,—		
c) Soci vitalizi . . » 1 » » 20,—	» 20,—		
d) Soci perpetui . . » 1 » » 125,—	» 125,—		
		L. 17.295,—	
2) *Ricupero quote arretrate* :			
a) Soci individuali . . . N. 4 a L. 70,—	L. 280,—		
b) dalla Sede Centrale accredito per socio perpetuo . . . . . . » 1 » » 25,—	» 25,—		
		» 305,—	
3) *Interessi attivi* :			
Titoli Consolidato 5% - Val. nom. L. 8000	L. 200,—		
Libretto a risparmio Comit	» 213,95		
		» 413,95	
4) *Varie* :			
Quote iscrizione esami installatori N. 10 a L. 25		» 250,—	
B - Straordinarie.			
1) *Contributi della Soc. Gen. Pugliese di Elettricità* :			
a) per la manifestazione cinematografica del 3 settembre 1930	L. 500,—		
b) per il funzionamento della Commissione esami installatori	» 100,—		
		» 600,—	
Totale Entrate		L. 18.963,95	

Uscite :

A - Ordinarie.		
1) *Contributi della Sede Centrale* :		
a) Soci individuali . N. 196 a L. 50,—	L. 9.800,—	
b) Soci collettivi . » 17 » » 150,—	» 2.550,—	
		L. 12.350,—
2) *Locali* :		
Affitto, illuminazione, riscaldamento, ecc., (offerti dalla Società Generale Pugliese di Elettricità) .		—
3) *Biblioteca* :		
4) *Amministrazione* :		
a) Personale	L. 350,—	
b) Postelegrafiche	» 411,25	
c) Cancelleria e stampati	» 411,25	
		» 998,30
5) *Manifestazioni Sezionali* :		
Conferenze, gite, ecc.		» 1.045,—
6) *Impreviste e varie.*		
a) Commissione esami installatori	L. 324,90	» 433,75
b) diverse	» 108,85	
		» 433,75
Totale Uscite		L. 14.827,05
Avanzo Esercizio 1930		» 4.136,90
Totale		L. 18.963,95

Prima che venga sottoposto all'Assemblea il Preventivo per il 1931 il Presidente a nome del Consiglio propone all'Assemblea che le quote sociali, che sono l'elemento fondamentale delle attività dell'esercizio, vengano stabilite come per lo scorso esercizio e cioè L. 70 per i Soci individuali, L. 170 per i soci collettivi (escluse le Società Anonime) e L. 250 per le Società Anonime. Nessuno chiede la parola e la proposta del Presidente risulta approvata all'unanimità.

Indi il Cassiere Ing. Angelo Rubartelli legge all'Assemblea, chiarendo brevemente le varie partite il seguente bilancio preventivo per l'esercizio 1931.

Entrate :

A - Ordinarie.		
1) *Contributi Soci* :		
a) Soci individuali . N. 208 a L. 70,—	L. 14.560,—	
b) Soci collettivi :		
Enti . . . . » 8 » » 170,—	» 1.360,—	
Società Anonime » 4 » » 250,—	» 1.000,—	
c) Soci vitalizi . . » 1 » » 20,—	» 20,—	
d) Soci perpetui . » 1 » » 125,—	» 125,—	
		L. 17.065,—
2) *Interessi attivi*		» 500,—
3) *Varie* :		
quote inscrizione esami installatori N. 10 a L. 25,—		» 250,—
Totale Entrate		L. 17.815,—

Uscite :

A - Ordinarie.		
1) *Contributi alla Sede Centrale* :		
a) Soci individuali . N. 208 a L. 50,—	L. 10.400,—	
b) Soci collettivi . » 12 » » 150,—	» 1.800,—	
		L. 12.200,—
2) *Locali* :		
Affitti, illuminazione, riscaldamento, ecc., (offerti dalla Società Generale Pugliese di Elettricità) .		—
3) *Biblioteca* (rilegatura)		» 200,—
4) *Amministrazione* :		
a) Personale	L. 500,—	
b) Postelegrafiche	» 400,—	
c) Cancelleria e stampati	» 600,—	
		» 1.500,—
5) *Manifestazioni Sezionali* :		
Conferenze, gite, ecc.		» 1.000,—
6) *Impreviste e varie*		» 300,—
Totale Uscite		L. 15.200,—
Avanzo previsto		» 2.615,—
Totale		L. 17.815,—

Terminata la lettura il Presidente mette ai voti l'approvazione del Bilancio consuntivo 1930 e preventivo 1931 che dopo prova e controprova risultano approvati all'unanimità.

3 - 4 - 6) *Nomina di tre Consiglieri. - Nomina di due Consiglieri delegati - Nomina dei Revisori dei Conti* (due effettivi e due supplenti).

I Presidente invita l'Assemblea a nominare i tre Consiglieri ed i due Consiglieri Delegati alla Sede Centrale che, come ha già comunicato all'Assemblea in Sede di Relazione del Consiglio, risultano rispettivamente dimissionari e sorteggiati; invita inoltre l'Assemblea a nominare a norma dell'Art. 36 del Regolamento interno, i Revisori dei conti effettivi e supplenti per l'esercizio 1931.

Il Socio Ing. Angelo Centonze a nome anche di altri Soci propone i seguenti nomi:

Consiglieri : Bove Ing. Salvatore - Rizzi Ing. Comm. Vincenzo - Staiano Ing. Luigi.

Consiglieri Delegati alla Sede Centrale : Postiglione On. Ing. Comm. Gaetano - Ascoli Ing. Cav. Mario.

Revisori effettivi : Chieco Comm. Dott. Rodolfo - Canaletti Dott. Rag. Giacomo.

Revisori supplenti : Sallustio Dott. Giacomo - Paolillo Rag. Francesco.

Il Presidente mette ai voti la proposta del Socio Ing. Angelo Centonze, che dopo prova e controprova risulta approvata all'unanimità.

Pertanto il Consiglio per l'esercizio 1931 rimane così costituito:

Presidente : Battaglia Ing. Mario.

Vice-Presidente : Celentano Ungaro Ing. Cav. Pietro.

Segretario : Marzano Ing. Giovanni.

Cassiere : Rubartelli Ing. Angelo.

Consiglieri : Alloisio Ing. Cav. Eugenio - Bove Ing. Salvatore - Cafaro Ing. Nico - Squicciarini Ing. Domenico - Rizzi Ing. Comm. Vincenzo - Staiano Ing. Luigi.

Consiglieri Delegati alla Sede Centrale : Ascoli Ing. Cav. Mario - Lucifero Ing. Carlo - Uva Ing. Giacinto - Postiglione On. Ing. Comm. Gaetano.

5) *Nomina di due Delegati provinciali.*

Il Presidente invita l'Assemblea a ratificare la nomina di due Delegati Provinciali per Taranto e per Brindisi nelle persone dei Soci Sigg. Ing. Angelo Rubartelli per Taranto e Ing. Giuseppe Giuliano per Brindisi in sostituzione rispettivamente dell'Ing. Carlo Lucifero e dell'Ing. Vito Ambrosi trasferitisi a Bari per ragioni del loro ufficio. L'Assemblea ratifica.

7) *Eventuali.*

Il Presidente invita i Soci a prendere la parola per eventuali comunicazioni o proposte e poichè nessuno chiede la parola dichiara esau-

rito l'Ordine del giorno, e dichiara chiusa l'Assemblea alle ore 19,30.

Prima di togliere la seduta il Presidente presenta l'Ing. Stefano Brun, Presidente della Sezione di Napoli dell'A.E.I. e Consigliere Delegato della Società Generale Elettrica Napoletana, che ha cortesemente accettato l'invito di tenere una conferenza ai soci della Sezione Pugliese, e dopo avere pregato l'Ing. Brun di portare ai Consoci della Sezione di Napoli il saluto della Sezione Pugliese gli cede la parola.

L'Ing. **Brun** che parlò su: «**Cenni sulla distribuzione e vendita dell'energia elettrica con particolare riferimento ai grandi centri**», dopo aver portato ai consoci della Sezione Pugliese dell'A. E. I. il saluto della Sezione di Napoli, ha rapidamente passato in rassegna i sistemi di distribuzione dell'energia elettrica già usati, quelli in uso e quelli adottati recentemente nelle più importanti metropoli americane e non ancora introdotti in Europa.

La conferenza, ricca di notizie pratiche ed illustrate da diagrammi e proiezioni, ha interessato i presenti in quanto che molti dati sono sconosciuti anche ai cultori della elettrotecnica, e poi perchè ha riportato delle cifre riguardanti in particolar modo la città di Napoli, centro più popoloso dell'Italia, dove il problema della distribuzione e vendita della energia elettrica ha assunto notevolissima importanza: basti dire che in quest'ultimo periodo è stato costruito in quella città per conto del Comune un nuovo impianto di illuminazione pubblica con una spesa di circa L. 30.000.000 e si sono venduti nel 1930 kWh 220.000.000 di energia elettrica, contro cui sta un investimento patrimoniale di circa mezzo miliardo di lire.

Notevoli sono stati anche i riferimenti agli impianti di Roma e di Torino che hanno dato una idea dei costi di distribuzione sia come patrimonio, sia come esercizio.

Il Conferenziere ha chiuso il suo dire formulando il più vivo augurio per lo sviluppo della distribuzione della energia idroelettrica nella regione Pugliese, ora che ne esiste la possibilità grazie ai modernissimi impianti costruiti dalla Società Generale Pugliese di Elettricità e facenti capo a quelli di produzione e trasporto della Società Meridionale di Elettricità e della Società per le Forze Idrauliche della Sila. Egli ha ricordato che il grado di sviluppo nell'uso dell'energia è l'indice del progresso della Regione come risulta da quanto si verifica nelle Nazioni più progredite.

Il Conferenziere è stato spesso interrotto da segni di approvazione e di consenso ed alla fine salutato da un lungo vibrante applauso.

* *

SEZIONE DI ROMA

La sera del 22 maggio 1931, nella Sala della Sezione di Roma dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, S. E. il Prof. **Enrico Fermi**, Accademico d'Italia, ha tenuto una conferenza sopra la «**Conduttività elettrica dei metalli**».

Fra i presenti era il Presidente Generale, Gr. Uff. Dr. Ing. Ugo Bordoni.

Il Presidente, Dott. Ing. Urbinati nel presentare il Conferenziere gli ha partecipato il saluto ed i ringraziamenti a nome della Sezione, dandogli senz'altro la parola.

Il Prof. Fermi, con limpida esposizione, ha illustrato le moderne teorie sulla corrente elettrica, confrontandola colle teorie che in un recente passato ebbero maggior credito, ma che ora sono da ritenersi sorpassate. E' noto che il Prof. Fermi ha portato ai moderni studi della Fisica, e in particolare della costituzione e del funzionamento della corrente elettrica, un poderoso contributo; e nel quadro riassuntivo delle recenti teorie, che il Fermi con tanta efficacia ha esposto, senza per altro mai far cenno personale, non poca parte spetta a lui.

Il Conferenziere ha accennato che già da molto tempo si è riconosciuto che il passaggio della corrente elettrica in un elettrolito o in un gas è determinato da un migrazione di ioni dei due segni opposti che avviene sotto l'azione di una forza elettrica. Più discussa è stata invece la questione di decidere quali siano i corpuscoli che trasportano l'elettricità nell'interno di un metallo. Oggi si ritiene che gli unici corpuscoli che trasportano la corrente metallica siano gli elettroni; questi formerebbero nell'interno del metallo una specie di gas che riempie gli interstizi nel reticolato di ioni positivi che costituisce l'impalcatura del metallo.

Lo studio delle conseguenze di questa ipotesi ha dimostrato tuttavia che se a questo gas di elettroni si applicano le ordinarie leggi classiche del gas si ottengono dei risultati che, pur permettendo una grossolana interpretazione qualitativa di un certo numero di fenomeni, si trovano però in netta contraddizione con parecchi altri. Recentemente è stato possibile eliminare almeno i più grossi di questi inconvenienti applicando anche al gas di elettroni i concetti quantistici. Le conseguenze della teoria dei quanti, praticamente insensibili per un gas in condizioni ordinarie, sono invece assai importanti per il gas di elettroni, data la piccolissima massa di questi. Con le teorie quantistiche si è ottenuta una spiegazione soddisfacente della dipendenza della resistenza elettrica dalla temperatura, dell'effetto di Hall, del calore specifico dei metalli, ecc. Un solo importante fenomeno resta ancora inspiegato completamente: la sopraconduzione, cioè la proprietà che hanno quasi tutti i metalli di perdere ogni traccia di resistenza elettrica a temperature dell'ordine di grandezza di due o tre gradi assoluti.

Questa proprietà inspiegata, che le ultime esperienze fanno ritenere assai più generale di quanto non si ritenesse qualche tempo fa, ci mostra che lo schema che attualmente ci siamo formati per renderci conto delle proprietà elettriche dei metalli, pur contenendo quasi certamente importanti elementi di verità dovrà ancora venir riveduto, forse in modo abbastanza profondo, prima che lo si possa veramente ritenere soddisfacente.

Alla fine della conferenza, che fu ascoltata con intenso interesse e che fu molto applaudita, il Conferenziere rimase ancora lungamente nella Sala, per ascoltare e per rispondere ai molti quesiti postigli dai suoi ascoltatori.

*

Domenica 24 maggio, per gentile invito della Direzione Generale delle FF. SS., i soci di questa Sezione visitarono la sottostazione ambulante di trasformazione e conversione da 66.000 volt a 3000 volt corrente continua, della potenza di circa 2200 kW, destinata alla linea Napoli-Benevento-Foggia.

Tale stazione ambulante anche di conversione, ideata e studiata dalla Direzione Generale FF. SS., e costruita dal Tecnomasio Italiano Brown Boveri, è particolarmente interessante per essere la prima costruzione di tal genere.

L'Ing. Virgili, delle FF. SS., riassunse agli intervenuti, fra i quali era il Presidente Generale Prof. Bordoni, le caratteristiche della stazione ambulante, le difficoltà costruttive incontrate e superate, ed i vantaggi che l'Amministrazione Ferroviaria si attende da tale tipo di stazioni.

Gli intervenuti, che seguirono con vivo interesse la esauriente esposizione dell'Ing. Virgili, espressero il loro vivo compiacimento per la bella costruzione e si soffermarono lungamente a visitarla con particolare attenzione.

* *

SEZIONE DI TORINO.

Riunione dei soci del 12 *maggio* 1931. — La seduta si apre alle ore 21,15 sotto la Presidenza dell'Ing. Guido peri che presenta il conferenziere Ing. **Edoardo Piazza**, ringraziandolo di avere accolto l'invito di ripetere per i Soci di Torino l'interessante comunicazione sul tema: «**Recenti progressi nel campo della trazione elettrica**» già tenuta nello scorso mese di aprile presso la Sezione di Roma.

L'oratore divide la sua relazione in due parti.

Nella prima tratta dei moderni equipaggiamenti di comando per la trazione tramviaria e filoviaria.

Dopo aver fatto una distinzione tra comandi diretti ed indiretti, descrive i controller normali di piattaforma ed illustra le varie migliorie recentemente conseguite, con particolare riguardo all'adozione dell'interruttore di linea a comando indiretto.

Distingue i comandi indiretti in automatici e non automatici, e nei riguardi dell'azionamento li suddivide in elettropneumatici, elettromagnetici e misti. Descrive il comando automatico pneumatico P O, applicato nei servizi a treni misti di automotrici e rimorchiate, ed il comando magnetico M, impiegato particolarmente nelle vetture filoviarie con manovra a pedale.

Nei servizi tramviari delle grandi città si tende ad aumentare le velocità commerciali; si è perciò studiato il sistema di comando P C M che rende possibili altissime accelerazioni di avviamento, da 1,2 a 2 metri/sec.

Nella seconda parte della comunicazione l'oratore parla della filovia come mezzo di trasporto per le masse. Richiama brevemente la storia della filovia dai primi tentativi, che risalgono al principio del secolo, fino ai più moderni impianti d'Europa e d'America.

Basandosi sui dati delle esperienze fatte in America, dimostra che il costo di esercizio delle filovie è notevolmente inferiore a quello delle tranvie e degli autobus. Descrive infine ampiamente tutti i più recenti perfezionamenti apportati agli impianti e alle vetture filoviarie, soffermandosi particolarmente sulle apparecchiature per le linee di contatto, sui tipi speciali di motori adottati, sui sistemi di protezione contro eventuale messa in tensione della massa della vettura, sulla adozione della frenatura pneumatica.

Chiudendo l'interessante conferenza, vivamente applaudita dal numeroso uditorio, nel quale vi erano i più noti e valenti tecnici torinesi nel campo della trazione tramviaria, l'oratore tributa un caloroso elogio alla Direzione dell'Azienda Tramvie Municipali di Torino, che per prima in Italia ha voluto esperimentare i nuovi sistemi di comando, e che nella trazione filoviaria ha saputo portarsi in prima linea con la linea Ponte del Gatto-Cavoretto, che viene ampiamente illustrata con proiezioni fisse e cinematografiche.

.. .. ATTIVITÀ DELLE SEZIONI .. ..

SEZIONE DI TRIESTE (Via Mazzini, 30).

27, 28 e 29 Giugno. — Gita tecnico-turistica alla centrale idroelettrica di Cardano.

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.*

(I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 5 Luglio 1931 - ANNO IX N. 19

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La trasmissione a distanza delle misure.

La tecnica delle misure elettriche industriali pareva ormai giunta ad un periodo di assetto definitivo: poco o nulla più da trovare di nuovo ed aperte solo le vie a quei piccoli perfezionamenti di dettaglio che del progresso costituiscono la parte meno appariscente se anche è, spesso, la più faticosa. Due fatti nuovi sono invece venuti, in questi ultimi anni, a riportarla in pieno periodo di evoluzione. Il primo è costituito dalla possibilità offerta dalle valvole termoioniche che dal campo della radiotecnica sono da tempo penetrate in quello della grande elettrotecnica. La penetrazione è ancora lenta e poco avvertita, in ragione soprattutto delle opposizioni che le derivano dalla mentalità della maggior parte degli ingegneri, fattasi sui procedimenti ordinari di misura; ma non vi sarebbe da stupirsi se fra non molti anni le posizioni fossero completamente rovesciate. L'altro fatto è rappresentato dalle misure a distanza. Esempi sporadici di trasmissione e di totalizzazione a distanza delle misure risalgono ormai ad una quindicina di anni, ma solo in questi ultimi tempi il problema ha avuto il suo grande sviluppo, cosicchè assistiamo ad una vera fioritura di metodi e procedimenti svariatissimi che aprono alla loro volta il campo a nuove e svariatissime possibilità. Prescindendo da una interessante comunicazione dell'Ing. Usigli alla Sezione di Milano, che non potè essere pubblicata, l'argomento è stato parzialmente trattato dai colleghi Barbagelata e Dalla Verde al Congresso di Trieste, e *L'Elettrotecnica* ha recentemente pubblicato scritti dell'Ing. Colonna e del Prof. Sartori, relativi a due particolari soluzioni del problema.

Oggi è la volta dell'Ing. SELMO che, in una comunicazione alla Sezione di Napoli, fa una larga rassegna dei principali sistemi oggi proposti o già in uso, classificandoli in tre grandi categorie.

Dallo scritto del Selmo, come dai numerosi articoli comparsi più o meno recentemente sulla stampa estera, si trae la sensazione che il problema sia in pieno periodo di evoluzione e che solo fra qualche anno i risultati dell'esperienza potranno far sentire la loro azione chiarificatrice sfrondando il terreno da tutte le inutili complicazioni ed assegnando la palma ai procedimenti veramente migliori. E si sente il bisogno di un lavoro di inquadramento e di coordinazione dei numerosissimi metodi che consenta di suddividerli, di classificarli, di definirli in un modo un po' più razionale di quanto abbiano finora fatto i principali autori che, all'estero, si sono occupati della questione. Nell'attesa di un simile lavoro che precisi un po' meglio anche la nomenclatura dell'argomento, possiamo essere grati al collega Selmo che, con la consueta chiarezza, porta oggi a conoscenza dei nostri lettori parecchi di quei sistemi ad impulsi dei quali *L'Elettrotecnica* non ha ancora avuto occasione di occuparsi attraverso gli scritti su ricordati.

Il centenario della scoperta di Faraday.

Ricorre quest'estate il centenario della scoperta dell'induzione elettromagnetica dovuta al Faraday ed i colleghi inglesi si apprestano a celebrare come si conviene la ricorrenza nel prossimo settembre. Come già fu detto, la nostra Associazione sarà degnamente rappresentata a quella celebrazione di cui non mancheremo di dare, a suo tempo, ampia notizia ai nostri lettori. Intanto però la ricorrenza ha già avuto degno rilievo in vari Paesi, e fra gli altri, nel nostro, ad opera del Prof. LOMBARDI che la sera del 20 aprile u. s., in occasione del Consiglio Generale, rievocò nobilmente, nella sede della Sezione di Milano, la figura e l'opera del grande fisico inglese.

Con la vita febbrile che tutti viviamo, con la quale spesso non si riesce neppure a leggere quegli scritti di carattere tecnico che più ci riguardano, ben poco tempo rimane per le letture « inutili ». Pur tuttavia è indubitabile che il nostro spirito sente spesso bisogno di riposarsi con tali letture, perchè proprio nelle cosidette cose inutili esso trova sovente le maggiori fonti di compiacimento. Siamo quindi certi che il testo della conferenza del Prof. Lombardi sarà letto da tutti col più grande piacere; ed in particolare dai giovani che più hanno sofferto — se è lecito dire — dalla tendenza necessariamente sempre più utilitaria assunta dall'insegnamento e che si sentiranno trasportati col pensiero a quei tempi « eroici », quando tutto era da scoprire o da inventare ed i grandi uomini che hanno fondata l'elettrotecnica si aprivano faticosamente il cammino attraverso l'ignoto.

Valutazione della reattanza interna degli alternatori.

Del modo di valutare o di misurare la cosidetta « reattanza interna » degli alternatori si discute da almeno trent'anni, da quando, cioè, si è cominciato a costruire e ad usare gli alternatori stessi. Forse perchè tale reattanza, più che un'entità fisica ben definita, è la conseguenza di una astrazione semplificatrice immaginata per rendere in un certo senso più tangibili i fenomeni che hanno luogo nell'interno della macchina. Sull'argomento torna oggi il Prof. REBORA che con il consueto spirito pratico nutrito da tanti anni di continuo contatto con le macchine, stabilisce una semplice formula per la valutazione della reattanza interna desumendo dall'esperienza il valore numerico del coefficiente destinato a tener conto di tutti gli imponderabili del problema. E la documentazione sperimentale è, come sempre nei lavori del Rebora, il frutto prezioso di osservazioni pazientemente raccolte in molti anni di esperienza.

Le sovratensioni e l'isolamento delle linee.

E' noto con quanto fervore di studi e con quanta ricchezza di mezzi sperimentali i grandi laboratori di elettrotecnica si siano dati in questi ultimi anni allo studio delle sovratensioni sulle linee di trasmissione e del problema del coordinamento del grado di isolamento delle varie parti di un impianto per realizzare la più efficace protezione complessiva.

I risultati raggiunti sono molto promettenti ed hanno già permesso di passare ad interessanti applicazioni. Si tratta tuttavia di studi ancora in corso e di un ramo della tecnica in rapida evoluzione.

Per questa ragione crediamo riesca utile ed interessante l'articolo dovuto alla cortese collaborazione del PEEK il cui nome è da tanti anni legato agli studi sulle alte tensioni. Lo scritto, se anche non contiene molte notizie di assoluta novità, costituisce una opportuna messa a punto sintetica e completa.

LA REDAZIONE.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

LA TRASMISSIONE DI MISURE A DISTANZA

L. SELMO

AEI Comunicazione alla Sezione di Napoli - 20 febbraio 1931.

L'Autore classifica i sistemi di trasmissione di misura a distanza, in tre grandi categorie; per ogni categoria descrive il principio e alcune applicazioni pratiche, ed infine fa un paragone tecnico dei diversi sistemi in uso.

Con l'ingrandire degli impianti elettrici e più ancora con il raggruppamento di impianti diversi è sorta la necessità di un centro destinato ad avere funzioni di controllo o di comando ed allora si è resa indispensabile la soluzione del problema di trasmettere a distanza le indicazioni di talune grandezze caratteristiche misurate in località diverse.

Le applicazioni delle misure a distanza sono utili quando si vuole controllare l'opera di personale stabile dislocato in vari punti dell'impianto o in vari impianti, come ad esempio quando si vuol controllare l'opera dei fuochisti in sala caldaie, dei macchinisti in sala macchine, degli elettricisti di diverse centrali, ecc., e sono addirittura indispensabili quando ai fini dell'esercizio interessa sorvegliare o comunque conoscere con continuità quei dati la cui misura è da effettuarsi in centri nei quali non si voglia tenere del personale stabile, come ad esempio: misura di livelli di bacini e serbatoi, misure elettriche di centrali automatiche, ecc.

Con vantaggi economici si può anche usare la trasmissione di misure a distanza nelle grandi stazioni di commutazione e nelle cabine all'aperto, disponendo l'insieme trasmettitore in vicinanza dei riduttori di misura e il complesso ricevitore al quadro di manovra. Con le installazioni moderne la lunghezza dei cavetti era talvolta tanto grande che da un lato si è pensato di ricorrere a sezioni molto forti (fino a $25 \div 30$ mm²) per evitare ai riduttori un eccessivo carico in VA, e d'altro lato per ridurre le sezioni ad un quinto si è manifestata la tendenza a costruire riduttori di corrente con 1 amp. al secondario.

Col sistema di trasmissione a distanza si ottiene economia tanto sul numero come sulle sezioni di collegamento fra trasformatori e strumenti indicatori e per citare un solo esempio di questi vantaggi dirò che mentre con il sistema normale una comune misura wattometrica richiede sei fili, con la trasmissione a distanza per lo stesso scopo ne bastano due se non addirittura uno solo.

Il problema della trasmissione delle misure a distanza è strettamente connesso al problema delle linee su cui avviene questa trasmissione ed è il più delle volte in relazione alle linee di trasmissione dell'energia elettrica sia perchè queste ultime si vogliono sorvegliare con la conoscenza, attraverso indicazioni a distanza, della potenza o della intensità o della tensione in determinati punti, sia per le influenze che la rete di trasporto o di distribuzione di energia può esercitare sulla linea lungo la quale si trasmettono le indicazioni.

Nel dettaglio di queste influenze non è il caso di entrare perchè si andrebbe lontani dallo scopo di questa relazione la quale vuole solo riassumere quali sono i sistemi che si contendono il campo delle misure a distanza: mi basta averne accennato perchè le condizioni diverse, nelle quali si trova la linea lungo cui avviene la trasmissione, possono far preferire un sistema ad un altro.

La tecnica delle misure trasmesse a distanza è abbastanza progredita ma i vari sistemi in uso sono classificabili in tre grandi categorie:

1) Sistemi a variazione di resistenza.
2) Sistemi a variazione di tensione.
3) Sistemi ad impulsi.

Per ognuno di questi sistemi esporrò anzitutto il principio e poi accennerò anche qualcuno dei modi con cui ne è stata fatta la pratica applicazione.

Il primo sistema è sostanzialmente il più evidente, fig. 1. Una sorgente di forza elettromotrice costante alimenta un circuito costituito da una resistenza variabile R e da una f. e. m. costante E, da una linea di trasmissione L e da un apparecchio A sensibile alle correnti che circolano nel circuito e che dipendono evidentemente dal valore della resistenza elettrica R. Il cursore mobile di questa essendo posto sotto il comando della grandezza da misurare, ad ogni grandezza di questa corrisponde una posizione del cursore e quindi una corrente nell'apparecchio A.

Questo sistema si presta specialmente alla trasmissione di misure idriche e di tutte quelle grandezze che agiscono con coppie rilevanti perchè in genere la manovra diretta della resistenza richiede sempre uno sforzo notevole.

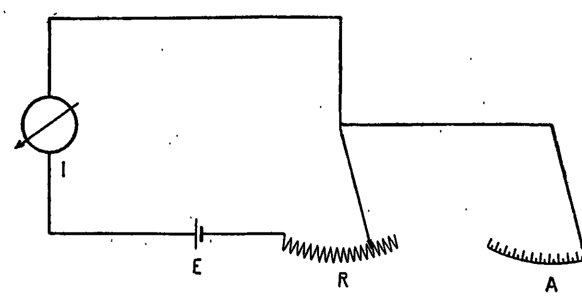


Fig. 1.

Il sistema, che ho così brevemente descritto, può subire un grande numero di variazioni o modifiche nel senso che la corrente adottata può essere sia continua sia alternata e nel senso ancora che per quest'ultima la resistenza ohmica può essere sostituita da una induttanza variabile, ad esempio a nucleo di ferro mobile la cui posizione si può far dipendere dalla grandezza da misurare.

L'applicazione pratica, che ne ha fatto la Ditta « Hartmann e Braun » e che è indicata in fig. 2, mi sembra un esempio classico di questo tipo di trasmissione a distanza.

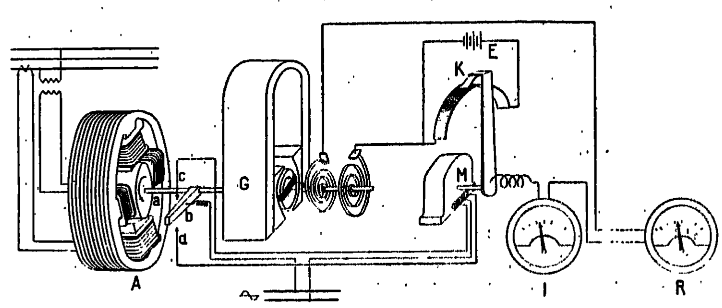


Fig. 2.

L'asse dello strumento A misuratore della grandezza, il cui valore è da trasmettere, porta un'asticciuola b, a mezzo della quale uno dei capi di una f. e. m. alternativa può chiudersi su uno dei contatti c - d. L'apparecchio G è uno strumento a bobina mobile e magnete permanente, la cui bobina è attraversata da una corrente regolata come vedremo. La coppia di G è opposta a quella di A e in posizione di equilibrio l'asticciuola b non tocca nè c nè d. Quando una variazione di carico fa toccare b con c oppure con d incomincia a funzionare il motorino M in un senso o nell'altro e questo motorino fa variare la posizione del contatto mobile K nel potenziometro alimentato dalla f.e.m. continua E. Variando così la porzione di potenziometro inserita nel circuito dello strumento G, varierà la corrente in questo circolante e quindi la coppia fino al ristabilirsi del nuovo equilibrio. La variazione della corrente è segnata sia dallo strumento I in partenza che da quello R ricevitore ed è evidentemente legata da semplice proporzionalità alla coppia di A, cioè alla grandezza da misurare.

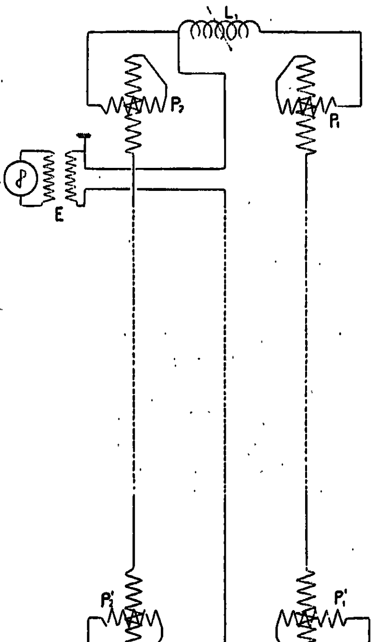


Fig. 3.

Anche interessante è il funzionamento del trasmettitore che 2 note Case italiane, la « C.G.S. » e la «Arcioni» costruiscono, salvo piccole differenze di dettaglio, sullo stesso principio indicato nello schema (fig. 3).

Variando il carico nel centro produttore, varia la induttanza L_1 inserita nel circuito di un ponte P_1' di un wattmetro ricevitore R. In questo circuito è inserita anche una d. d. p. alternata e pertanto P_1'

ha una certa coppia che sarà equilibrata da quella del ponte P_2 solo quando il relais del wattmetro R avrà variato la L_2 in modo che la coppia di P'_1 sia uguale a quella di P_2'. In tale variazione si muovono anche la penna del registratore e l'indice dell'indicatore. Le resistenze R_1 e R_2 servono ad un aggiustaggio iniziale dell'apparecchio.

Uno di questi apparecchi C. G. S. è in funzione a Napoli per trasmettere al centro di Poggioreale le indicazioni della totalizzazione di potenza erogata dalla centrale Capuano, mentre un apparecchio Arcioni è in funzione in Sila per trasmettere alla centrale di Timpagrande le indicazioni della totalizzazione di potenza erogata dalla centrale primo Salto Ampollino.

Un'altra applicazione del sistema di trasmissione a distanza a variazione di resistenza o induttanza la abbiamo alla centrale Capuano per trasmettere i risultati della misura di portata di acqua o di vapore effettuata col tubo Venturi. L'apparecchio fornito dalla Siemens consiste in due recipienti in parte riempiti di mercurio, disposti uno dentro l'altro e comunicanti fra loro per mezzo di un lungo tubo. L'apparecchio corrisponde, per il suo funzionamento, ad un manometro differenziale, sulle cui colonne di mercurio agisce la differenza di pressione di volta in volta provocata dal tubo Venturi. Su uno dei due specchi di mercurio riposa un galleggiante, la cui asta porta superiormente un nucleo di ferro che può muoversi entro un tubo di argentana disposto fra i poli di un elettromagnete. I movimenti del galleggiante provocano nel sistema di bobine dell'elettromagnete una corrente indotta, la cui intensità dipende dalla posizione che il nucleo assume nel campo magnetico generato. Questa corrente indotta serve ad azionare il registratore indicatore e il contatore a distanza.

In seguito la Siemens ha modificato e perfezionato questo sistema ricorrendo all'uso di un tubo di vetro circolare riempito per metà di mercurio e per metà di idrogeno a bassa pressione. Nell'interno del tubo vi è una spirale in lega di platino con gli estremi collegati a due conduttori, che sono alimentati da una f. e. m. costante e le cui entrate nel tubo sono diametralmente opposte. Il tubo è montato su un asse concentricamente a un disco il quale gira al muoversi dell'indice di un manometro indicatore. Col variare della posizione dell'indice dell'apparecchio indicatore, anche il tubo di vetro assume posizioni diverse e la spirale resta totalmente o parzialmente annegata nel mercurio oppure ne è completamente libera: si ha di conseguenza nel circuito trasmettitore una variazione di resistenza e una variazione di corrente, la quale è segnalata dall'apparecchio ricevitore che a volontà può essere indicatore o registratore.

Come altro esempio del primo sistema a variazione di resistenza voglio citare il sistema a compensazione dell'A. E. G., il cui schema risulta dalla fig. 4.

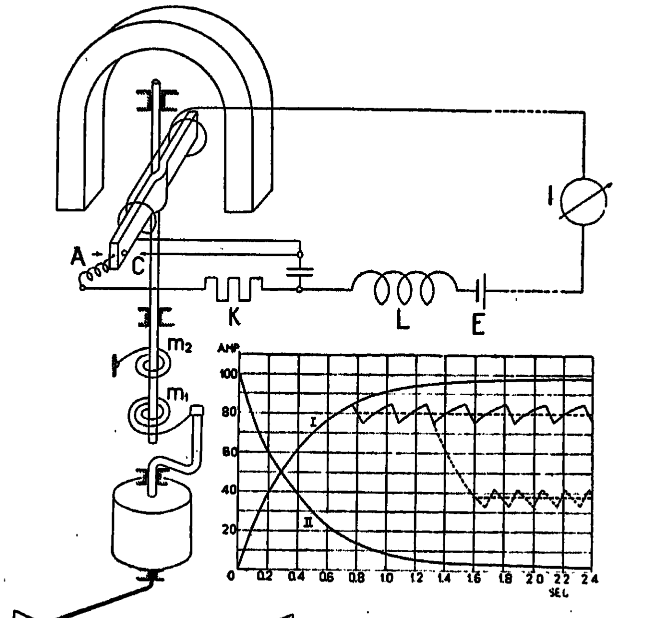


Fig. 4.

L'indice dell'apparecchio, che nel centro trasmettitore segnala o registra la grandezza da misurare, mediante la molla m_1 fa rotare un albero che porta un relais polarizzato, la cui ancora nella posizione neutra giace nel piano di simmetria del magnete e può subire deviazioni limitate a sinistra da un arresto e a destra da un contatto C. La corrente che circola nell'avvolgimento del relais genera un momento di rotazione che tende ad aprire il contatto C mentre le due molle m_1 e m_2 tendono a chiuderlo. A seconda che il contatto C è aperto o chiuso la resistenza è inserita o esclusa e quindi nel circuito di misura a distanza varia la corrente la quale è segnalata al centro ricevitore da un normale apparecchio I a bobina mobile, in generale un milliamperometro.

Fin qui dunque niente di nuovo rispetto allo schema generale e ad altre forme di costruzione già descritte: la novità di questo sistema a compensazione consiste nel ritardo della variazione di corrente ottenuto a mezzo dell'inserzione in circuito della self L ad alta induttività, la quale fa sì che a contatto C chiuso la corrente aumenti secondo la curva I ed a contatto C aperto diminuisca secondo la curva II.

Quando il valore da misurare è costante o oscilla di poco, il contatto C seguita ad aprire e chiudere, comportandosi come un regolatore rapido, la corrente del circuito di misura a distanza segue un decorso come indicato in figura e il milliamperometro ricevitore segna un valore medio; quando la variazione del valore da misurare è notevole e lunga, il contatto C resta chiuso o aperto fino al raggiungimento del nuovo valore della corrente di trasmissione, intorno al quale ricominciano le oscillazioni.

Nella categoria dei sistemi a variazione di induttanza si può far rientrare anche il sistema Selsyn della G. E. C. costituito da due motori sincroni, di cui il trasmettitore funziona da generatore e il ricevitore da motore. Gli avvolgimenti dei rotori sono connessi a un'unica sorgente monofase di eccitazione mentre gli avvolgimenti degli statori sono connessi tra di loro.

Quando i due motori sono in posizioni esattamente corrispondenti i voltaggi indotti negli statori sono uguali ed opposti e nessuna corrente circola in essi. Se invece il rotore del trasmettitore viene mosso in corrispondenza di una variazione della grandezza da misurare, i voltaggi indotti negli statori non sono più uguali ed opposti e la corrente che in conseguenza circola negli avvolgimenti degli statori genera una coppia in ambedue i rotori. Ma quello del trasmettitore è mantenuto fisso dalla lancetta dello strumento che indica la grandezza da misurare e quello del rotore si muoverà fino a raggiungere la nuova posizione la quale ristabilisce l'equilibrio e serve a dare l'indicazione voluta.

Questo sistema richiede una linea a tre fili.

Esso permette la successione delle indicazioni di diverse grandezze, purchè al trasmettitore venga connesso un selettore. Anche la totalizzazione di due grandezze può ottenersi ma per ciò occorrono due generatori trasmettitori ed un motore ricevitore differenziale il cui rotore girerà di un angolo uguale alla differenza degli angoli di cui hanno girato i rotori dèi trasmettitori.

Tutte queste applicazioni molto ingegnose, che abbiamo esaminato, mostrano come il sistema della fig. 1 così semplice in teoria diventi alquanto complesso quando si va ad effettuarlo in pratica.

Passiamo ora al secondo sistema a variazione di tensione il quale si basa sul principio di generare una tensione legata alla grandezza da misurare da un'unica relazione e di inviare questa tensione, mediante opportuna linea, alla stazione ricevente dove uno strumento indicatore o registratore la riceve e la segnala. La legge che lega fra loro la grandezza da misurare, la tensione generata e la deviazione dello strumento ricevitore è quella di semplice proporzionalità, ma potrebbe anche essere una legge qualunque, però in tal caso bisognerà provvedere volta a volta a stabilire una scala.

Un esempio di questo tipo di trasmissione si ha nel sistema « Telewatt » della Casa « Aron » nel quale un trasmettitore ruota con velocità legata alla quantità da misurare da una legge univoca. Sul medesimo asse del trasmettitore è collegato un generatore ultrasensibile di corrente continua, che genera tensione dipendente dalla velocità. Il trasmettitore è studiato in modo che la legge sopra accennata è esattamente di proporzionalità ed è costituito dall'equipaggio di un contatore a coppia molto elevata, che può inserirsi, con appropriati schemi ed avvolgimenti, sia per la misura di potenza attiva, come per quella di potenza reattiva, corrente, tensione, ecc. La trasmissione può effettuarsi normalmente su condutture tipo telefonico. Gli apparecchi ricevitori sono dei comuni strumenti a bobina mobile e magnete permanente, del tipo galvanometro, che vanno in fondo scala per correnti dell'ordine di 1 milliampere.

Per la totalizzazione il sistema Telewatt è molto semplice perchè basta porre in serie le varie tensioni generate dai singoli generatori ad anche applicare un generatore ad un apparecchio che abbia già per suo conto totalizzato in partenza tutte le quantità che si vogliono sommare.

Anche l'indicazione in caso che la grandezza da trasmettere abbia due sensi (potenza su reti di interconnessione) è facilmente ottenuta mediante strumenti ricevitori a zero centrale e strumenti trasmettitori che possano marciare nei due sensi.

Un altro esempio del sistema a variazione di tensione lo troviamo applicato alla centrale Capuano per la trasmissione a distanza delle misurazioni di temperature nelle caldaie fatte a mezzo di termometri a termocoppie. Il giunto caldo della termocoppia è installato nell'am-

biente da misurare, gli estremi del giunto freddo sono collegati ad una linea i cui estremi fanno capo ad un millivoltmetro a bobina mobile e magnete permanente, sensibile alla f. e. m. che si genera nel circuito quando si scalda il giunto caldo e che è proporzionale alla differenza di temperatura fra il giunto caldo e il giunto freddo. I conduttori, che costituiscono la linea di trasmissione, sono in rame isolato, hanno una resistenza stabilita e devono essere sistemati in modo da non subire lungo il loro percorso alcun sensibile cambiamento di temperatura per non variare la resistenza del circuito.

Dati i piccoli valori della f. e. m. generata dalla termocoppia, la sospensione della bobina mobile ha bisogno di speciali cure per ottenere una grandissima sensibilità, mentre la resistenza interna della bobina deve essere molto grande in confronto di quella degli elementi e delle connessioni per rendere trascurabili gli effetti di variazione della temperatura ambiente. Senza tutti questi accorgimenti le letture al millivolmetro non potrebbero avere l'esattezza che occorre.

Da quanto abbiamo detto finora risulta che i due sistemi descritti richiedono due fili per ogni grandezza da misurare. Meno facilmente col primo sistema, in quanto ne nascerebbero ulteriori gravi complicazioni, ma molto facilmente col sistema Telewatt si può ridurre il numero dei fili adoperando un unico ritorno e quindi usando per n grandezze da segnalare soltanto $n + 1$ fili.

Nei sistemi di misure a distanza la questione delle linee di collegamento ha una influenza che è naturalmente legata alla distanza fra i punti collegati e quando le indicazioni da trasmettere sono molte e la distanza supera qualche chilometro, diventa assai interessante la trasmissione di molte indicazioni mediante un'unica via, il che potrà farsi quando si tratti di grandezze variabili con una certa lentezza e con una sufficiente continuità. Il problema così posto rientra nell'altro più generale del controllo a distanza.

Gli impianti di controllo possono avere due scopi: uno scopo di *comando,* cioè permettere a un operatore centrale di eseguire manovre in punti lontani, o uno scopo di *supervisione,* cioè far conoscere a un osservatore centrale la situazione di impianti lontani e le variazioni mano mano che si producono. In tutti i due casi si sente la necessità di aggiungere alle indicazioni di posizione anche delle indicazioni quantitative, con che siamo in pieno nel problema delle misure a distanza.

Si possono quindi distinguere:

a) impianti di comando che permettono di comandare, di conoscere delle posizioni e delle variazioni e di leggere delle grandezze;

b) impianti di supervisione che permettono di ripetere sopra un quadro indicatore delle posizioni e delle variazioni e di leggere delle grandezze.

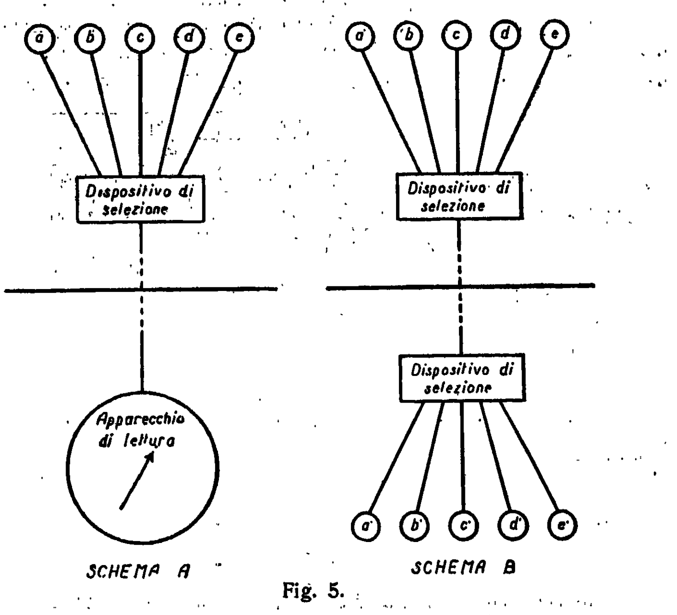


Fig. 5.

Nei riguardi delle misure la differenza sostanziale tra i due tipi è questa: il primo presuppone la presenza di un operatore (distributore del carico, dirigente unico o altro) che si mette in comunicazione con gli organi da controllare e le grandezze da misurare, mentre il secondo è destinato (senza operatori) a tener, per dir così, «al corrente» uno schema e degli apparecchi. E' naturale nel primo caso l'idea di avere un apparecchio unico, su cui l'operatore possa leggere una dopo l'altra le varie grandezze che lo interessano, mentre nel secondo si avranno tanti apparecchi quante sono le grandezze da misurare e saranno degli apparecchi scriventi oppure degli apparecchi indicatori tipo quotenziometro, costruiti cioè in modo che ciascuno di essi rimane nella posizione che ha assunto, per tutto il tempo che la linea è a disposizione degli altri.

Nel primo caso si avrà lo schema *A*, nel secondo lo schema *B* (fig. 5). Mentre in prima approssimazione si può dire che ogni sistema di misura può applicarsi a tale impianto, inquantochè, stabilito che sia il collegamento fra uno degli apparecchi *a, b, c,* con l'unico apparecchio o col proprio corrispondente *a', b', c'*, poco importa il modo come la misura viene trasmessa, in realtà però vi sono delle limitazioni, specie per il tipo di corrente e spesso è da escludere di potersi servire di corrente continua.

Ritengo interessante far cenno di un sistema, che rientra nella categoria di quelli a variazione di tensione e che i tecnici della Società Generale Elettrica Napoletana hanno genialmente attuato nell'impianto di distribuzione di Napoli realizzando tanto lo schema *A* per la lettura su un unico apparecchio, come lo schema *B* per la registrazione con apparecchi diversi.

Premetto che l'impianto di Napoli è un impianto di comandi e quindi è sempre presente un operatore il quale dovendo eseguire delle manovre, deve essere in qualunque momento completamente informato di quanto accade sulla rete 9 kV che costituisce la distribuzione cittadina.

L'impianto che si estende da Croce del Lagno alla Torretta, i quali punti sono rispettivamente a km 7 e 4,5 dal posto di centralizzazione delle segnalazioni e delle misure, controlla, per ora, nove centri principali i quali sono sparsi per la città e rappresentano i punti nodali della rete, con circa 130 automatici, con i separatori corrispondenti, i servizi ausiliari, ecc.

Le linee di collegamento sono coppie telefoniche da 7/10 di mm avendo i centri maggiori una sola coppia di collegamento, mentre diversi centri minori ubicati su un'unica direzione, sono collegati tutti a un'unica coppia. La capacità di una coppia è di 128 manovre.

In un impianto di distribuzione la grandezza che più interessa di seguire è la corrente e le variazioni di questa non solo sono lente ma anche conosciute nel loro andamento generale e quindi è sufficiente eseguire una lettura ogni ora, salvo che nel periodo della punta luce, in cui si legge ogni mezz'ora.

L'operatore centrale è lui che chiama ogni ora le diverse linee uscenti dalle cabine e ne legge il carico in ampere, che annota sui propri registri. Tali carichi si leggono sopra un unico apparecchio, che è posto davanti all'operatore, mentre nelle cabine i singoli apparecchi sono aboliti.

Lo schema (fig. 6) mostra che i singoli riduttori di corrente, installati, portano inserita sul loro circuito secondario una piccola resistenza di argentana. La grandezza trasmessa al posto centrale è la caduta di tensione che si verifica su tale resistenza, che è proporzionale alla corrente primaria e va da 0 a circa 3 volt.

Il dispositivo, come si vede, risolve subito la più grave difficoltà che presenta la lettura con un unico apparecchio, cioè quella di valutare bene delle grandezze molto diverse l'una dall'altra. Difatti siccome ogni linea ha riduttori di corrente proporzionati al proprio carico e tutti i riduttori hanno la corrente secondaria standard di 5 ampere, si è ottenuto già una unificazione della corrente a una scala unica, salvo a moltiplicare i singoli valori letti sull'apparecchio per delle costanti variabili da linea a linea, cioè per i rapporti dei corrispondenti riduttori.

L'apparecchio di lettura è un milliamperometro a corrente continua, che va fuori scala a 3 milliampere. Il dispositivo di amplificazione usato fa sì che la resistenza di linea ha importanza trascurabile, nei limiti delle distanze che si devono superare. La rettificazione è fatta a ponte di Graetz con raddrizzatori a secco.

Con questo dispositivo si controllano anche i cavi a 4000 volt del nuovo impianto pubblico. Qui, però, trattandosi di cavi a corrente costante, interessa di leggere la tensione ai capi del cavo per dedurre dalla variazione di tensione se parte delle lampade sono andate in corto circuito o se il circuito è interrotto. Si può anche controllare la tensione contro terra dei due capi del cavo, il cui rapporto si altera ogni volta che un punto del circuito si mette a terra. Ciò si ottiene misurando successivamente la tensione contro terra delle due estremità del trasformatore oscillante che alimenta il cavo. Dette V_1 e V_2 le tensioni, il rapporto $\frac{V_1}{V_2}$ permetterà, come si è detto, di accorgersi se si verifica una terra, mentre la somma $V_1 + V_2$ mostra, con i suoi scarti dal valore normale, gli eventuali corti circuiti.

Oltre tali letture che sono eseguite ogni ora dall'operatore, si hanno alcune registrazioni automatiche negli intervalli in cui l'operatore lascia disponibili le apparecchiature di controllo. Così si segue in due delle più importanti sottostazioni la tensione delle sbarre primarie, trascrivendone i valori su due apparecchi registratori che si trovano nel posto centrale.

Questi apparecchi scrivono per punti successivi ed i punti risultano abbastanza vicini perchè si possa considerare il diagramma ottenuto come un diagramma continuo, anche se si dovesse aumentare

il numero delle grandezze registrate, aumentando corrispondentemente l'intervallo tra i punti. Naturalmente per azionare degli apparecchi registratori necessitano grandezze diverse e quindi si è ricorso ad una diversa amplificazione sostituendo al trasformatore inserito nel circuito di placca un altro trasformatore di appropriate caratteristiche e sostituendo alla rettificazione a ponte di Graetz la rettificazione ad altri termini permettesse l'uso di queste linee anche alla trasmissione a distanza contemporaneamente alla loro funzione di linee di telecomunicazione ed è stato così escogitato il terzo sistema ad impulsi, il quale può essere basato sul principio della durata di un impulso o su quello della frequenza di impulsi e comprende anche quello della frequenza pura e quello radio.

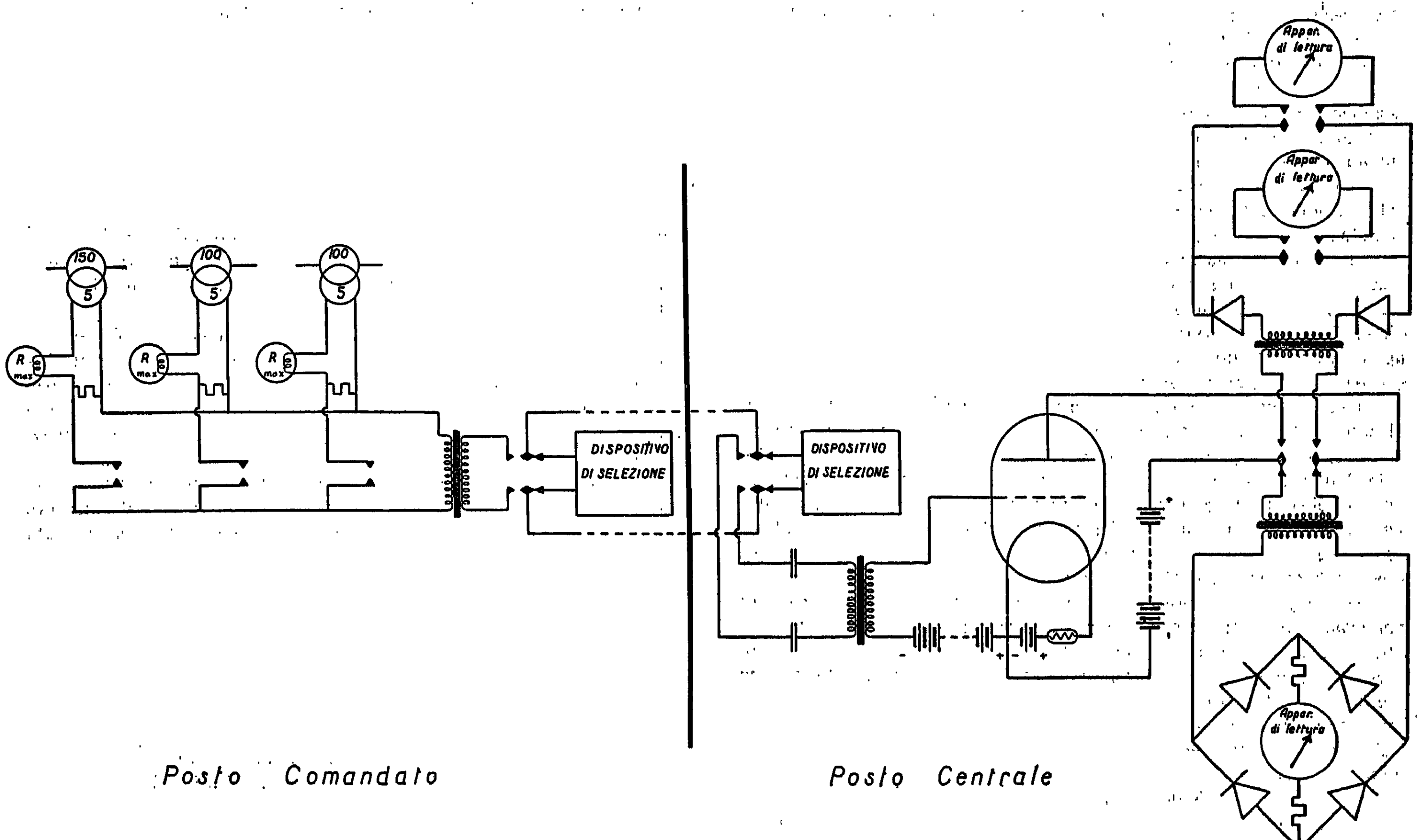


Fig. 6.

una semionda. Le variazioni di tensione in questo sistema di trasmissione di misura adottato a Napoli sono, come si è veduto, di pochi volt e ciò perchè i fili di comunicazione sono coppie di cavetti telefonici che non converrebbe cimentare a tensioni elevate. Nei centri controllati le apparecchiature sono semplicissime, mentre il dispositivo centrale che necessita di un amplificatore è unico ed è sotto il controllo di un operatore, il quale può mantenere, con opportune correzioni, le costanti di questo dispositivo (corrente di accensione e tensione di placca) a quei valori fissi già predisposti, in modo da non alterare la taratura del complesso.

L'impianto è in servizio da quasi due anni ed ha perfettamente corrisposto.

I due sistemi a variazione di resistenza o induttanza e a variazione di tensione, di cui fino a qui si è parlato, servono e servono bene, ma solamente nel caso di trasmissioni a limitate distanze nelle quali è possibile adoperare linee di trasmissione che siano al sicuro da influenze esterne, cioè linee aeree piuttosto brevi oppure cavetti sottopiombo. Infatti in linee molto lunghe, sia aeree che in cavo, la variazione della temperatura fa variare notevolmente la resistenza obbligando di tempo in tempo (che in talune regioni può anche essere ogni 6-8 ore) alla regolazione di una resistenza zavorra inserita nel circuito in modo che la resistenza di linea sia riportata ad un valore fisso.

Inoltre nel caso di linee aeree si possono avere, in dipendenza delle condizioni atmosferiche, isolamenti più o meno buoni con dispersione di valore variabile e conseguenti errori nelle indicazioni alla ricezione.

Infine nel caso di lunghe linee aeree, sottoposte o non a linee ad alta tensione, parallele o non a linee di questo genere, occorre sempre proteggere gli strumenti trasmettitori e ricevitori mediante opportuni organi che isolino la linea dagli apparecchi, ad esempio mediante trasformatori di tipo telefonico, il che impedisce di utilizzare la corrente continua e nel caso della corrente alternata importa che le variazioni della resistenza o della induttanza siano piuttosto rilevanti.

Per evitare tutti questi inconvenienti era naturale che i tecnici studiosi di questi problemi si orientassero verso una soluzione con la quale fosse possibile la trasmissione anche su linee munite di trasformatori di protezione come potrebbero essere le telefoniche od in

La «A. E. G.» ha fatto un'applicazione pratica del primo principio costruendo un complesso mediante il quale al centro trasmettitore la deviazione della lancetta di un indicatore viene trasformata in un impulso di durata proporzionale e al centro ricevitore questo impulso viene nuovamente trasformato in una deviazione di indice.

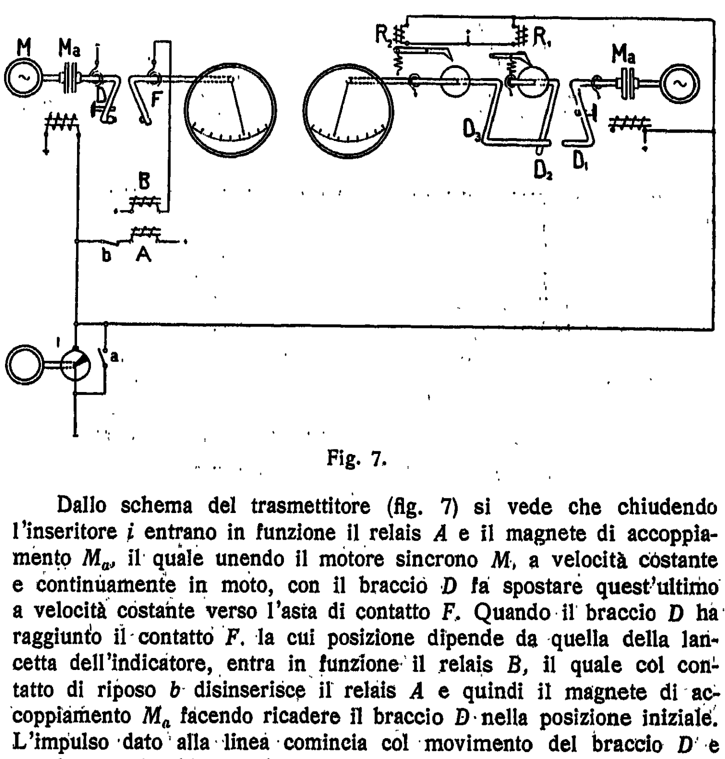


Fig. 7.

Dallo schema del trasmettitore (fig. 7) si vede che chiudendo l'inseritore *i* entrano in funzione il relais *A* e il magnete di accoppiamento M_a, il quale unendo il motore sincrono *M*, a velocità costante e continuamente in moto, con il braccio *D* fa spostare quest'ultimo a velocità costante verso l'asta di contatto *F*. Quando il braccio *D* ha raggiunto il contatto *F*, la cui posizione dipende da quella della lancetta dell'indicatore, entra in funzione il relais *B*, il quale col contatto di riposo *b* disinserisce il relais *A* e quindi il magnete di accoppiamento M_a facendo ricadere il braccio *D* nella posizione iniziale. L'impulso dato alla linea comincia col movimento del braccio *D* e termina con la chiusura del contatto *F*: la sua durata è proporzionale alla deviazione del braccio *D*, essendo costante la velocità di questo.

Lo schema del ricevitore mostra che sono previsti tre bracci, i quali vengono alternativamente trattenuti e liberati. Quando sulla

linea si verifica un impulso vengono azionati il magnete di accoppiamento M_a, che muove a velocità costante il braccio D_1, ed entrano in funzione i blocchi N_1 e N_2 ma il secondo con un leggero ritardo rispetto al primo. A causa dell'apertura del blocco N_1 il braccio D_3 cade sul braccio D_1 e viene da questo trascinato. Intanto si apre il blocco N_2 ed il braccio D_3 cade sul braccio D_2 in movimento per essere da questo trascinato fino alla nuova posizione, che dà con la lancetta il valore della grandezza. Finito l'impulso i blocchi N_2 prima ed N_1 subito dopo rientrano in funzione e il magnete di accoppiamento si disinserisce per cui D_2 ricade nella sua posizione normale. Metto in rilievo che questo complesso consta di dispositivi esclusivamente meccanici e che lo strumento ricevitore non ha alcun sistema elettrico di misura.

Per misurare periodicamente la stessa grandezza basterà sostituire all'inseritore i un cilindro di inserzione I che ruoti con velocità costante; se si vuole la indicazione successiva di diversi apparecchi installati al centro trasmettitore basterà aggiungere un commutatore che faccia intervenire i diversi apparecchi uno dopo l'altro.

Anche l'energia nei due sensi può essere facilmente segnalata: basterà usare tanto al centro trasmettitore che a quello ricevitore apparecchi a zero centrale.

La totalizzazione invece può essere solo meccanica e sarà la lancetta dell'apparecchio totalizzatore quella che servirà per trasmettere l'impulso di durata proporzionale alla somma che vuol essere conosciuta.

Come apparecchi dovranno venir impiegati esclusivamente dei registratori per avere momenti di rotazione e di inerzia che garantiscano una sicura chiusura dei contatti, ciò che difficilmente si potrebbe ottenere con apparecchi semplicemente indicatori.

Il complesso ha bisogno di una sola sorgente di energia (continua o alternata) che può essere indifferentemente ubicata alla trasmissione e alla ricezione e il cui valore di tensione non influenza la trasmissione.

In caso di lunghe linee di trasmissione, specialmente se protette, lo schema della figura corrisponde purchè ai relais di tensione vengano sostituiti relais di corrente.

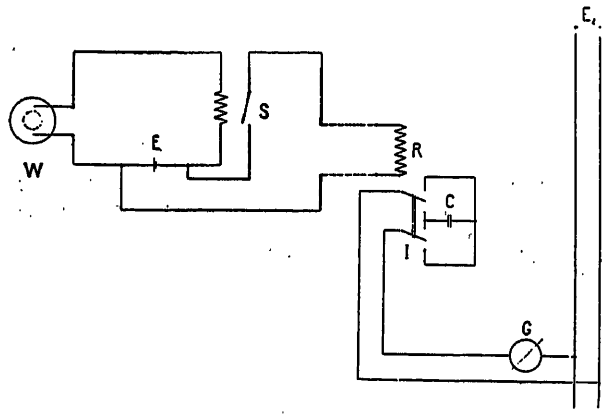


Fig. 8.

La «Siemens» ha invece un'applicazione pratica del principio della frequenza di impulsi (fig. 8). La trasmissione è effettuata mediante impulsi di corrente che può essere continua se nella linea è inserito un piccolo numero di trasformatori di protezione ed alternata se i trasformatori inseriti sono parecchi.

L'organo principale dell'apparecchio trasmettitore è un contatore W munito di interruttore, il quale per mantenere basse le perdite di attrito, è stato realizzato sotto forma di un collettore. In serie con detto interruttore vi è una sorgente locale E_1 di valore appropriato che manda sulla linea degli impulsi di corrente. In arrivo gli impulsi sono raccolti da un relais R che aziona un invertitore, il quale mediante una locale sorgente di f. e. m. E_2 provoca in un senso e poi nell'altro senso la carica di un condensatore C. Queste correnti di carica traversano in un solo senso un istrumento a bobina mobile G che le misura. Questo strumento deve essere a grande inerzia perchè non sia sensibile ad impulsi che gli possono venire dall'esterno e ciò è particolarmente necessario in caso di frequenza di impulsi bassa. Pertanto ad evitare inconvenienti e complicazioni il numero di impulsi per secondo sarà abbastanza forte e l'istrumento ricevitore andrà in fondo scala per circa 5 impulsi al secondo, in modo che se anche per avventura si producesse qualche impulso di più, l'influenza sull'indicatore non sarebbe molto notevole.

Occorre qui subito notare che, se le linee di trasmissione di impulsi sono molto lunghe, occorrono delle correnti di impulso piuttosto importanti, non consentite dalla modesta potenza di rottura dell'interruttore a collettore è allora per risolvere il problema si ricorre ad un relais ausiliario S munito di opportuno soffiatore di scintille il quale ripete gli impulsi del collettore e li rinvia sulla linea. L'apparecchiatura senza relais ripetitore può servire per distanze fino a 1000 metri, l'altra più complicata permette trasmissioni a distanze praticamente grandissime.

Il sistema ad impulsi richiede due sorgenti di f. e. m., una in partenza, che può essere o una batteria di accumulatori o anche dei piccoli raddrizzatori a secco che permettono l'uso di corrente alternata, ed un'altra in arrivo che preferibilmente dovrebbe essere una batteria di accumulatori. Mentre il valore della tensione della prima sorgente di f. e. m. non ha influenza sulla misura, quello della seconda influisce nel senso che l'indicazione dello strumento ricevitore dipende con semplice proporzionalità dalla tensione stessa e quindi occorre avere la possibilità a mezzo di reostati o resistenze, di riportare sempre la tensione al valore prefissato di taratura.

Il sistema a frequenza di impulsi offre un grande numero di possibilità. Si può, ad esempio, totalizzare sia in arrivo, sia in partenza.

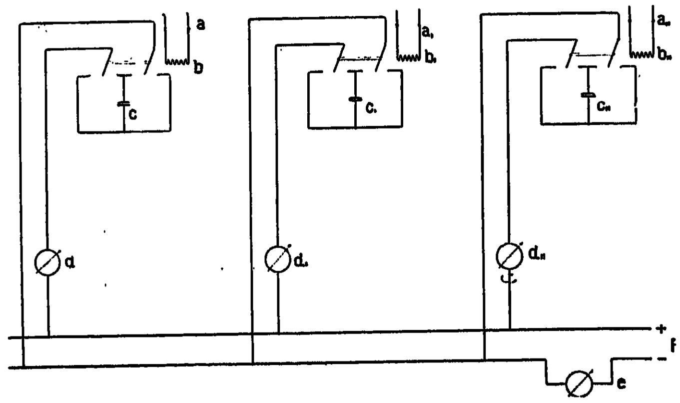


Fig. 9.

La totalizzazione in arrivo (vedi schema fig. 9) si opera inserendo opportunamente l'apparecchio nel circuito batteria condensatori in modo che sommi tutte le correnti ed è possibile la lettura di ciascuna delle grandezze totalizzate. Si può anche dividere la somma in gruppi, scegliendo come ripartitore una tavola a spina, infilando la quale si possono dividere come si vuole tutti gli elementi da totalizzare e per esempio, conoscere distintamente ciò che forniscono diversi sistemi di sbarre omnibus, ecc.

La totalizzazione in partenza può essere meccanica, se si vuole, e allora si potrà trasmettere solo l'indicazione della somma, oppure, specialmente se trattasi di sommare molti termini, si farà come già indicato per quella in arrivo, introducendo nel circuito dell'indicatore un contatore a corrente continua che possieda energia sufficiente per girare regolarmente sotto l'influenza degli impulsi della corrente di carica e disponendo sul motore un collettore che comanderà il relais di trasmissione per linee a forte distanza.

Si può ottenere pure la somma di somme, vale a dire si può, ad esempio, ottenere in un centro la somma delle potenze generate nei singoli centri di produzione, per ognuno dei quali si proceda alla somma delle produzioni di macchina.

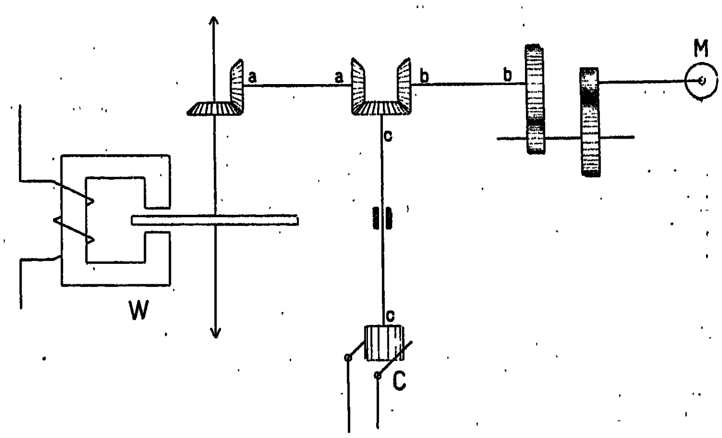


Fig. 10.

E' anche possibile ottenere l'indicazione nei due sensi con l'uso di un sistema differenziale (fig. 10), che abbia un asse a posto sotto il comando dello strumento di misura, il quale può girare nei due sensi, e l'altro asse b sotto il comando di un motore a velocità costante. L'asse risultante c comanda un collettore C che, se lo strumento di misura è fermo, ruoterà ad una certa velocità inviando un certo numero di impulsi per il quale l'apparecchio ricevitore avrà una posizione che si assumerà come zero intermedio. L'indicazione dell'apparecchio di

ricezione, che è identico a quello di una installazione normale, sarà in un senso o nell'altro a seconda che lo strumento di misura gira in un senso o nell'altro.

Mediante i medesimi condensatori di accoppiamento che servono per il sistema di telefonia ad onde convogliate, uno dei fili della linea di trasmissione di energia può essere usato per la trasmissione di misure col sistema a frequenza di impulsi.

I dispositivi che sono necessari per collegare gli apparecchi di misura a distanza alle linee ad alta tensione o a lunghe linee di tipo telefonico sono fondamentalmente gli stessi che si usano quando si tratta di telefonia.

Uno dei sistemi di protezione più adoperati è quello del collegamento a mezzo di trasformatori intercalati al principio o alla fine della linea. Quando oltre ai trasformatori agli estremi della linea occorra inserirne degli altri in serie e in un certo numero, anzichè corrente continua si userà corrente alternata a frequenza maggiore di quella industriale, per es. a 100 periodi.

Infine col sistema a frequenza di impulsi si possono anche adoperare le linee in multiplex col vantaggio di usare come linea di trasmissione per le misure la linea esistente per le comunicazioni telefoniche. Si può cioè utilizzare una coppia di conduttori simultaneamente per la misura a distanza e per la telefonia, esattamente come si può telegrafare e telefonare sulla medesima linea.

Il sistema basato sulla frequenza pura è adottato, pare con successo, solamente in America. Un contatore, le cui variazioni di velocità sono legate alle variazioni della grandezza da misurare, aziona un generatore a corrente alternata che produce una frequenza variabile, la quale al centro ricevitore viene segnalata da frequenziometri di tipo normale.

Infine dirò di un sistema originale di trasmissione senza uso di linea: quello cioè di Hollmann e Schulter per trasmettere misure a distanza ad alta frequenza usando un trasmettitore e un ricevitore radio. Il condensatore variabile del trasmettitore è solidale all'asse dell'apparecchio indicatore della grandezza da misurare, cosicchè ad ogni posizione dell'indice corrisponde una determinata lunghezza d'onda del trasmettitore. Il ricevitore a sua volta alimenta un indicatore di lunghezza d'onda sul cui quadrante possono quindi leggersi direttamente i valori delle misure effettuate al centro trasmettitore. L'indicatore di lunghezza d'onda merita di essere spiegato: esso consta di un disco solidale al condensatore variabile del ricevitore e portante una piccola lampada a luminescenza (tipo Glimm) la quale risplenderà soltanto in una sola posizione del condensatore, in quella posizione cioè in cui vi è sintonia tra gli apparecchi trasmettente e ricevente. Ricercare a mano per tentativi questa posizione sarebbe facile, ma si è voluto ottenerla automaticamente e per ciò molto ingegnosamente si è aggiunto un motore che mantiene in continua uniforme rotazione il condensatore, il disco e la lampadina dell'apparecchio ricevente.

In questo modo per la persistenza delle immagini visive sulla retina dell'occhio si ha una indicazione luminosa continua a distanza della corrispondente posizione dei due condensatori e quindi dell'indice dell'apparecchio che misura al centro trasmettitore.

Applicazioni dei sistemi ad impulsi, a frequenza e ad alta frequenza per misure a distanza non ne abbiamo nel Gruppo della Società Meridionale di Elettricità e non mi consta che se ne siano ancora effettuate in Italia.

Descritti così nel principio e in alcune pratiche applicazioni i sistemi in uso per la trasmissione di misure a distanza, cercherò di paragonarli tra di loro dal punto di vista tecnico e prescindendo da qualsiasi considerazione di costo, sia perchè non ne avrei gli elementi, sia perchè quando si studia e si esamina un caso concreto di applicazione la questione economica ha una grande importanza solamente a parità di scopi che si devono raggiungere e di risultati che si possono ottenere.

Alla relativa semplicità dei primi due sistemi fa riscontro una maggior complicazione del sistema a impulsi, però i primi due sistemi non sono adatti a funzionare a grandi distanze mentre il terzo sistema può prestarsi a distanze qualsiasi.

I sistemi a variazione di resistenza e di tensione sono influenzati dal valore della resistenza di linea mentre quello ad impulsi ne è assolutamente indipendente.

Mentre il sistema a variazione di tensione e quello a tempo di impulso sono indipendenti da sorgenti di f. e. m. esterne, non lo sono nè il sistema a variazione di resistenza nè quello a frequenza di impulsi, con l'osservazione che mentre il sistema a variazione di resistenza dipende da una sorgente di energia in partenza, il sistema a frequenza di impulsi dipende da una sorgente di energia in arrivo, il che è un vantaggio potendosi facilmente regolare la tensione occorrente all'atto in cui si fa la lettura degli apparecchi.

Tutti i sistemi si prestano alla totalizzazione, però quello a variazione di resistenza e quello a tempo di impulso possono solo permettere, con opportuni artifici, una totalizzazione meccanica, mentre gli altri sistemi a variazione di tensione e a frequenza di impulsi permettono agevolmente sia la totalizzazione meccanica che quella elettrica. Il sistema a frequenza di impulsi, oltre al funzionamento in multiplex su linee telefoniche protette, permette anche l'uso delle linee ad alta tensione ciò che non è possibile con gli altri sistemi.

Come delicatezza dei tre sistemi, mi sembra si possa dire che il più delicato è quello a variazione di tensione, perchè data la piccolezza delle correnti trasmesse di qualche milliampere, eventuali disturbi possono far assumere alla corrente valori molto più grandi dei normali di funzionamento, con pericolo di danneggiamento degli strumenti ricevitori. Nell'ordine vengono poi il sistema a frequenza di impulsi il cui punto debole mi sembra stia nell'interruttore e collettore, il sistema a tempo di impulso per il quale non mi pare semplice nè facile la messa a punto e la manutenzione del complesso dei relais e infine il sistema a variazione di resistenza o induttanza.

Il sistema a variazione di tensione, quello a tempo di impulso e quello a frequenza di impulsi permettono, i primi due più semplicemente, e il terzo con maggior complicazione, la segnalazione del senso dell'energia, mentre il sistema a variazione di resistenza non dà questa possibilità a meno di artifici meccanici alquanto complicati.

In conclusione si può dire che tutti i tre sistemi hanno avuto ed avranno numerose applicazioni, perchè negli infiniti casi in cui la trasmissione di misure a distanza è utile, necessaria o indispensabile, vi è posto per poter sfruttare le vantaggiose caratteristiche di ognuno. I pochi esempi che vi ho riferito e le molte applicazioni pratiche che sono a vostra conoscenza o per averle voi stessi attuate o per averle apprese dalla numerosa letteratura comparsa su questo argomento, confermano l'importanza del problema della trasmissione di misure a distanza, la passione con cui gli studiosi e i costruttori cercano e trovano sempre più geniali forme di esecuzione e il favore che queste produzioni incontrano presso gli esercenti di impianti elettrici.

Ed è giusto che sia così, perchè, oltre a tutti i già elencati vantaggi relativi alla regolarità del servizio, la soluzione del problema della trasmissione di misura a distanza è anche un grande contributo al raggiungimento di una razionale organizzazione ed utilizzazione del personale.

Infatti il concentramento delle misure trasmesse a distanza concorre a quel rispetto della scala dei valori, che è assolutamente indispensabile così come per la disciplina è indispensabile il rispetto della scala gerarchica.

Come il capitano ha sotto i suoi occhi nella cabina di comando tutti gli elementi per guidare la nave come si deve anche nella più avversa delle circostanze, così l'ingegnere che provvede all'esercizio di uno o più impianti deve avere sempre a portata di mano gli elementi per rimediare immediatamente e nel modo migliore a qualsiasi situazione anche la più difficile.

Come avete veduto, molto si è fatto e molto si sta facendo su questa strada, ma siamo ancora lontani dalla completa applicazione di questi principii, che certamente non mancherà col progredire della tecnica e col progredire dei tempi.

IL CENTENARIO DELL'INDUZIONE ELETTROMAGNETICA E L'OPERA SCIENTIFICA DI MICHELE FARADAY

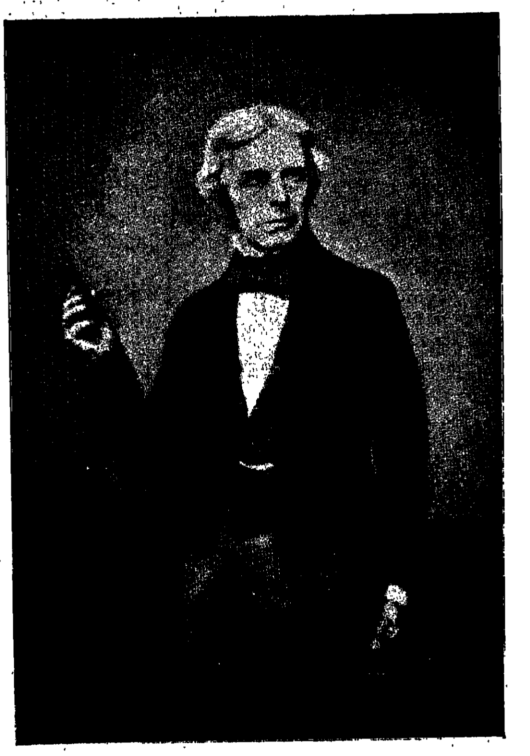
L. LOMBARDI

Comunicazione alla Sezione di Milano - 20 aprile 1931

Traendo occasione dal prossimo centenario della Scoperta della Induzione Elettromagnetica, l'Autore ha tracciato un profilo biografico del grande Fisico inglese, e ne ha sommariamente analizzata la multiforme attività scientifica su la scorta delle più accreditate biografie scritte dai Suoi contemporanei e degli Atti della Royal Society, ove si contiene la mirabile Serie delle Sue ricerche sperimentali su l'Elettricità e il Magnetismo.

Premessa.

Sebbene il secolo attuale ci abbia abituati ai progressi più grandiosi della meccanica e della elettricità, onde ricevono impronta tutte le manifestazioni della vita civile e industriale, spetta a quello che lo precedette il vanto di averne dischiuso il campo meraviglioso attraverso alla memorabile invenzione di A. Volta, che le ricerche di Ampère contribuirono a valorizzare scientificamente, fornendoci le leggi fondamentali dell'elettrodinamica.



Michele Faraday (1791-1867).

La scoperta geniale di Oërsted nel 1820 aperse un nuovo orizzonte, stabilendo il primo legame fra le manifestazioni dell'elettricità in movimento e del magnetismo; ma a Faraday fu riservato il merito di rivelare undici anni dopo, attraverso metodiche esperienze, il nesso più intimo che regna fra le due categorie di fenomeni, e di mostrare come la corrente elettrica possa generarsi per induzione magnetica, con che fu posta la pietra fondamentale di tutta la elettrotecnica moderna.

L'Inghilterra si apparecchia a celebrare nella forma più solenne il primo centenario della gloriosa scoperta, per cui ha diramato gli inviti a tutte le Accademie e Corpi scientifici del mondo. La nostra Associazione, che ha già designato a rappresentarla in tale occasione S. E. Guglielmo Marconi, rievocando in questa sede la nobile figura, intende associarsi alle onoranze grandiose che saranno rese alla Sua memoria.

Sebbene il discorso sia intitolato all'opera scientifica di Faraday, non è possibile tacere completamente la Sua vita privata, le cui origini modeste, vinte dalla tenacia della volontà, hanno impresso in Lui quel carattere austero che, unito alla potenza dell'intelletto ed all'acuta intuizione, ne fecero la personalità più luminosa del Suo tempo.

Ne scrissero già a brevissima distanza dalla Sua morte uomini preclari, che ebbero con Lui consuetudini di lavoro e assistettero ai suoi trionfi, come Bence Jones, Segretario della *Royal Institution*, J. H. Gladstone suo collega e Tyndall suo successore. Cl. Maxwell ne tessè più tardi il profilo nella Enciplopedia Britannica e G. Kahlbaum e F. Darbishire ne raccolsero nel 1899 il voluminoso epistolario, scambiato con Schoenbein; Silvanus P. Thompson ne dettò verso la stessa epoca una lunga biografia, tradotta in tedesco da A. Schütte e H. Danneel. Nel 1908 A. Naccari, mio Maestro, e professore di Fisica sperimentale nella Regia Università di Torino, ne ha riassunto per uso dei Fisici italiani la vita, e analizzato a grandi tratti l'opera originale. Il libro più recente sul medesimo soggetto venne pubblicato a Londra da R. Appleyard col titolo *Tribute to M. Faraday*, e prevedibilmente molti altri scritti saranno nel corso di quest'anno ad esso consacrati.

Mano a mano che ci allontaniamo dalla Sua scomparsa, il giudizio sui lavori diventa naturalmente più sintetico e oggettivo, in quanto può astrarre dagli elementi secondari, che a loro tempo richiamarono l'attenzione degli studiosi per la loro novità, e per l'autorità della fonte onde provenivano, pur senza assumere importanza fondamentale. L'esame può concentrarsi così sopra quelle parti, che ebbero maggiore ripercussione nello svolgimento del pensiero scientifico, di cui l'Autore si mostrava esclusivamente preoccupato, ovverò spianarono la via alle più grandose applicazioni industriali, anche se per queste Egli non aveva mai dimostrato eccessivo interesse.

Cenni biografici.

Nacque M. Faraday il 22 settembre 1791 a Newington Butts presso Londra, terzogenito nella famiglia di un modesto fabbro ferraio, colà trasferitosi dalla Contea di York, e non ricevette da una maestra privata, se non i primi rudimenti del leggere e dello scrivere; per la inqualificabile severità di essa, Egli abbandonò la Scuola col consenso dei Genitori, e ne conservò doloroso ricordo per tutta la vita.

All'età di 13 anni fu collocato a garzone presso un buon cartolaio, che gli affidò dapprima il compito di distribuire i giornali, ma poi lo assunse come apprendista gratuito, e gli insegnò la rilegatura dei libri. Mentre attendeva al mestiere, il giovane operaio cominciò a leggere durante le ore di riposo le opere che aveva per mano; particolare attrattiva esercitarono sopra di Lui le «*Esperienze sulla Elettricità*» del Lyon e alcuni libri elementari di chimica, per gli autori dei quali nutrì poi sempre un sentimento di venerazione. Imparò così a costruirsi la prima macchina elettrostatica, che oggi si conserva fra i cimeli nella *Royal Institution*, unitamente a parecchi libri da Lui rilegati, ed a molti registri delle Sue ricerche sperimentali.

Mediante una tassa di pochi scellini, versata dal fratello maniscalco, ottenne l'iscrizione a un breve corso di lezioni serali, impartite dal Prof. Tatum, e ne raccolse e illustrò gli appunti, che rilegò in quattro volumi, e offerse in segno di riconoscenza al Suo maestro d'arte. Strinse ivi fraterna amicizia con Beniamino Abbott, che divenne il Suo maggiore confidente, e scambiò con lui una lunga corrispondenza epistolare, la quale, in parte pubblicata dal Dr. Jones, commuove per la sua ingenuità, mentre rivela la precoce intelligenza del Suo autore.

Un pittore francese, profugo dagli orrori della Rivoluzione, e ospite del libraio, prese affetto per il giovane garzone, che disimpegnava anche i modesti servizi di pulizia in camera sua, e Gli fornì libri e apprese a disegnare apparecchi scientifici. Il Sig. Dance, membro della *Royal Institution*, frequentatore della bottega, Gli diede modo di assistere colà a quattro lezioni del Davy nella primavera del 1812, e questa circostanza ebbe un seguito memorabile in tutta la sua vita.

Racconta infatti il Faraday nei Suoi cenni autobiografici che, durante tali lezioni, prese molte note, le quali gli servirono per redigerne il sunto, e vi aggiunse parecchie figure, disegnate nel miglior modo che gli fu possibile. Ultimato il tirocinio di rilegatore, e acceso dal desiderio di trovare un'occupazione, che gli permettesse di occuparsi di questioni scientifiche, nel dicembre di quell'anno, incoraggiato dal Dance, scrisse al Davy, chiedendogli un posto alla *Royal Institution*, e inviandogli il manoscritto delle quattro lezioni che ivi aveva ascoltate, rilegato di Sua mano (fig. 1). Il grande chimico, che si trovava allora all'apogeo della sua gloria e nel fiore dell'età, diede prova di singolare chiaroveggenza nel giudicare il giovane aspirante; dopo averlo brevemente tenuto con sè come segretario, ne propose al Consiglio Direttivo la assunzione come inserviente nel suo laboratorio con la paga settimanale di 25 scellini e due stanze per alloggio.

Tale posto Gli venne conferito con decisione del 1° marzo 1813,

con l'obbligo di aiutare i professori nella preparazione delle esperienze e durante le lezioni, di trasportare gli strumenti ed effettuarne la pulizia. In verità Egli ottenne ben presto di partecipare attivamente alle esperienze, e, per migliorare la Sua istruzione, entrò a far parte della « *City Philosophical Society* » fondata nel 1808 dal Tatum, i cui membri, in numero di poche diecine, si adunavano una volta per settimana a discutere di cose scientifiche ed ascoltare conferenze.

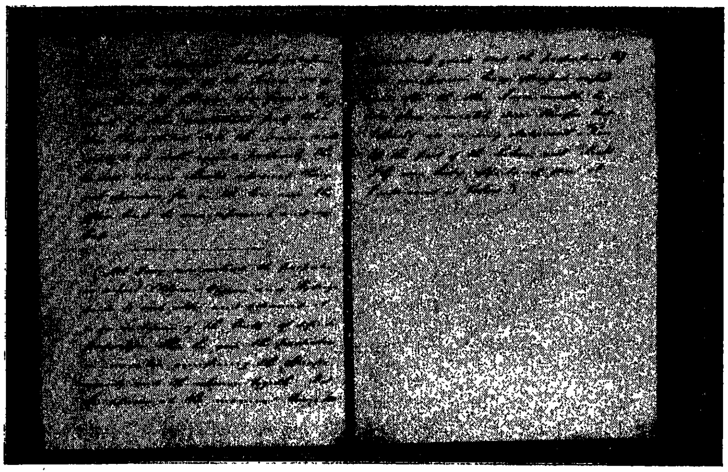


Fig. 1. — Riassunto manoscritto delle lezioni di Davy.

Nel settembre del 1813 Davy propose a Faraday di accompagnarlo in un viaggio all'estero, che avrebbe potuto durare due o tre anni, conservando il diritto al posto nel laboratorio, e Faraday accettò. Di quel viaggio, che certamente costituì uno degli episodi più memorabili della Sua vita, Egli imprese fin dal primo giorno a redigere un diario accurato, che contiene molte osservazioni interessanti, e giudizi sugli uomini e le cose visitate. Forse questi giudizi non sono tutti egualmente ponderati ed equanimi; ma fanno fede della profonda onestà del Suo animo, ribelle a ogni forma di asservimento e di ingiustizia.

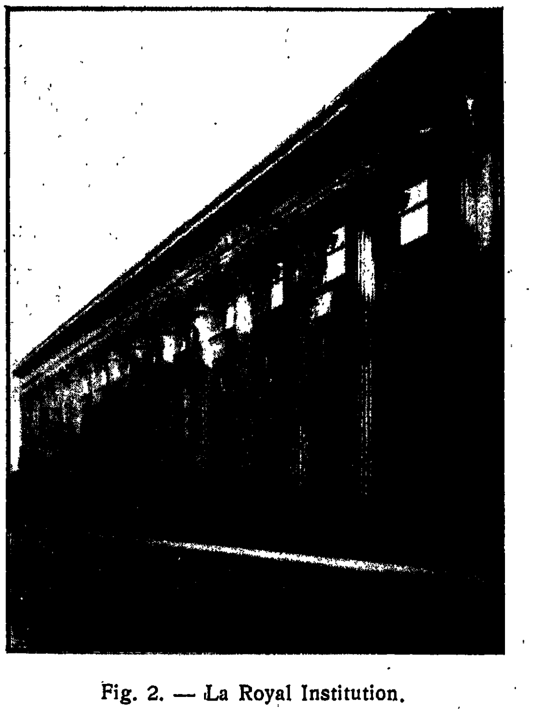


Fig. 2. — La Royal Institution.

Egli conobbe in tale occasione parecchi dei più grandi scienziati d'Europa; Ampère, Arago, Clément e Desormes, Dumas e Gay Lussac in Francia; gli Accademici del Cimento a Firenze, in presenza dei quali fu eseguita la combustione del diamante nell'ossigeno mediante la lente ustoria del Granduca di Toscana; Volta a Milano; Carlo de la Rive a Ginevra, dove col giovane figlio di lui, Augusto, strinse cordiale amicizia. Dei Suoi rapporti col proprio mecenate non ebbe mai a lagnarsi; del carattere autoritario della giovane e ricca consorte di lui riportò invece impressioni penose, cui diede sfogo nella fraterna corrispondenza con l'Abbott. Al ritorno ebbe alla *Royal Institution* il grado di assistente con un piccolo aumento di stipendio.

La sorte del giovane studioso rimase così legata definitivamente a questo Istituto, creato nel 1799 come Società privata dal Conte di Rumford in due case di Albermale Street, dove ancor oggi ha sede, e riconosciuto per decreto reale con la finalità di « diffondere il sapere « e agevolare la generale conoscenza delle invenzioni meccaniche utili « e dei perfezionamenti, e di insegnare per mezzo di lezioni speri« mentali l'applicazione della Scienza ai fini pratici della vita ». L'Istituto partecipa così dei caratteri dell'Accademia e di quelli dell'Università; pubblica scritti scientifici, ha professori propri, possiede musei, laboratori, ed una ricca biblioteca. Esso aveva già dato i primi sprazzi di luce per opera del Davy, chiamato da Bristol a insegnarvi la Chimica; ma visse poi alcuni anni in condizioni economiche assai difficili, e solo più tardi, attraverso le celebri scoperte di Faraday, assurse a notevole splendore. Nel 1838 l'edificio acquistò un aspetto maestoso, con la facciata a grandi pilastri di stile greco (fig. 2), e nel 1896 vennero costruite le ampie sale del Laboratorio Davy-Faraday mercè la generosità di Luigi Mond.

Dopo i lavori di quei due pionieri, aggiunsero lustro alla Istituzione quelli di Tyndall sul calore raggiante e sul magnetismo, e quelli di Frankland, Odling e Gladstone; Rayleigh vi scoperse l'argon, e Dewar vi eseguì le celebri esperienze su la liquefazione dei gas.



Fig. 3. — I Coniugi Faraday.

Le lezioni vi sono impartite, parte per i ragazzi, parte per adulti, con carattere monografico sopra argomenti di particolare attualità, e sempre affidate a professori dell'Istituto, ovvero a uomini eminenti estranei ad esso, che ne assumono l'incarico come un grandissimo onore.

Al ritorno dal suo viaggio nel 1815 il Davy non riprese ivi la cattedra, essendo occupatissimo nel perfezionamento della sua lampada di sicurezza; il Faraday, non peranco assurto a posizione di grande responsabilità, si accinse con tutte le sue forze a migliorare le sorti dell'Istituto pericolante. Datano dal 1816 le Sue prime ricerche originali, che videro la luce nel *Quarterly Journal of Science*, e trattano dell'analisi di calce caustica e delle combinazioni del cloro: gas che Egli per il primo riuscì a liquefare. A quella stessa epoca Egli assunse l'incarico di insegnare chimica nella *City Philosophical Society*. In una conferenza di carattere pedagogico, ivi tenuta nel 1818, si trova profilato il primitivo concetto che Egli si era formato dell'uomo di scienza, inteso al perfezionamento proprio ed al miglioramento dei suoi simili:

« L'uomo è un essere, atto a migliorare sè stesso. A differenza « del mondo animale che lo circonda, e che rimane in uno stato co« stante, esso varia continuamente, ed una delle sue più nobili pre« rogative è questa: che, anche quando esso si trova in una delle « posizioni più alte, ha tuttavia facoltà di elevare ancora sé stesso.

« Noi veniamo posti dal Creatore in un certo stato, che è deter« minato dalle condizioni della società preesistente e dalle leggi na« turali. Così cominciamo la nostra carriera. La via è lunga;... la « perfezione è la mèta; ma questa è sempre remota, e si allontana « tanto più, quanto più camminiamo. Però ogni passo compensa la fa« tica sostenuta per farlo, e cresce sempre la messe di cognizioni e « di compiacenza che raccogliamo ».

Nel 1819 Faraday venne proposto da Davy, per la sua singolare

perizia chimica e abilità sperimentale, alla delicata operazione di apertura e srotolamento dei vecchi papiri di Ercolano.

Nel giugno 1821, all'età di trent'anni, superando antiche prevenzioni, manifestate contro il matrimonio, Faraday sposò Sara Barnard, figlia di un orefice, anziano nella Chiesa Sandemaniana, a cui Egli stesso apparteneva, e l'unione, pur senza prole, durò felice fino alla morte. Di essa parla Tyndall così: « Io credo che non vi sia mai stato « amore più forte, più puro e più costante. Come un limpido dia« mante, esso continuò a mandare per 46 anni la sua bianca purissima « luce ». (Fig. 3).

In quel tempo Faraday fu promosso Ispettore dell'Istituto e del Laboratorio, e iniziò le sue esperienze di elettromagnetismo, dopo che su questo argomento era stata richiamata l'attenzione degli studiosi dalla celebre esperienza di Oërsted e dai classici lavori di Ampère. Riuscì così pel primo fin dal 1821 a produrre la rotazione d'un polo magnetico attorno a un filo, percorso dalla corrente, e di questo intorno a una calamita, che Wollaston aveva due anni prima preconizzato, ma non era riuscito a dimostrare; in un recipiente d'aria rarefatta deformò l'arco prodotto da una pila di 2000 coppie mediante una calamita esterna, preludendo al fenomeno di rotazione più elegante, osservato più tardi con una calamita assiale dal De la Rive; deviò del pari con una calamita esterna un circuito galleggiante, e mise in evidenza la rotazione continua di un filo attraversato da corrente per effetto del campo terrestre.

Nel 1823 venne proposta la Sua candidatura alla *Royal Society*, di cui era presidente il Davy, e, sebbene questi non avesse creduto di accordarle il suo appoggio, la elezione riuscì brillantemente con un solo voto contrario. Malgrado questo, Farady conservò sempre per il suo Maestro la più profonda gratitudine e riverenza, e male tollerò che altri mancasse di rispetto alla sua memoria.

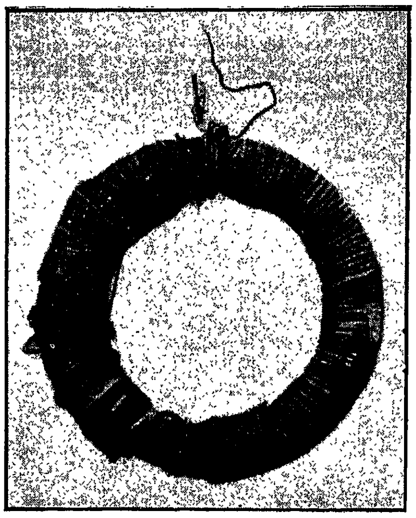


Fig. 4. — Lo storico anello su cui venne eseguita la scoperta dell'induzione elettromagnetica.

Nel 1825 Davy stesso propose che Faraday venisse promosso al grado di Direttore di Laboratorio. Nel 1828 Questi pubblicò un volume « *Chemical Manipulations* », che ebbe nel 1830 la seconda e nel 1840 la terza edizione. Rifiutò peraltro la Cattedra di Chimica nella Università di Londra, per non distrarre le sue forze dalla Istituzione che lo aveva accolto, e avviato alla carriera scientifica.

Nel 1828 fu incaricato di studiare praticamente la composizione e fabbricazione di varie qualità di vetro, allo scopo di perfezionare quello usato negli strumenti ottici, e ne ricavò quel *vetro pesante*, che fu poi usato in altri studi e nella costruzione dei microscopi.

Nel 1831, salito già in fama mediante le sue numerose invenzioni, e tenuto dallo stesso Ampère in grandissima considerazione, iniziò il periodo della più grande attività nel campo della elettricità, e ne raccolse come primo frutto di valore inestimabile la scoperta della induzione elettromagnetica, che dischiuse un orizzonte completamente nuovo per la produzione della corrente elettrica. Essa venne eseguita il 28 agosto di quell'anno mediante un anello di ferro, su cui erano avvolti due circuiti: uno collegato a un galvanometro e l'altro a una pila. Chiudendo quest'ultimo, l'anello si magnetizzava, e l'altro circuito era percorso da una corrente di brevissima durata, che il galvanometro rivelava con una certa deviazione; aprendo il primo circuito, si produceva nel secondo una corrente di direzione contraria, e il galvanometro subiva una opposta deviazione.

Fu questa la prima osservazione di una corrente fuori del circuito voltaico, ed, a confermarne l'importanza, basta ricordare che tutta la produzione industriale della energia elettrica nelle grandi centrali, e la sua molteplice trasformazione per adattarla alle esigenze della trasmissione e distribuzione, si effettua ancor oggi mediante macchine rotanti e apparecchi statici, appoggiati su quel principio. A chi chiedesse se il valore intrinseco di tale scoperta sia maggiore di quello della invenzione di Volta, non sarebbe possibile rispondere, come osservò A. Naccari, perchè, senza la corrente della pila, non sarebbe avvenuta l'osservazione di Oërsted, nè si sarebbero probabilmente eseguite le classiche esperienze di Faraday, che condussero alla scoperta della induzione elettromagnetica.

Di quali mezzi semplicissimi e quasi rudimentali Faraday si servisse nelle sue ricerche, risulta dalla veduta dei suoi Cimeli, gelosamente conservati nel Museo della *Royal Institution,* di cui il Segretario Generale mi ha gentilmente fornito varie fotografie.

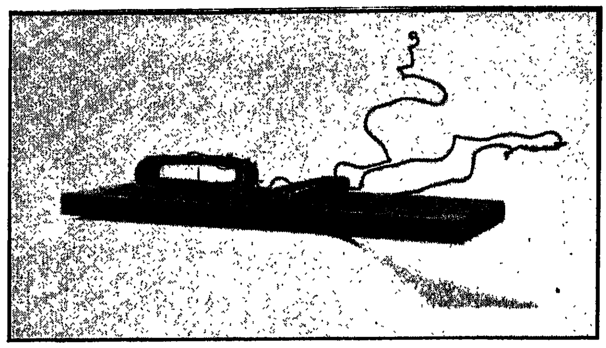


Fig. 5. — Galvanometro balistico.

L'anello storico, mediante il quale venne eseguita la prima esperienza su l'induzione, è riprodotto nella fig. 4 e il galvanometro nella fig. 5. La descrizione dell'esperienza e lo schizzo originale dell'apparecchio sono iscritti di pugno di Faraday nel registro delle sue osservazioni sotto la data del 29 agosto. La collezione di questi registri comprende parecchi volumi, in parte rilegati di sua mano, ove il grande inventore annotò giorno per giorno dal 1831 al 1860 i risultati delle sue esperienze.

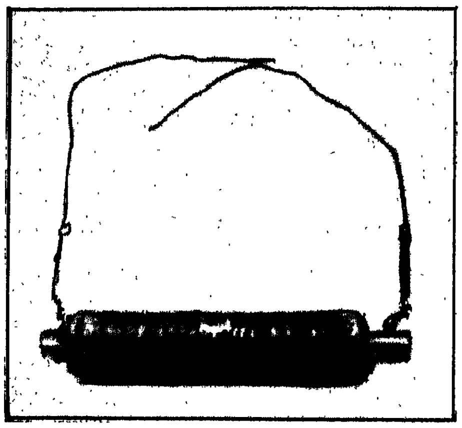


Fig. 6. — Spirale indotta.

Nella fig. 6 si vede la spirale cilindrica, nella quale venne per la prima volta indotta una corrente mediante la introduzione di una sbarra magnetizzata. La fig. 7 riproduce l'insieme degli apparecchi, che servirono nel 1833 alle prime esperienze di elettrolisi, e la fig. 8 quelli mediante i quali venne paragonato il potere induttore specifico di varie sostanze dielettriche nel 1837.

Nella fig. 9 è riprodotta da due disegni, che si conservano nel Museo Scientifico di South Kensington, una elettrocalamita a toro, e la grande calamita permanente, fra i cui poli Faraday fece girare il disco della prima macchina omopolare.



Fig. 7. — Apparecchi elettrolitici.

Nel 1832 la Società Britannica per il progresso delle Scienze, riunita a Oxford, conferì a Faraday ed a tre altri Scienziati il diploma di Dottore in Diritto civile, non senza opposizione dei Teologi di quella Università, i quali male tollerarono il riconoscimento dei meriti scientifici di individui non appartenenti alla Chiesa Anglicana.

Al diffondersi della Sua fama molte altre Corporazioni scientifiche gareggiarono nel tributare a Faraday i meritati onori, e la Pontificia Accademia delle Scienze, i Nuovi Lincei, restaurata nell'anno 1847 dal Sommo Pontefice Pio IX, nell'adunanza del 17 novembre 1850 lo no-

minava Socio corrispondente, essendo Presidente il Principe Odescalchi e Protettore il Cardinale Camerlengo Riario Sforza, i quali bene interpretarono quello spirito di religiosa tolleranza, che la Romana Accademia ha costantemente professato ad universale ammaestramento ed edificazione.

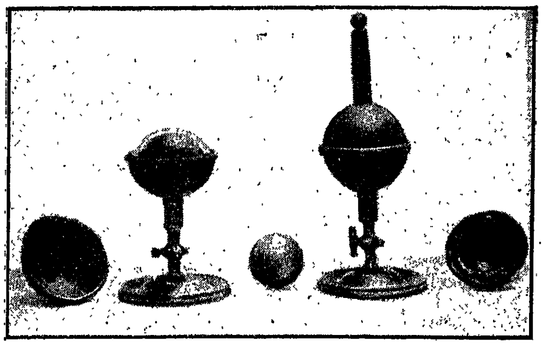


Fig. 8. — Esperienza sui dielettrici.

Tali distinzioni, spontaneamente conferitegli dai maggiori esponenti della cultura scientifica, ebbe Faraday in gran conto, e pochi uomini del Suo tempo ne raccolsero messe così abbondante. Si mostrò invece alieno dall'accettare cariche di carattere prevalentemente formale, per cui declinò la candidatura offertagli per la Presidenza della *Royal Society* e più tardi anche quella della *Royal Institution*, sebbene a questa appartenesse da quasi 50 anni.

Fu poco curante della ricchezza, di cui, in omaggio ai suoi principii religiosi, largì ai meno abbienti quanto era soverchio pei modesti bisogni personali e familiari; non chiese un solo brevetto per le sue numerose invenzioni, e rinunziò per il bene dell'Istituzione che lo ospitava a proficui lavori e beneficii professionali. Una pensione, proposta dai suoi amici, e offertagli da Lord Melbourne in forma poco delicata, venne da Lui respinta, e solo Egli si indusse ad accettarla, quando l'Uomo di Governo di mostrò lealmente addolorato di avere offesa la Sua suscettibilità.

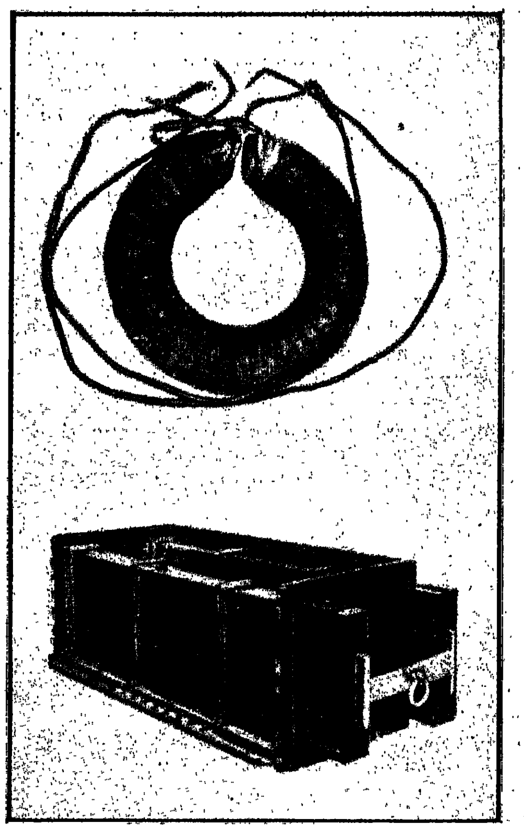


Fig. 9. — Elettrocalamita a toro e grande calamita permanente.

Nel 1841 sentì fortemente indebolirsi la memoria, e sofferse di vertigini, per cui fu costretto a interrompere per un lungo periodo di tempo i suoi studii sperimentali. Li riprese nel 1845 lavorando dapprima per vari mesi su la liquefazione dei gas, e poi nel settembre eseguendo le celebri esperienze su la rotazione del piano di polarizzazione della luce per effetto di un campo magnetico, che Gli diedero grande soddisfazione, fornendo la conferma di un fenomeno di cui Egli aveva da parecchi anni intuita la esistenza, ma non era prima riuscito ad ottenere la prova conclusiva. L'esperienza riuscì felicemente, dopo molti tentativi infruttuosi su altre sostanze, operando sul vetro pesante, di cui Egli stesso aveva per altri scopi ideata la composizione, e impiegando una potente elettrocalamita con l'aiuto della quale Egli osservò sopra una sbarra del medesimo vetro l'orientamento equatoriale nel campo, e mise in evidenza per una gran numero di sostanze il fenomeno diamagnetico, che eccelle tipicamente nel bismuto. Per tali scoperte Gli vennero aggiudicate nel 1846 la medaglia reale e quella Rumford, che mai prima erano state conferite alla medesima persona.

Nel 1847 studiò le proprietà magnetiche delle fiamme e dei gas; nel 1848 quelle dei cristalli, per la prima volta osservate dal Plücker, e quelle della guttaperca come isolante dei conduttori elettrici. Nel 1850 tentò invano di scoprire una relazione fra i fenomeni elettrici e quelli di gravità, alternando periodi di ansiosa ricerca con altri di forzato riposo. Nel 1853 spezzò una lancia contro l'epidemia dello spiritismo, allora in voga, nelle cui manifestazioni riconobbe palese il carattere della mistificazione.

Nel 1854 studiò i fenomeni elettrici, che avvengono nei fili metallici isolati di grande lunghezza, immersi nell'acqua, onde il Field trasse incoraggiamento nella posa del primo cavo sottomarino fra l'Europa e l'America. Nel 1855 pubblicò l'ultima serie delle Sue Ricerche Sperimentali, che porta il N. XXX, e tratta della forza magneto cristallina in mezzi diversi, e della influenza su di essa esercitata dalle variazioni di temperatura.

Nel 1856 si occupò dell'applicazione della luce prodotta con macchine magneto elettriche alla illuminazione dei fari. Nel 1857 sperimentò ancora su la velocità di propagazione delle azioni magnetiche, senza giungere a risultati positivi.

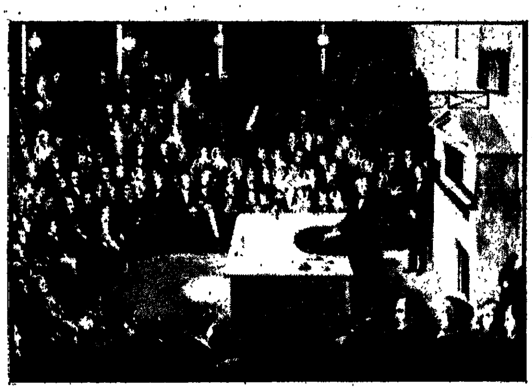


Fig. 10. — Lezione di Faraday.

Nel 1858, per la benevolenza del Principe Consorte, che aveva grandemente imparato a stimarlo ascoltando parecchie delle Sue lezioni, la Regina Vittoria Gli offerse una casa tranquilla in Hampton Court, dove Egli trascorse in seguito lunghi periodi di riposo. La fig. 10 mostra l'interno dell'Anfiteatro della *Royal Institution* in occasione di una delle lezioni di Faraday, impartita alla presenza del Principe Alberto.

Nel 1860 Egli tenne ivi l'ultimo corso per i ragazzi; nel 1861 offerse agli Amministratori dell'Istituto, per ragioni di salute, le proprie dimissioni da Direttore, che per altro non vennero accettate.

Nel 1862 tentò ancora senza risultato di mettere in evidenza mediante lo spettroscopio l'azione di un forte campo magnetico su la luce polarizzata dei vapori di sodio e di litio, che solo 34 anni dopo veniva scoperta da Zeeman con mezzi più adatti. Il 20 giugno di quell'anno Faraday tenne alla *Royal Institution* la sua ultima conferenza sui forni a gas di Siemens, che non potè ultimare senza grandissima fatica. Nel 1865 Egli lasciava definitivamente l'Ufficio di Direttore, e, pur dividendo il suo tempo fra la casa di campagna e l'*Institution*, per la quale sentiva ancora tanto attaccamento, vide con grande rassegnazione affievolirsi giorno per giorno le sue forze.

Il 25 agosto 1867, per l'inesorabile progresso della paralisi, Egli si spense placidamente nel suo studio, circondato dall'affetto dei familiari. Per suo espresso volere la salma, cui spettava di diritto un posto nel famedio degli Uomini illustri, venne deposta senza alcuna pompa nel cimitero di Highgate, e coperta d'una pietra, che ricorda semplicemente il suo nome e le date estreme della vita laboriosa!

Così quel sentimento di profonda umiltà, che aveva ispirato ogni atto della sua esistenza, lo accompagnò fino alla tomba, oltre la quale era schiusa la visione di una pace più duratura di quella terrena. Con la stessa tranquillità di coscienza e illimitata fiducia in Dio, creatore e reggitore dell'Universo, già Egli aveva superato vittoriosamente le altre prove, riserbate al suo spirito ardente.

Quando la piccola Comunità, ove attendeva fin dagli anni gio-

vanili alle pratiche del culto, volle con malintesa intransigenza punirlo di aver mancato a un servizio domenicale in ossequio ad un invito della Regina, destituendolo dal grado di Anziano, Egli fece senza recriminazione l'atto di obbedienza, riprendendo modestamente il posto di gregario fra i suoi compagni di fede.

E quando il Cardinale Wiseman, lustro della Chiesa Cattolica, cui Egli venne presentato dall'Abate Moigno, lo interpellò se fosse intimamente persuaso che tutta la Chiesta di Gesù Cristo, santa apostolica e romana, fosse racchiusa nella piccola setta che Egli dirigeva, rispose: «Oh no; ma io credo dal fondo dell'anima che Cristo è con noi!».

Così quello Spirito eletto, il quale con potente intuizione e indagine sottile aveva strappato il velo che nascondeva tante luci di verità, rifiutando a Sè stesso ogni facoltà di critica religiosa, appagava la Sua coscienza osservando con l'ingenuità del fanciullo le severe tradizioni dei Suoi padri; ciò non pertanto, con la innata bontà e la illibatezza dei costumi, con la carità operante a sollievo di tutti i dolori e le miserie altrui e col sereno abbandono alla Provvidenza Divina, ben si può dire che Egli praticasse in sincerità di aspirazioni le virtù che sono il cardine della morale cristiana!

L'opera scientifica.

Sebbene un cenno di questa si sia già fatto sulle pagine precedenti, rievocandone i momenti più importanti, sembra opportuno riportare su di essa ancora uno sguardo sintetico per metterne in evidenza i principali risultati, secondo l'importanza che hanno avuto nello svolgimento della scienza e nelle pratiche applicazioni.

Silvanus P. Thompson, che ebbe famigliarità con i primi biografi e con discendenti diretti di Faraday, ed A. Naccari, che studiò sistematicamente l'attività scientifica di Lui, la distinguono cronologicamente in tre periodi principali.

Il primo di essi si estende dal 1816 al 1830, e costituisce, per modo di dire, il periodo di formazione intellettuale del nuovo Scienziato, avido di apprendere e chiarire tutti i fenomeni nuovi, e desideroso di contribuire allo sviluppo di quelle discipline, in cui avevano eccelso i Suoi Maestri. Esso si apre con alcuni modesti lavori di analisi, e comprende note preliminari sopra svariati argomenti di chimica e fisica sperimentale, che videro la luce nel *Quarterly Journal of Science*, preludendo a quelle più importanti pubblicate in seguito nei *Proceedings of the Royal Society*.

Un gruppo di quelle note tratta dell'efflusso dei gas attraverso ai tubi capillari, della combustione del diamante, dei suoni prodotti dalle fiamme nei tubi, di alcuni acciai e leghe metalliche, della volatilizzazione del mercurio e della liquefazione dei gas, della preparazione di alcuni idrocarburi. Alcune descrivono le esperienze preliminari su le azioni elettromagnetiche e magnetoelettriche, eseguite in seguito alla scoperta di Oërsted e a conferma della teoria di Ampère.

Il secondo periodo, di gran lunga più fecondo di importanti risultati scientifici, comprende la parte più originale e rimarchevole delle Sue ricerche sperimentali su la elettricità, e si estende dal 1831 al 1839, quando le aggravate condizioni della salute lo obbligarono a un lungo intervallo di riposo. Il terzo periodo va dal 1844 al 1860, e serve di coronamento ai precedenti, in quanto varie ricerche importanti, prima interrotte, vennero nuovamente riprese, e altre iniziate e compiute sopra argomenti affini. Il complesso di quelle ricerche venne presentato alla Società Reale di Londra in trenta serie successive, che costituiscono un'opera monumentale, e furono dall'Autore stesso raccolte in tre poderosi volumi, pubblicati il primo nel 1839 e gli altri due nel 1855.

La scoperta della induzione non venne effettuata a caso, ma preparata con un lunghissimo periodo di meditazione.

Fin dal tempo della scoperta di Oërsted e delle esperienze di Ampère, Faraday aveva in verità cercato di stabilire la relazione inversa di quella elettromagnetica messa in evidenza dal fisico danese, ritenendo che, come la corrente agisce su la calamita, variandone la magnetizzazione, così questa dovesse reagire su quella, modificandone l'intensità. L'idea di poter «*convertire il magnetismo in elettricità*», che Egli già aveva posto a programma delle Sue esperienze infruttuose del 1822 e del 1825, era ancora in Lui così radicata ed assillante, da indurlo a portare nel Suo abito un piccolo modello di elettromagnete, costituito da un nucleo di ferro e sovrapposta spirale di rame, ed a meditare sopra di esso in tutti i momenti di libertà, a fine di scoprire il nesso desiderato. Ampère, De la Rive, Fresnel non erano in questa ricerca stati più fortunati. Arago nel 1824 aveva pel primo osservato l'azione smorzante di un disco di rame sopra un ago magnetico, che oscillava nella sua vicinanza, ma l'aveva attribuita a tracce di ferro esistenti nel metallo, la cui presenza venne peraltro esclusa dalle analisi di Dumas. Con un criterio di analogia egli aveva allora concepito e realizzato la celebre esperienza, che porta il suo nome, della calamita trascinata dal moto del disco; ma anche di questa nessuna spiegazione attendibile era stata trovata, sebbene Herschel e Babbage avessero dimostrato che l'elemento determinante del fenomeno era la conduttività elettrica della sostanza, e che tagli radiali eseguiti nel disco ne paralizzavano l'efficacia.

Nell'estate 1831 riprese Faraday per la quarta volta i suoi esperimenti, e questa volta essi furono coronati dal successo. Le modalità dell'esperienza vennero già in parte descritte nel capitolo precedente, e su di esse non sembra necessario insistere in questa sede, poichè sono ormai familiari a tutti gli studiosi della materia.

Notevole è peraltro la chiaroveggenza, con la quale l'Autore ne seppe modificare le principali condizioni, sostituendo al toro di ferro un anello di legno, per dimostrare la semplice induzione mutua fra due circuiti, in assenza di nucleo magnetico; fra questi facendo intervenire uno spostamento relativo in luogo della variazione della corrente primaria; operando con calamite permanenti su circuiti privi di ogni altra sorgente di f. e. m. Così Egli sciolse definitivamente l'enigma di Arago, e mediante la classica esperienza del disco, rotante fra le estremità di una calamita, diede vita alla prima macchina omopolare, atta a fornire corrente continua a spese di lavoro meccanico senza alcuna commutazione.

In quella prima serie memorabile di ricerche, comunicata alla *Royal Society* il 24 novembre 1831, sono introdotti per la prima volta il concetto e la definizione delle *linee di forza magnetiche*, che oggi più correttamente denominiamo *linee di induzione*; esse ebbero grande importanza nello studio dei fenomeni analoghi, intrapreso ulteriormente dal Faraday, e ne fornirono la corretta interpretazione astraendo da qualsiasi indagine analitica. Tradotte in forma matematica dal genio di Maxwell, le idee di Faraday apparvero solamente più tardi in tutto lo splendore della loro semplicità, ma non acquistarono perciò, per dichiarazione stessa di Maxwell, più grande rigore; perciò questi, di cui si commemora quest'anno il centenario della nascita, a distanza di mezzo secolo poteva ancora affermare che la legge di Faraday non soffriva eccezione, in quanto essa nulla asseriva che non potesse dimostrarsi con l'esperienza, e perciò doveva considerarsi come una espressione matematica esatta, pur senza uscire dal linguaggio elementare.

E' nota ai colleghi, che coltivano questi studi, la serie delle obbiezioni, sollevate più tardi senza fondamento contro la validità di quella legge da C. Hering e A. Blondel, dalle quali originò una polemica assai vivace, protrattasi vari anni, ed a cui io stesso ebbi occasione di partecipare. Gli scritti relativi sono troppo recenti, perchè occorra richiamarli in questo luogo [1]. Basterà perciò ricordare che l'enunciato primitivo di Maxwell, conforme al concetto di Faraday, ragguaglia la f. e. m. indotta al gradiente del flusso concatenato, ma vale senza eccezioni solo per i circuiti invariabilmente chiusi, sui quali esclusivamente Faraday ha esperimentato.

Per i circuiti che non soddisfano a quella condizione, il flusso concatenato perde ogni significato fisico, e la sede della f. e. m. deve ricercarsi in quelli elementi, che subiscono nel campo d'induzione uno spostamento relativo, onde la grandezza di essa va commisurata per ogni elemento al numero di linee unitarie intersecate in ogni unità di tempo. Questo enunciato, del quale per parte mia ho cercato di dimostrare la completa generalità, ha il vantaggio di riportare la considerazione su l'integrale della induzione attraverso la superficie generata dal conduttore nel moto relativo, e si accorda con la teoria moderna, che attribuisce la f. e. m. alla sollecitazione del campo sopra gli elettroni con quello vincolati. Anche in presenza di circuiti fissi le linee di induzione assumono nello spazio un moto relativo in quanto, originando dalle correnti, devono espandersi verso l'esterno allo stabilirsi di queste e contrarsi all'atto della interruzione, come Faraday stesso aveva bene concepito.

Un gruppo interessante di ricerche fece seguito a quelle prime, e venne pubblicato fra il 1833 e il 1834 sopra la conducibilità dei liquidi e i fenomeni di decomposizione elettrolitica, dei quali Egli enunciò le due leggi fondamentali; seguì lo studio della causa della f. e. m. nella pila di Volta.

Nella serie undecima, che ha la data del novembre 1837, Faraday manifesta per la prima volta chiaramente il concetto che l'induzione elettrostatica non sia un'azione di masse estesa a distanza, ma consiste nella polarizzazione del mezzo interposto, preludendo alla possibilità di rischiarare e forse spiegare con un'unica legge le relazioni fra l'induzione elettrica e la decomposizione chimica, fra il movimento degli ioni e la conduttività elettrolitica, fra le manifestazioni elettriche e quelle magnetiche. Risalgono a quell'epoca le classiche esperienze su la conservazione delle masse elettriche, su la loro distribuzione alla superficie dei conduttori nello stato di equilibrio, e su l'influenza del

(1) Fascicolo speciale della *Energia Elettrica* in commemorazione del primo Centenario della morte di A. Volta, 1927.

mezzo isolante nei fenomeni elettrostatici, tutte fra loro collegate da una stretta analogia, che Faraday già intuiva, senza poterla matematicamente dimostrare, fra i diversi ordini di fenomeni, e che la teoria elettronica ha modernamente spiegato in modo così semplice ed elegante.

Abituato a procedere con la massima circospezione nelle Sue deduzioni, e nutrendo un grande rispetto per uomini del valore di Epinus, Cavendish, Poisson ed altri, le cui teorie ammettevano che l'induzione si producesse istantaneamente a distanza e in linea retta, Egli esitò lungamente a rendere noto il concetto che si era in Lui maturato su la polarizzazione graduale del mezzo, di cui volle cercare la conferma attraverso le più meticolose indagini sui fenomeni elettrostatici ed elettromagnetici. Di questi studiò pertanto la propagazione nelle forme più disparate attraverso alle sostanze conduttrici e isolanti, solide, liquide e gassose, vincendo con la Sua genialità di concezione ogni deficienza di mezzi, e sottraendosi con la Sua acutezza di interpretazione alla necessità di tutte le sottigliezze dell'analisi.

Il campo elettrico e magnetico era considerato da Faraday come uno stato particolare di deformazione fisica del mezzo, per virtù del quale questo appariva soggetto a una sollecitazione interna, che tendeva a contrarlo nella direzione delle linee di forza, e ad espanderlo nel senso trasversale; ogni perturbazione creata in un punto d'origine non altrimenti si rendeva percettibile a distanza, se non per la influenza delle particelle contigue, le une sulle altre reagenti, a guisa delle sostanze elastiche soggette a stiramento o compressione. Sebbene Faraday non possedesse alcun elemento di coltura matematica, il Suo linguaggio seppe assurgere ad una tale precisione, e la Sua mente coordinare i fatti apparentemente più discrepanti in una sintesi così poderosa, da renderne attoniti gli uomini di maggiore intelletto.

C. Maxwell ha esplicitamente riconosciuto a Faraday la priorità dell'idea, che sta a fondamento della sua teoria elettromagnetica, e le numerose esperienze elencate nella quattordicesima serie delle Sue ricerche, che ha la data del 1838, sembrano preludere a quelle di E. Hertz, che 50 anni dopo meravigliarono il mondo, e schiusero la via a tutte le applicazioni moderne della radiotelegrafia e telefonia.

Senza ora elencare tutti gli argomenti, affrontati da Farady nel terzo periodo della sua attività, basta ricordare le esperienze sui fenomeni elettrici del ginnoto, ove Egli riconosce un rapporto costante fra la quantità di elettricità sviluppata e la forza nervosa spesa, e quelle sui fenomeni elettrici della pila, che Egli ascrive essenzialmente alle reazioni chimiche interne, ripudiando la teoria del semplice contatto come contradditoria al principio della conservazione dell'energia, di cui Egli certamente ebbe l'intuizione prima di Mayer e di Joule.

Le esperienze eseguite nel 1845 intorno all'azione del campo elettrico sopra la luce polarizzata non dettero risultato positivo, ma servirono di preludio a quelle più fortunate di Kerr. Riuscirono invece le esperienze su l'azione del campo magnetico; anche quelle, allora infruttuose, su gli effetti della luce sull'elettricità e magnetismo, vennero più tardi coronate di successo, quando si ebbero a disposizione mezzi più potenti, e dettero luogo alle applicazioni delle celle a resistenza variabile di selenio, delle pile fotoelettriche e degli spinterometri a ionizzazione.

Il solo problema, abbordato da Faraday senza successo ed ancora oggi insoluto, fu quello delle relazioni fra l'elettricità e la gravitazione, che continua ad affaticare la mente dei filosofi e degli scienziati.

Definito nella serie ventiseiesima delle Sue ricerche il concetto della *conducibilità magnetica,* venne nelle successive ribadito ancora quello delle linee magnetiche, che Faraday continuò a chiamare *di forza,* ma che più propriamente si devono considerare *di induzione,* e di esse venne chiarito il carattere solenoidale, e suggerito che una unità fosse prescelta per la misura del flusso, cosa che solo nel 1930 è definitivamente avvenuta ad opera della Commissione Elettrotecnica Internazionale, riunita a Stoccolma.

La sintesi più completa del pensiero scientifico di Faraday, intorno agli innumerevoli fenomeni fisici da Lui studiati, è racchiusa in alcune memorie da Lui stesso redatte nell'ultimo periodo della Sua attività sperimentale, e pubblicate nel *Philosophical Magazine* del 1852 e 1855, delle quali il libro di Naccari contiene un interessante riassunto. E' mirabile la chiarezza con la quale Egli si prospettava lo spazio, ove si manifestano le azioni magnetiche di una calamita o di una corrente, come una *atmosfera di forza,* nell'interno della quale, per effetto del moto relativo, tendono a prodursi nei corpi conduttori delle correnti elettriche, e le quantità di elettricità messe in circolazione risultano, come Egli dice, proporzionali alla quantità di forza che compete allo spazio attraversato, ossia, secondo il linguaggio moderno, al numero di linee unitarie di induzione che lo attraversano. A queste Egli attribuisce una vera esistenza fisica, legata alla sorgente che le produce e alla natura del mezzo che serve a propagarle, laddove i fisici matematici non sogliono concepirle se non come una rappresentazione pittorica del campo, dalla quale molti preferiscono di astrarre, in quanto quella esistenza non può essere sperimentalmente confermata.

Conclusione.

Dopo aver chiuso la serie mirabile delle Sue ricerche su la elettricità nel 1855, Faraday eseguì ancora alcune esperienze interessanti sopra le proprietà ottiche dell'oro, ridotto in fogli sottilissimi o in minutissime particelle, preludendo in certo modo a quelle più recenti sulle sostanze colloidali. Nel 1858-59-60 tenne alla *Royal Institution* le Sue ultime tre conferenze sul telegrafo di Wheatstone, su la luce elettrica e sul telaio elettrico. Nella prima di queste è contenute una solenne affermazione dell'importanza degli studi fisici come mezzo di educazione mentale, che mi piace ripetere qui, poichè meglio di ogni altra parola riassume il Suo concetto pedagogico finale, e l'ideale che Egli si era proposto di raggiungere nel culto delle discipline a cui si era con tanta passione e genialità consacrato:

«... Se esaminiamo, Egli dice, questi progressi, e diamo alla parola *educazione* un così ampio significato, da comprendervi tutto ciò che serve al perfezionamento della mente umana, sia con l'acquisto di cognizioni, sia col farla atta ad operare da sè, ci convinceremo dell'importanza dell'ufficio, che nell'educazione possono avere le scienze fisiche.

«Esse c'insegnano a non considerare nulla come indifferente; a non ispregiare i piccoli principii, perchè essi necessariamente precedono le grandi cose, tanto nella scienza pura quanto nell'applicata. Esse ci insegnano a confrontare sempre il piccolo e il grande nelle condizioni più svariate, perchè il piccolo abbraccia in germe il grande tanto frequentemente, quanto il grande contiene il piccolo, con che la mente si fa più comprensiva.

«Esse ci insegnano a trarre con attenzione dai fatti i principii generali, a stabilirli oppure a differire le conclusioni: a scoprire le leggi, a seguirle, e, appoggiandoci ad esse, applicare al grande ciò che sappiamo del piccolo.

«Esse ci insegnano ad imparare dai maestri e dai libri ciò che è già noto, e a procacciarci dell'altre cognizioni col lume della scienza e con i suoi metodi, per lasciare ai posteri qualche cosa che in avvenire fruttifichi, come noi ne ricevemmo da chi ci precedette. Bacone dice che lo scienziato non deve operare come la formica, che solo raccoglie, nè come il ragno, che trae solo da sè medesimo la materia dell'opera sua; ma come l'ape, che nel tempo stesso raccoglie e produce.

«Queste considerazioni, che furono suggerite dalla elettricità, si possono applicare ad ogni parte della Fisica. Spesso si dice che l'elettricità è bella, è meravigliosa; ma le altre forze della natura non sono da meno. La bellezza della elettricità, o d'altra forza naturale, non sta in ciò, che di misterioso e d'inatteso essa ci può presentare, non nelle meravigliose apparenze con cui essa colpisce i nostri sensi; bensì in ciò, che essa obbedisce a leggi determinate, e che in molti casi l'ingegno umano può dominarla. Lo spirito umano sta al di sopra di essa, e da questo punto di vista meglio appare la dignità e la importanza pratica della educazione della mente, fornita dalle scienze della natura, perchè queste, dando modo all'uomo di piegare ai propri servigi le forze naturali, lo fanno più largamente partecipe dei doni di Dio».

Alla realizzazione di quell'ideale M. Faraday ha consacrato 50 anni della Sua esistenza laboriosa, nulla curando fuori del culto della verità, nulla chiedendo fuori della soddisfazione di contribuire al progresso della Scienza e dell'Umanità, per il quale rinunziò generosamente a tutti i benefizi materiali, che dalla legittima protezione delle Sue invenzioni avrebbero potuto derivargli.

A quale altezza morale Egli fosse salito, e quale estimazione facessero di Lui i suoi contemporanei, bastano a dimostrare pochi giudizi di Uomini sommi che, avendo avuto con Lui dimestichezza e assistito da vicino ai Suoi trionfi, ebbero per la valutazione dell'opera Sua la maggiore autorità ed i più sicuri elementi.

Dice Tyndall alla fine della sua biografia:

«Era ricco egualmente di spirito e di cuore. I tratti gloriosi di un nobile carattere, delineati da S. Paolo, trovano in Lui la realizzazione perfetta. Egli era infatti irreprensibile, vigilante, sobrio, di condotta esemplare, abile a insegnare, non avido di lucro. La vita del suo spirito e della sua intelligenza era così piena, che le cose, a cui gli uomini aspirano più ardentemente, gli erano del tutto indifferenti».

Scrisse Dumas:

«La semplicità del suo cuore, il suo candore, l'amore ardente della verità, la franca simpatia per ogni successo, l'ingenua ammirazione per le scoperte altrui, la modestia naturale nell'apprezzamento delle sue, l'animo nobile, indipendente e fiero, conferivano un fascino incomparabile alla fisonomia del Fisico illustre. Io non conobbi uomo

più meritevole di essere amato, ammirato e rimpianto. La osservanza della sua fede religiosa e della legge morale fu il tratto dominante della sua vita. Senza dubbio la sua ferma credenza in quella giustizia superiore, che valuta tutti i nostri meriti, e in quella sovrana bontà, che pesa tutte le nostre sofferenze, non hanno ispirato a Faraday le sue grandi scoperte; ma gli hanno dato la rettitudine e il rispetto di sè stesso, la forza contro le proprie passioni e lo spirito di giustizia, che gli ha permesso di lottare con fiducia contro la cattiva fortuna, e di accettare la prosperità senza esserne inebriato».



Monumento a Faraday nella Royal Institution.

E dopo aver tracciato un felice paragone fra Ampère e Faraday, l'uno tutto dedicato alla meditazione, l'altro all'azione, quegli che tutto domandava al pensiero, questi alla realtà dei fatti, sì che nulla sembravano avere di comune, Dumas continua: «Ma Ampére e Faraday avevano entrambi la fibra poetica, il cuore aperto e l'anima elevata; Essi ignovano l'invidia e la gelosia. Ogni raggio di luce li riempiva di gioia, sia che provenisse dal di dentro o dal di fuori, sia che sprizzasse dal cercello loro o da quello di un emulo. La gioventù li travava pieni di bontà e di benevolenza affettuosa; ogni successo li rendeva felici. Essi amavano l'umanità e la sua grandezza; rispettavano il suo carattere e la sua missione su la terra. Si consideravano come strumenti di una volontà suprema, alla quale obbedivano con rispetto, e se per coloro, che non ne conoscono che le opere, Essi contano fra i geni che onorano l'umanità, per coloro che hanno conosciuto le loro persone Essi trovano il posto fra le più umili e sottomesse creature di Dio».

E più avanti aggiunge ancora: «Il nome di Faraday dev'essere incluso nella lista di coloro, che furono sinceri nella fede non meno che profondi nella Scienza. Newton e Faraday, il più grande geometra e il più felice degli esperimentatori, nulla trovarono nello studio della natura che potesse scuotere la loro credenza; Newton, che penetrò nella profondità dei cieli, assoggettando per sempre al calcolo la marcia degli astri, e rivelando all'uomo le leggi del sistema del mondo; e Faraday che penetrò nelle viscere della materia, facendo scaturire dagli urti di particelle invisibili, e dall'incontro delle forze insensibili che esse nascondono, poteri meravigliosi, hanno egualmente conservato le pie convinzioni della loro infanzia. L'orgoglio del successo non li ha mai inebriati, e, mentre le loro scoperte servivano d'argomento agli increduli, la loro convinzione personale non si è mai smentita per un solo istante».

In questi giudizi concordavano senza eccezione anche coloro che, a fianco dell'astro maggiore, brillarono nel firmamento scientifico del secolo scorso come stelle di prima grandezza. W. Thomson, che fu poi Lord Kelvin, a una lettera indirizzatagli da Faraday sul principio della sua carriera in ringraziamento di una memoria inviatagli nel 1857, così rispose:

«Un simile giudizio da parte Vostra sarebbe compenso più che sufficiente per tutto ciò che io mi propongo di tentare per la Scienza. Io sento quanto poco ho fatto finora per meritarlo, ma esso varrà a darmi la spinta più potente per seguirvi nella direzione da Voi tracciata, e nella quale da gran tempo io credo necessario di procedere per acquistare una visione più profonda della natura».

*

Questa è la figura dell'Uomo, che le maggiori Accademie di Europa intesero a loro tempo di onorare, e dal quale per riflesso furono esse stesse onorate. La *Royal Institution*, che fu teatro della Sua attività meravigliosa, Gli ha eretto un monumento degno di Lui. La manifestazione odierna, modesta attraverso alla mia parola, ma solenne per la Vostra presenza, è un giusto riconoscimento dell'opera di quel Grande, della quale il ricorrente centenario rievoca solo l'episodio più glorioso, ma che in tutte le sue estrinsecazioni rifulse di perfetta armonia, ond'essa Lo addita alla riconoscenza e ammirazione universale.

LA REATTANZA DELLE MACCHINE SINCRONE

G. REBORA

In questo studio viene illustrato un nuovo metodo per calcolare la reattanza dello statore di una macchina sincrona sprovvista di rotore. Impostata la espressione teorica fondamentale della reattanza del circuito, si giunge ad una formula pratica applicativa coll'aiuto di termini ricavati da ricerche sperimentali estese a gran numero di macchine diverse per tipo, potenza e caratteristiche costruttive. Segue un esempio di applicazione della reattanza così determinata al calcolo della sopraelevazione di tensione e della corrente eccitatrice dei generatori sincroni trifasi a diversi carichi.

1. - Definizione.

Nelle diverse trattazioni il nome di reattanza ha per le macchine sincrone un significato non univoco, poichè molti Autori applicano lo stesso nome ad entità tra loro ben diverse. Bisogna quindi definire anzitutto la reattanza che si intende determinare col calcolo e colla prova.

Oggetto della presente ricerca è *la reattanza per fase di statore di una macchina sincrona priva di rotore*. Vedremo in seguito nelle applicazioni per le quali è richiesto il valore della reattanza, entro quali limiti la assunzione fatta sia lecita.

Certo è che la misura eseguita, come alcuni fanno in presenza del rotore fermo in diverse posizioni, o in moto a velocità più o meno prossima al sincronismo non porta alla determinazione della reattanza voluta.

Il problema proposto, anche immaginando allontanato il rotore causa grave di perturbazione, non è suscettibile di un calcolo rigoroso. Ciò non deve recare meraviglia poichè memmeno la induttanza di una semplice bobina circolare a sezione rettangolare libera in aria si presta, come si sa, ad una valutazione precisa.

Tanto meno potremo pretendere quindi una determinazione esatta per un avvolgimento di macchina i cui elementi, variamente distribuiti, hanno forma poligonale più o meno allungata, con testate ripiegate in diversi modi e si trovano in presenza di ferro.

2. - Impostazione della formula.

La nuova formula alla quale giungeremo assomiglia in parte ad altre già proposte (Zani, Hobart, Pichelmayer), senonchè quelle non furono assoggettate ad un controllo sperimentale tanto esteso da conferire credito sufficiente ai coefficienti che le affettano. Inoltre nessuna contempla il caso degli avvolgimenti a passo accorciato oggi largamente usati.

La formula qui proposta se ha richiesto un lungo lavoro sperimentale dà, in compenso, buoni risultati con mezzi semplici. A conferma ho potuto constatare che formule e procedimenti senza paragone più complessi (Doherty) e Shirley) non danno in nessun caso risultati migliori nè più attendibili.

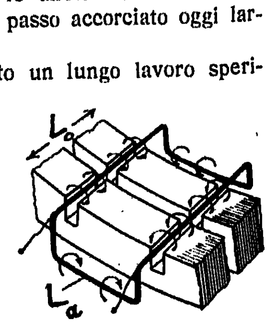


Fig. 1.

Consideriamo anzitutto la induttanza di una fase. La induttanza che qui interessa corrisponde al flusso detto di dispersione che, generato attorno ai conduttori dell'avvolgimento statore lungo tutto il loro percorso nel ferro e nell'aria per effetto della corrente in essi circolante, è concatenato coi conduttori stessi (fig. 1).

Il concetto generale d'induttanza così precisato dà luogo alle se-

guenti considerazioni quando si esamini da vicino una macchina reale.

Il flusso attorno al fascio di conduttori costituenti una fase sotto un polo dipende :

a) dalle dimensioni e dalle proporzioni dei canali che li contengono;

b) dall'essere il canale aperto o semichiuso e più o meno profondo in confronto alla larghezza;

c) dal numero dei canali nei quali i conduttori sono distribuiti lungo il passo polare;

d) dal passo più o meno accorciato dell'avvolgimento;

e) dalla presenza della massa magnetica dell'induttore in quanto il valore del traferro ed il rapporto tra arco e passo polare possono modificare il flusso concatenato coi conduttori di indotto;

f) dalla saturazione dei denti, variabile da punto a punto della caratteristica di magnetizzazione della macchina;

g) dallo sviluppo delle testate, dal loro andamento variabile col tipo di avvolgimento e di connessione frontale;

h) dall'effetto, nelle macchine trifasi, dovuto alle correnti circolanti nelle altre fasi. Tale effetto è nullo nelle bifasi e nelle monofasi;

i) dalla presenza di masse metalliche magnetiche o no presso le testate (cuffie, placche, ecc.).

*

Un circuito di M spire tutte concatenate con un flusso Φ (c. g. s.) generato dalla corrente di 1 ampere circolante in esse, possiede una induttanza di $M\,\Phi\,10^{-10}$ henry.

Consideriamo ora il circuito di $n\,q$ spire cioè di $n\,q$ condutttori sotto un polo, e sia ψ il flusso prodotto dagli $n\,q$ conduttori percorsi dalla corrente di 1 ampere lungo 1 cm del pacco lamiere. Il flusso corrispondente al tratto L_0 per 1 ampere di corrente circolante sarà : $n\,q\,\psi\,L_0$.

Per tener conto della lunghezza L_a della testata, che per quanto in minor misura, essendo in aria, contribuisce però alla produzione del flusso, esprimeremo il valore totale del flusso con $n\,q\,\psi\,L_0\,K$, dove K è un coefficiente di aumento. Si suppone con ciò che l'effetto delle testate L_a sia equivalente ad una certa quota parte di quello del pacco L_0.

Ciò posto, la induttanza dell'avvolgimento per polo diviene :

$$n^2\,q^2\,L_0\,\psi\,K\;10^{-8}$$

e per p poli :

$$n^2\,q^2\,L_0\,p\,\psi\,K\;10^{-8}.$$

Raccogliendo in un unico termine C_0 i fattori ψ, K, e tutti gli elementi variabili che entrano nel fenomeno, avremo :

Induttanza in henry di 1 fase $= n^2\,q^2\,L_0\,p\,C_0\;10^{-8}$
Reattanza in ohm corrispondente $= 2\,\pi\,f\,n^2\,q^2\,L_0\,p\,C_0\;10^{-8}$

Naturalmente C_0 non è una costante ma essa stessa è funzione complessa di molte variabili.

Le misure sistematiche hanno messo in evidenza l'effetto predominante delle variabili q e x (q numero canali per polo e fase : x coefficiente di accorciamento del passo dell'avvolgimento). $C_0 = x\,C$, dove C è funzione di q.

1) Reattanza di una fase di statore (costituita da un circuito semplice) misurata senza rotore, per un avvolgimento a passo intero ($x = 1$) :

$$X = 2\,\pi\,f\,n^2\,q^2\,L_0\,p\,C\;10^{-8} \qquad (1)$$

2) Reattanza di una fase di statore, come sopra, per avvolgimento a passo accorciato :

$$X = 2\,\pi\,f\,n^2\,q^2\,L_0\,p\,x\,C\;10^{-8} \qquad (2)$$

La esperienza dimostra che la X a parità di tutte le altre condizioni è proporzionale al coefficiente di accorciamento del passo x.

Se poi la fase è costituito da a elementi in parallelo, il calcolo della reattanza si eseguisce come se tutti i conduttori della fase fossero in serie fra loro e si divide il risultato per a^2.

La formula generale definita della reattanza diviene infine :

$$X = 2\pi f\,\frac{n^2\,q^2}{a^2}\,L_0\,p\,x\,C\,10^{-8} \qquad 3)$$

X reattanza (senza rotore) di 1 fase in ohm;
f frequenza in cicli/sec;
n n. conduttori per canale;
q n. canali per polo e fase;
L_0 lunghezza totale pacco ferro, in cm compresi, se vi sono, gli spazi di ventilazione;
p n. poli;
x coefficiente di accorciamento del passo dell'avvolgimento espresso in frazione di passo. (Vedi G. Rebora - « Avvolgimenti trifasi » - *L'Elettrotecnica*, 5 febbraio 1931);
a n. delle vie dell'avvolgimento di 1 fase;
C termine dato dalla esperienza in funzione di q. Diagrammi : figure 2, 3, 4, 5.

Il termine C assume i valori particolari C_3, C_2, C_1, secondo che si alimentano tre fasi in trifase, due fasi in serie, od una sola fase.

Esempio.

Vogliasi la reattanza per fase di un turboalternatore trifase di cui si conoscono i seguenti dati :

kVA 15.000 - V 10.000 - A 870 - poli 2 - giri 3000 - freq. 50 ∿
$n = 8$. $q = 9$. $L_0 = 193$. $x = 0{,}63$ $a = 2$

canali aperti : due zone per canale.

$$X = 2 \times \pi \times 50 \times \frac{8^2 \times 9^2}{2^2} \times 193 \times 2 \times 0{,}63 \times C_3 \times 10^{-8}$$

per $C_3 = 2{,}22$ (rilevato dal grafico, fig. 5) si ha $X = 2{,}18$ ohm. La misura diretta ha dato 2,12 ohm.

Non sempre la coincidenza è così perfetta. Ma scarti anche del 10 ∿ 15 % poco pregiudicano i risultati dei nostri calcoli definitivi.

3. - Determinazione sperimentale di C.

Le prove dirette furono eseguite su statori di macchine sincrone trifasi senza rotore, colle seguenti modalità :

I) Alimentazione dello statore con corrente trifase.
Misura della corrente, della tensione, della frequenza, della resistenza.
Deduzione della impedenza e della reattanza di 1 fase.
Il numero dei canali per polo e fase è q.
Si ricava il termine C_3 diagramma, fig. 2.

II) Alimentazione dello statore con corrente alternata semplice (due fasi in serie).
Misura della corrente, della tensione, della frequenza, della resistenza.
Deduzione della impedenza e della reattanza di due fasi in serie.
Il numero dei canali per polo e fase è $2\,q$. Se si considera infatti per ogni fase del trifase q canali per polo e fase se ne avranno $2\,q$ passando al monofase costituito da due fasi in serie. Manca l'effetto di altre fasi.
Si ricava il termine C_2 diagramma, fig. 3.

III) Alimentazione dello statore con corrente alternata semplice (1 sola fase).
Misura della corrente, della tensione, della frequenza, della resistenza.

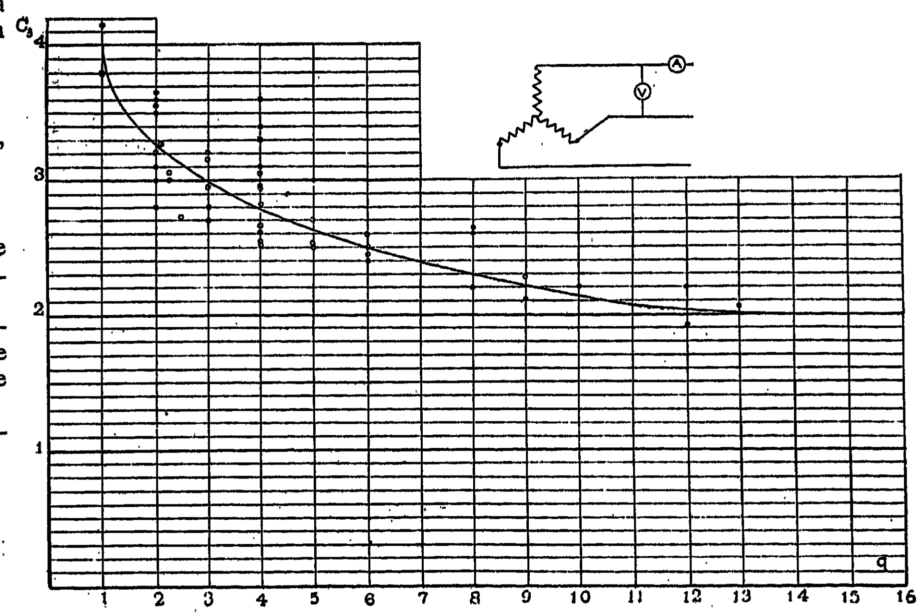


Fig. 2.

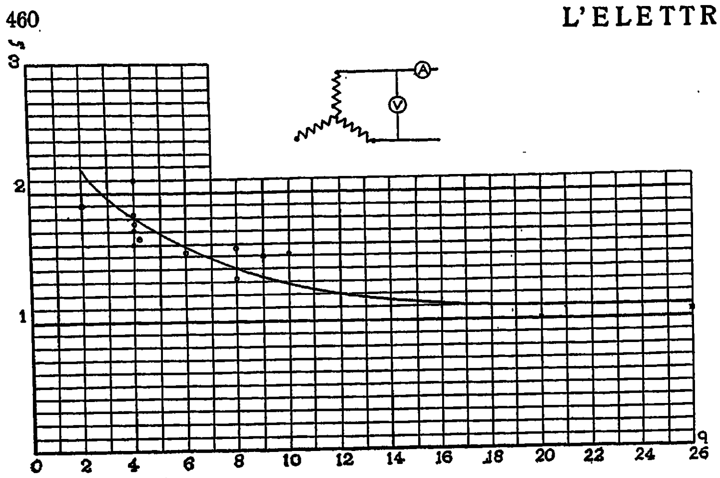


Fig. 3.

Deduzione della impedenza e della reattanza di 1 fase.

Il numero dei canali per polo e fase è q e si annulla l'effetto delle altre fasi.

Si ricava il termine C_1 diagramma, fig. 4.

Per le macchine trifasi basta la determinazione di C_3. E' tuttavia istruttiva anche la ricerca di C_2, C_1 e serve per i monofasi aventi una eguale distribuzione di conduttori.

La corrente in queste prove deve essere prossima a quella *normale di esercizio*: ci si avvicina il più possibile alle condizioni reali. Operando con correnti assai inferiori a quelle di targa la reattanza risulta maggiore a causa della minore riluttanza dei denti. Il fenomeno è sentito coi canali semichiusi.

La fig. 5 mostra i tre diagrammi che esprimono C_1, C_2, C_3 in funzione di q rispettivamente per la alimentazione di 1 fase, di 2 fasi in serie e di 3 fasi in trifase.

Per dare un'idea della estensione data alle prove e poter attribuire un giusto valore agli scarti sperimentali (fig. 2, 3, 4) citerò alcuni dati statistici che inquadrano il vasto campo di prova indagato. Gli avvolgimenti provati sommano a circa un centinaio. Furono sottoposti a misura anche statori di motori trifasi (senza rotore) e rotori di motori estratti dal rispettivo statore. Le macchine appartenenti a 18 costruttori diversi sono comprese entro i seguenti limiti caratteristici:

kVA	$0{,}5 \div 43.000$
Volt	$100 \div 15.000$
Giri/m	$125 \div 3600$
N. poli	$2 \div 44$
Lunghezza pacco lamiere	$60 \div 3600$ mm
N. canali polo e fase	$1 \div 16$
Canali (aperti e semichiusi) profondità	$20 \div 160$ mm
Canali (aperti e semichiusi) larghezza	$7 \div 30$ mm
Passi avvolgimento	$1 \div 0{,}63$
Tipo di avvolgimento: *a* 1 e a 2 zone per canale - *a* matasse eguali, in 2 e in 3 ordini - Ondulati a regressione.	
N. circuiti in parallelo per fase	$1 \div 4$

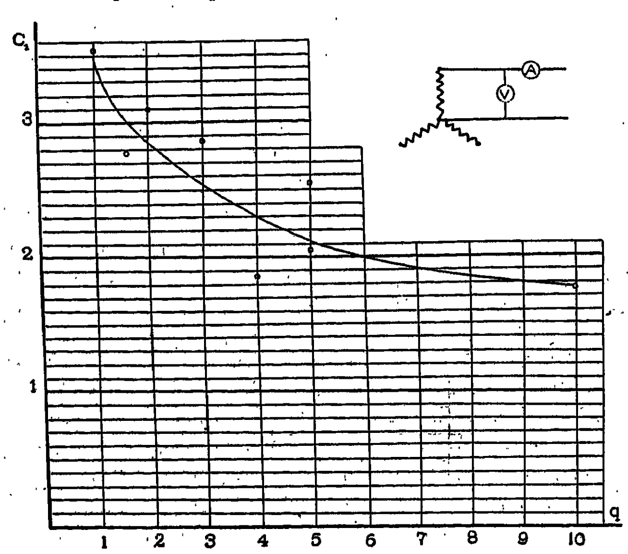


Fig. 4.

Dal grafico della fig. 5 si può ricavare per comodità la seguente tabella di dati medii.

q	C_3	C_2	C_1
1	4	—	3.50
2	3.25	2.20	2.85
3	3	1.95	2.55
4	2.77	1.80	2.30
5	2.64	1.67	2.13
6	2.50	1.57	2
8	2.30	1.40	1.85
10	2.15	1.30	1.75
12	2.05	1.20	—
16	2	1.10	—
20	2	1.10	—

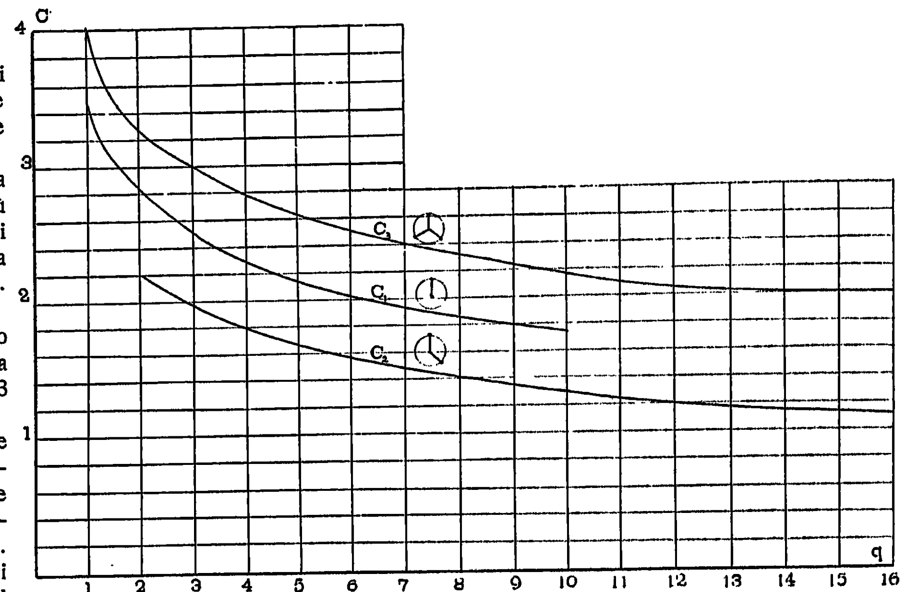


Fig. 5.

Questa tabella insieme alla formula generale (3):

$$X = 2 \pi f \frac{n^2 q^2}{a^2} L_u \, p \, x \, C \, 10^{-8}$$

risolve il problema proposto.

4. - Osservazioni critiche.

La reattanza di una fase separata, con alimentazione monofase, (prova III) risulta minore della reattanza corrispondente alimentando lo statore con un sistema trifase. A seconda dei tipi di avvolgimento la reattanza per fase con misura trifase è del 10 al 30 % maggiore di quella fatta con misura monofase. In media si può ritenere il 20 %. In qualche caso la differenza è meno sensibile e si riduce al $6 \div 7$ %.

Gli scarti sono dovuti specialmente al tipo delle testate e delle connessioni frontali. In qualche caso la reattanza misurata risulta un po' superiore a quella calcolata colla formula (3) a motivo dello sviluppo anormale delle parti frontali delle matasse in confronto alla parte compresa nel ferro.

Questo ad esempio è il caso di macchine a pacco-ferro assai ridotto con avvolgimenti ad alta tensione a testate assai sporgenti. Le macchine a due zone per canale, grazie alle loro uniformità costruttiva danno risultati che si scostano assai poco dalla media.

Le differenze che si possano riscontrare da caso a caso si accentuano specialmente quando si tratta di $1 \div 2$ canali per polo e fase e diminuiscono col crescere di q.

A macchina completa e funzionante, i denti di statore prossimi a saturazione tendono a diminuire la reattanza di dispersione. Per contro la presenza del rotore specie se il traferro non è molto grande porta ad aumentare la reattanza stessa.

Le cuffie di protezione degli avvolgimenti possono anch'esse in vario senso modificare leggermente la reattanza.

Tali sono i dubbi che si affacciano quando si voglia adottare per la reattanza di dispersione in servizio il valore della reattanza calcolato o misurato sullo statore senza rotore.

5. - Applicazione.

Misurata o calcolata la reattanza di statore senza rotore è naturale domandarsi se e come, in ultima analisi, essa servirà agli scopi pratici.

Nei problemi che ci interessano, giova avvertire che la reattanza non è di solito che uno dei molti elementi in giuoco. Il valore della reattanza di dispersione entra peraltro in tutti i problemi relativi ai generatori ed ai motori sincroni. Basta accennare alle sopraelevazioni di tensione nei generatori, alle correnti di eccitazione ai diversi carichi con vario fattore di potenza, alla determinazione delle curve a V nei sincroni, allo studio dei fenomeni transitori di corto circuito, al calcolo della caratteristica di corto circuito permanente.

La discussione, dico subito, dura tuttora dopo tanti anni di studio e di ricerche con poca probabilità di accordo, ed aggiungo, con scarsa utilità: poichè l'effetto ultimo del valore della reattanza di dispersione sulle quantità che si vogliono determinare è in realtà assai modesto. In altri termini i risultati definitivi mutano poco anche con qualche scarto nella reattanza, e la precisione che si pretende da tali computi è limitata.

In simili argomenti è più facile che sia la esperienza a dire l'ultima parola, fornendo soluzioni pratiche adatte che la prova diretta senz'altro conferma.

A titolo di esempio applicativo prendo il caso comune del calcolo della corrente eccitatrice di un generatore trifase in funzione del carico.

Avverto anche che il procedimento qui indicato, noto per sè stesso nelle sue linee generali si è dimostrato ottimo dopo numerose prove per risolvere tutti i problemi relativi ai generatori ed ai motori qualunque sia il tipo di rotore, a poli salienti o liscio.

In un generatore sincrono trifase la sopraelevazione e in volt (fig. 6), per un carico normale a V volt$_{eff.}$ ai morsetti con corrente I amp-eff. in ritardo di fase φ, è data dalla costruzione illustrata in fig. 7, insieme al diagramma, fig. 6.

Si suppone nota la caratteristica a vuoto.

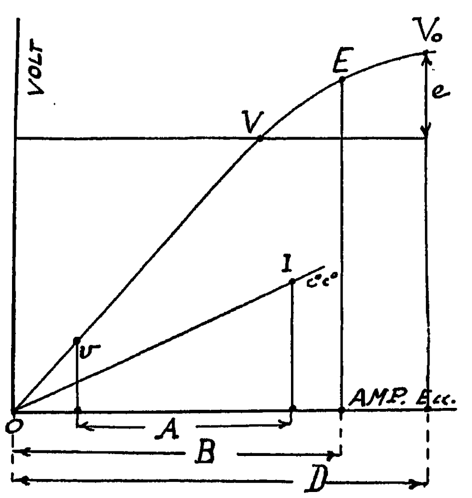


Fig. 6.

Siano: A = amp. di rotore corrispondenti alla reazione di statore.

Si ritiene in media:

$$\text{Macchine a poli salienti:}\quad A = \frac{1{,}06\, n\, q\, I\, K_3}{N}$$

$$\text{Macchine a rotore liscio:}\quad A = \frac{1{,}2\, n\, q\, I\, K_3}{N}$$

(Vedi G. Rebora: «Il calcolo delle macchine elettriche»).

- φ angolo di fase corrispondente al fattore di potenza del carico;
- $o\,a = V$ tensione normale in volt ai morsetti del generatore a stella;
- $a\,b = 1{,}73\,R\,I$ caduta homica nello statore in volt;
- R resistenza equivalente in ohm di 1 fase;
- $b\,c = 1{,}73\,X\,I$ caduta induttiva in volt nello statore;
- $o\,c = E$ f. e. m. indotta in volt (tensione interna);
- n n. conduttori per canale;
- q n. canali per polo e fase;
- N n. spire di 1 polo rotore;
- I corrente in amp. in un conduttore di statore;
- K_3 fattore di passo.

Per passo intero: $K_3 = 1$. Per passo accorciato x si ha:

$$K_3 = \text{sen}\,(90^\circ \cdot x).$$

(Vedi G. Rebora: «Avvolgimenti trifasi», *L'Elettrotecnica*, 5 febbraio 1931).

Si porti $o\,d = A$ in fase con I.

Si tracci V spostato di φ rispetto a I e portando $a\,b$ in fase con I e $b\,c$ in quadratura si determini $o\,c = E$.

La caratteristica a vuoto alla f.e.m. E assegna una eccitazione B (fig. 6). Si porti B a 90° in avanzo su E in fig. 7. La f. e. m. E è in ritardo di 90° sulla f.m. m. che la genera.

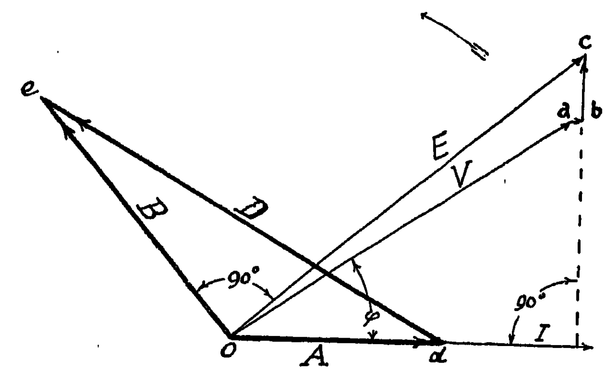


Fig. 7.

La risultante D (fig. 7), dà la corrente di eccitazione cercata.

Riportando tale valore sulla caratteristica a vuoto si determina V_o. La sopraelevazione di tensione della macchina nelle condizioni di carica e cos φ precisati è in %:

$$\frac{V_o - V}{V}\,100$$

il che si voleva trovare.

Questo procedimento suppone nota X (calcolo o prova). Si può osservare che nota la caratteristica in corto circuito, il valore di A (calcolato) determina sulla carateristica a vuoto il valore $v = 1{,}73\,X\,I$. Epperò questa costruzione ammesso A noto viene a fornire X per tutt'altra via di quella seguita usando la formula (3) proposta in questo studio.

Nella maggior parte dei casi l'accordo tra i valori determinati coi due metodi è più che sufficiente. A titolo informativo posso dire che il confronto su 21 macchine diverse, tra il fattore C_3 ricavato dalla misura effettiva di X senza rotore ed il C_3 rilevato da X dedotto da v secondo la costruzione (fig. 6) ha mostrato un discreto accordo. Va osservato per altro che data la inclinazione di $O\,V$ (fig. 6), la incertezza nel valore di A e la inevitabile scarsa precisione della costruzione grafica possono alterare il valore di X dedotto da v.

6. - Conclusione.

La formula proposta in questo articolo determina in modo sufficiente *la reattanza di dispersione di uno statore di macchina sincrona misurata senza rotore.*

Ogni costruttore potrà anche per il suo tipo costante di macchina affinare e precisare meglio il valore più adatto per C.

La reattanza così valutata, misurata direttamente con una semplice prova o calcolata colla formula (3), unitamente al procedimento di cui si è a titolo d'esempio illustrata una applicazione si presta a risolvere i problemi inerenti alle macchine sincrone qualunque sia il tipo di rotore e di statore.

Ripetute prove dirette su alternatori e motori sincroni, prove all'infuori di ogni formula o ipotesi, confermano pienamente la bontà del metodo. Non è inutile osservare che procedimenti assai più complessi non forniscono risultati migliori.

IL FULMINE

F. W. PEEK

Vengono riassunti i progressi compiuti negli studi relativi alle scariche atmosferiche e alle loro conseguenze relative alle linee elettriche di trasmissione. Ai nuovi mezzi sperimentali di laboratorio si sono recentemente aggiunte le osservazioni dirette sui fenomeni che avvengono sulle linee in esercizio. Dal complesso delle cognizioni così acquistate si deducono norme pratiche relative all'isolamento delle linee e dei trasformatori ad esse collegati.

Durante gli ultimi anni il problema del fulmine si è potuto porre su una base tecnica grazie al concorso di studi eseguiti sia in laboratorio che su linee in esercizio. Lo scopo di queste brevi note è quello di tracciare un quadro dei progressi compiuti in questo campo e di dare un riassunto dello stato attuale delle nostre cognizioni, prospettando anche alcune applicazioni di carattere tecnico.

I. - ESPERIENZE E STUDI.

Le prime esperienze di laboratorio furono eseguite su modelli in scala ridotta; più recentemente furono fatte esperienze su macchine in grandezza naturale e su linee di trasmissione, isolatori, pali, ecc. Per mezzo di generatori di fulmini vennero lanciate delle onde di tensione di varie forme su linee di trasmissione e se ne osservarono i loro effetti sui trasformatori e su altre macchine studiate; furono osservati i fenomeni di attenuazione, riflessione, ecc., delle onde. Alcune di queste ricerche furono eseguite con tensioni di oltre 5 milioni di volt (1) (4).

Le esperienze di laboratorio furono corroborate da osservazioni su linee in esercizio che da prima si limitavano però a misure di tensione. L'avvento del clidonografo (2) e del registratore di sovratensioni facilitò grandemente questo lavoro. Vennero effettuate misure della tensione di scarica superficiale degli isolatori in seguito a scariche atmosferiche, confrontando i risultati con quelli ottenuti con scariche superficiali in laboratorio; così pure si eseguirono rilievi sulla rigidità dielettrica dei trasformatori, e si determinarono valori dell'attenuazione.

Più recentemente si poterono ottenere, per mezzo dell'oscillografo a raggi catodici, parecchi oscillogrammi di onde dovute a scariche atmosferiche ed essi furono confrontati colle onde sperimentali usate in laboratorio. Si poterono così riprodurre in laboratorio onde simili a quelle naturali. Si ottenne anche la registrazione di alcuni casi nei quali la scarica atmosferica colpì direttamente la linea e si ottennero dei valori approssimati dell'intensità della corrente messa in gioco (1) (4). Su una delle linee usate per queste ricerche, ogni palo fu provvisto di strumenti atti a registrare le scariche superficiali degli isolatori, a misurare le correnti nel caso di fulminazione diretta, e a distinguere fra tensioni indotte e fulminazioni dirette.

Un riassunto generale dei risultati ottenuti è il seguente.

Scariche atmosferiche. — Tensioni dell'ordine di 10.000 kV; correnti dell'ordine di 100.000 fino a parecchie centinaia di migliaia di ampere; energia dell'ordine di 4 kWh (talvolta molto di più); potenza dell'ordine di un bilione (10^{12}) di HP.; durata, pochi microsecondi; gradiente, alla scarica, di 300 kV per metro; tempo di scarica di una nube (quando vengono indotte tensioni apprezzabili sulle linee di trasmissione), da 1 a 10 microsecondi; le onde di tensione indotte sono a fronte ripida se hanno intensità elevata, possono essere a fronte ripida o appiattita se la loro intensità è relativamente limitata; se la fronte di un'onda è appiattita, il valore della tensione è sempre limitato; la lunghezza delle onde (di solito fra 10 e 40 microsecondi) è maggiore per le tensioni minori; la lunghezza delle onde, al di sopra della tensione metà del valor massimo, è compresa fra 5 e 25 microsecondi; la inclinazione della fronte d'onda è da 50 a 1500 kV per microsecondo; le onde non hanno carattere oscillatorio o sono fortemente smorzate.

Pericolo derivante dal fulmine. — E' assai variabile a seconda della qualità del terreno e del percorso abituale dei temporali nella località considerata. La scelta opportuna del tracciato di una linea è molto importante a questo riguardo.

Fulmini sulle linee di trasmissione. — La forma d'onda varia notevolmente; nella maggior parte dei casi il massimo è raggiunto in un tempo da 0 a 5 microsecondi; in alcuni casi si arriva al massimo in meno di 1 microsecondo; la durata efficace varia da 5 a 25, e la durata totale da 10 a 40 microsecondi. Le sovratensioni possono essere prodotte per induzione o per fulminazione diretta. Le tensioni indotte possono raggiungere valori elevati soltanto nel caso che una nube si scarichi rapidamente e si ottengono allora onde a fronte rapido; la forma di fronte d'onda dipende anche dalle dimensioni della nube che si scarica; le sovratensioni più limitate possono avere una durata assai maggiore. Le fulminazioni dirette imprimono alla linea sovratensioni in un tempo brevissimo.

Le intensità delle correnti che si generano nelle linee di trasmissione per le onde migranti di sovratensione sono dell'ordine da 2000 a 5000 A. Le tensioni hanno in generale carattere non oscillatorio o fortemente smorzato; l'attenuazione è molto rapida per le alte tensioni.

Le tensioni indotte aumentano proporzionatamente all'altezza della linea sul suolo. I fili di terra riducono di solito le sovratensioni di circa la metà del loro valore. Il valor massimo della sovratensione è $V = gh\alpha$, dove g è il gradiente di 300.000 V/m, h è l'altezza della linea e α è un fattore di riduzione che dipende dalla rapidità di scarica della nube, dalle sue dimensioni e dalla distribuzione, lungo la linea, delle cariche indotte. Praticamente, il valor massimo della sovratensione è limitato dal valore della tensione di scarica degli isolatori.

Le messe fuori servizio possono essere dovute a tensioni indotte o a fulminazioni dirette. Il rapporto fra il numero di incidenti dovuti all'una e all'altra di queste due cause varia col grado di isolamento della linea e colla disposizione del filo di terra. Col crescere del grado di isolamento le fulminazioni dirette diventano una percentuale sempre più grande delle cause di guasti in linea. Le osservazioni hanno dimostrato che anche linee a 220.000 V, senza filo di terra, e con 14 a 16 elementi nelle catene, possono essere messe fuori servizio per effetto di sovratensioni indotte.

I dati rilevati su linee prima e dopo il montaggio del filo di terra dimostrano in modo deciso che esso è un fattore importante per ridurre gli incidenti; non è raro ottenere una riduzione da dieci a uno. Perchè il filo di terra sia efficace contro le fulminazioni dirette è essenziale che la resistenza verso terra dei piedi dei pali sia assai bassa. Se la fulminazione avviene al palo, si ottiene una soddisfacente protezione anche se la distanza fra il filo di terra e i conduttori di linea è dell'ordine di cinque metri; ma nel caso di fulminazioni lungo la campata è necessario avere una distanza maggiore. La probabilità di scariche dirette sulla linea nel mezzo di una campata è però, generalmente, molto piccola.

Un apparecchio scaricatore applicato ad ogni catena di isolatori, che permetta il passaggio verso terra della corrente di sovratensione ma non della corrente industriale, offre la possibilità di garantire la continuità del servizio. Un tale aparecchio, per essere efficace, deve però presentare una resistenza molto piccola alla scarica.

Oggi sembra economicamente possibile effettuare una verifica della capacità di una linea a sopportare le sovratensioni indotte, ed anche, almeno in via approssimata, le scariche dirette.

Isolamento e isolatori. — Le tensioni di scarica per effetto delle sovratensioni sono sempre più elevate di quelle per frequenza normale (5). Il rapporto di impulso per tensioni di fulminazioni disastrose è risultato compreso fra 1,6 e 2, ma eccezionalmente si eleva anche a 2,7.

Trasformatori. — Il grado di isolamento dei trasformatori deve essere maggiore di quello del tronco di linea adiacente. E' stato costruito un tipo nuovo di trasformatore «non risonante» che è molto adatto a sopportare le onde di sovratensione.

Onde naturali di sovratensioni atmosferiche. — E' inutile sperare di ottenere una ben definita forma d'onda del fulmine dalle misure eseguite in occasione di scariche atmosferiche su linee di trasmissione. E' evidente, che in teoria, possono verificarsi infinite forme di onda dovute al fulmine. Nelle misure effettivamente eseguite non si sono mai trovate due onde esattamente eguali fra loro. Tuttavia, attualmente, si possono scegliere con criterio razionale certe forme d'onda «normali» da usarsi come termine di riferimento e di confronto per le prove degli isolatori. Infatti le osservazioni eseguite per parecchi anni sul fulmine dimostrano che esistono certi effetti tipici. Per le linee ad alta tensione il rapporto di impulso degli isolatori è sempre alto e può assumersi, in media, di oltre 1,8. Questi effetti di fronte ripido, che possono essere molto gravi, si possono riprodurre convenientemente con un'onda da 0,5/5 [1]. Invece gli effetti prodotti da onde a fronte moderatamente appiattita si possono riprodurre, approssimativamente, con onde da 1,5/40. Si raccomanda di attenersi a tali forme d'onda per ottenere risultati confrontabili e coordinabili fra loro. Forme d'onde speciali si possono usare per studiare le oscillazioni nei trasformatori, ecc.

Il fulmine in laboratorio. — Sono state ottenute in laboratorio

[1] Il primo numero indica il tempo in microsecondi per arrivare dallo zero alla cresta d'onda di tensione e il secondo numero il tempo per scendere dal valore della cresta d'onda ad un valore di tensione metà di quello.

tensioni più elevate di quelle osservate sulle linee, e si sono eseguite con esse delle prove su macchine di grandezza naturale. Sebbene i progressi siano stati rapidi vi è ancora molto da apprendere in questo campo e a tale scopo sarà continuato il lavoro in laboratorio e sulle linee in esercizio. Dalle notizie che seguono si può giudicare della entità dei progressi già raggiunti.

E' stato misurato, coll'oscillografo a raggi catodici, il tempo richiesto per la scarica di una nube. Collo stesso istrumento è stata registrata la forma delle onde di sovratensione dovute alle scariche atmosferiche. E' stata determinata la attenuazione subita dalle onde migranti sulle linee. Le onde naturali sono state riprodotte artificialmente in laboratorio dove si sono potuti studiare i loro effetti sulle linee, gli isolatori, i trasformatori e gli apparecchi di protezione. E' stato costruito un generatore di fulmini per tensioni di oltre 5000 kV, e le onde da esso prodotte sono state immesse su linee di trasmissione per studiarne l'effetto su trasformatori e altre macchine e determinare come essi si comportino nei riguardi della capacità a sopportare tali onde di sovratensione. E' stato proseguito il lavoro scientifico circa il ritardo di tempo nella scarica di spinterometri (1), (4), (5), (13).

II. - APPLICAZIONI.

Come risultato delle ricerche eseguite si possono ritenere i seguenti dati pratici:

Coordinazione. — L'isolamento dei trasformatori e dei passanti deve essere tale da resistere alle sovratensioni meglio dell'isolamento della linea adiacente. Si può stabilire il valore opportuno del grado di isolamento della linea variando il numero di elementi nelle catene di isolatori per un tratto di circa 800 metri oltre il trasformatore, oppure installando uno scaricatore a semplice spazio disruptivo entro una distanza di 30 metri dal trasformatore. Se si fa uso di un tale apparecchio esso deve avere una tensione di scarica del 10 % più bassa di quello che si può stabilire, nel primo metodo, per le catene degli isolatori sul tronco adiacente al trasformatore (15). L'isolamento del resto della linea può essere stabilito ad un valore qualunque giudicato conveniente.

Progetto delle linee di trasmissione. — I guasti alle linee di trasmissione possono essere dovuti o a sovratensioni indotte o a scariche dirette. Contro le sovratensioni indotte, le linee ad alta tensione possono essere protette mediante fili di terra. Il filo di terra è tanto più efficace come protezione contro le sovratensioni indotte quanto più esso è vicino ai conduttori di linea; invece nei riguardi delle scariche dirette la protezione ottenibile col filo di terra è maggiore quanto più esso è installato distante dai conduttori di linea. Un filo di terra efficace contro le sovratensioni indotte realizza di solito anche una buona protezione contro le scariche dirette qualora la resistenza di terra sia piccola e la scarica si verifichi in corrispondenza di un palo. In caso di condizioni particolarmente pericolose si può installare, oltre al filo di terra comune contro le sovratensioni indotte, un altro filo montato in posizione più elevata, per la protezione contro le scariche dirette in modo che le scariche atmosferiche non possano colpire direttamente i conduttori di linea. I pali devono essere fatti quanto più bassi possibile e la resistenza di terra deve essere la più piccola possibile. Con pali bassi, campate corte e buone terre, si può ritenere sufficiente di mettere i fili di terra senza quello speciale contro le scariche.

Si deve provvedere ad un adeguato isolamento. E' opportuno che ogni catena di isolatori sia provvista di anelli di guardia per rendere uniforme la distribuzione del potenziale evitando il formarsi di sollecitazioni localizzate eccessive, per evitare guasti nel caso di sovratensioni eccezionali e anche per dissipare l'energia delle scariche e così ridurre il valore delle sovratensioni.

L'uso di palificazioni basse offre parecchi vantaggi. Le sovratensioni indotte, che sono proporzionali all'altezza dei conduttori sul suolo, riescono minori. Anche la probabilità di scarica diretta sui conduttori viene ad essere diminuita. Questa riduzione può anche essere molto grande, specialmente se, lungo la linea, vi sono degli alberi presso a poco della stessa altezza della linea stessa; infatti gli alberi «attirano il fulmine» con altrettanta facilità come i conduttori metallici.

Un'altra soluzione del problema è offerta da un apparecchio che permetta lo scaricarsi a terra della corrente del fulmine senza che ne segua un arco permanente.

Speciali precauzioni possono occorrere, secondo le condizioni locali, per particolari tronchi di linea o anche per l'intera linea.

Sia partendo dalla considerazione delle sovratensioni indotte, sia da quella delle scariche dirette si arriva sempre a ritenere come più conveniente il tipo di palo basso.

Trasformatori. — Per parecchio tempo le Società esercenti hanno ritenuto opportuno di avere dei trasformatori atti a resistere alle sovratensioni rese possibili dal grado di isolamento della linea e dei passanti. Ciò richiede che i trasformatori abbiano un grado di isolamento superiore a quello della linea adiacente o dello spinterometro di protezione, in modo da poter sopportare le sovratensioni dovute alle scariche atmosferiche o alle manovre di interruttori; sono stati costruiti molti trasformatori che soddisfano a queste condizioni.

Un progresso notevole è stato costituito dall'applicazione del così detto principio di non risonanza. Recentemente vennero eseguite delle prove dirette di fulminazione su un trasformatore, non risonante, da 13.000 kVA, costruito per essere messo in esercizio sulle linee a 220 kV delle Fifteen Mile Falls della New England Power Co. Dopo che furono eseguite le solite prove correnti, venne installato un breve tronco di linea che effettuava il collegamento con un generatore di fulmini da 3.000.000 V esistente in laboratorio. Presso il trasformatore l'isolamento di linea fu ridotto a una catena con 14 elementi da 5 3/4'', e inoltre venne installato uno spinterometro di protezione di 63,5'' di apertura.

Le onde di tensione lanciate dal generatore di fulmini produssero da prima la scarica dello spinterometro, senza danno al trasformatore. Successivamente, tolto lo spinterometro, la scarica si verificò sulla catena di 14 elementi. Finalmente si aumentò l'isolamento di linea, finchè avvenne la scarica ai passanti del trasformatore. Non si verificò nessun danno al trasformatore. Dopo le prove di fulminazione vennero ripetute le solite prove correnti le quali dimostrarono che il trasformatore era intatto e in condizioni di essere senz'altro messo in esercizio.

Le prove di fulminazione non sono prove normali e quindi esse non erano state previste durante il progetto del trasformatore. Le onde impiegate avevano una fronte di 0,5 microsecondi e code variabili fra 5 e 150 microsecondi. Le misure eseguite durante le prove dimostrarono una distribuzione uniforme della tensione lungo le spire.

BIBLIOGRAFIA

1) «Lightning - Progress in Lightning Research in the Field and in the Laboratory». — F. W. Peek, Jr. - Trans. A.I.E.E., 1929 - Vol. 48, page 436.
2) «The Measurement of Surge Voltages on Transmission Lines due to Lightning». — E. S. Lee and C. M. Foust - Trans. A. I. E. E., 1924, p. 339.
«The Klydonograph». — J. F. Peters - Electrical World, 1924, vol. 83, p. 769.
3) «Lightning». — F. W. Peek, Jr. - Journal Franklin Inst., feb. 1925.
4) «Lightning». — F. W. Peek, Jr. - World Engineering Congress, Tokyo, Japan - ottobre 1929 - G. E. Review, novembre e dicembre 1929 - International Conference - Paris, 1929.
5) «The Effect of Transient Voltages on Dielectrics - I». — F. W. Peek, Jr. - Trans. A. I. E. I., 1915, vol. 34, pag. 1857.
6) «The Effect of Transient Voltages on Dielectrics - III». — F. W. Peek, Jr. - Trans. A. I. E. E., 1923, vol. 42, pag. 940.
7) «Lightning Studies on Transformers with the Cathode Ray Oscillograph». — F. F. Brand e K. K. Pauleff - Trans. A. I. E. E., 1929.
8) «Lightning Investigation on Transmission Lines». — W. W. Lewis e C. M. Foust.
Lightning Investigation on the 220 kV System of Penn. Power e Light Co.». — N. N. Smeloff e A. L. Price.
«Lightning Investigation on the Ohio Power Co. System». — Philip Sporn e W. L. Lloyd, Jr. - (Transactions A. I. E. E., 1929).
9) «Symposium on Surge Voltage Investigations». — W. W. Lewis, J. G. Hemstreet, J. R. Eaton, Philip Sporn and N. N. Smeloff, A. I. E. E. Trans., vol. 47, pagg. 1111-1154, ottobre 1928.
10) «Traveling Waves Due to Lightning». — L. V. Bewley - Trans. A. I. E. E., 1929.
11) «Impulse Strength of Transformers». — V. M. Montsinger e W. M. Dann - World Power Congress Berlin, Germany, giugno 1930.
12) «Lightning and Its Effect on the Design of Transmission Lines and Apparatus from the Economic and Engineering Standpoint». — F. W. Peek, Jr. - World Power Conference - Berlin, giugno 1930.
13) «The Sffect of Transient Voltages on Dielectrics - IV». — F. W. Peek, Jr. - Abridgment, A. I. E. E. Journal, ottobre 1930.
14) «Critique of Ground Wire Theory». — L. V. Bewley - Abridgment, A. I. E. E. Journal, settembre 1930.
15) «Recommendations on Balancing Transformer and Line Insulations on Basis of Impulse Voltage Strength». — V. M. Montsinger e W. M. Dann - (Presented at A. I. E. E. Convention, Toronto, giugno 1930).

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

H. GROB — **La regolazione della tensione per mezzo di resistenze di carbone a pressione variabile.** (E. T. Z., N. 50 dell'11 dicembre 1930, pag. 1717).

Tutti gli apparecchi elettrici automatici con contatti, che devono essere aperti e chiusi, richiedono particolari misure precauzionali per assicurare continuamente il contatto, quando l'energia meccanica di azionamento disponibile è molto scarsa. Questo è appunto il caso dei regolatori elettrici che devono entrare in funzione per una differenza di pressione, che è tanto minore quanto maggiore deve essere la sensibilità.

Nella regolazione della tensione si tratta principalmente della variazione di una resistenza: in generale essa viene realizzata colla inserzione e disinserzione di resistenze parziali, il che però porta a difficoltà, quando le forze di azionamento sono piccole. Ora il carbone consente di ottenere un'ampia variazione di resistenza senza che debbano essere aperti o chiusi i contatti; e questa caratteristica è offerta dal carbone per la curiosa proprietà di variare notevolmente la sua resistenza al variare della pressione di contatto.

La variazione di questa resistenza è stata misurata su di una colonna di carbone anulare fatta di strati dello spessore di 0,5 mm, lunga 100 mm e di diametro esterno di 18 mm e interno di 10 mm. Variando la pressione da zero a 22 kg la resistenza scende a 130 a circa 0,3 ohm. Il principio fondamentale su cui è basato un tal regolatore è il seguente: nel circuito di un avvolgimento di eccitazione di un generatore è inserita una colonna di carbone costituita da sottili dischi od anelli: essa è compressa da una molla che, per mezzo di un solenoide, può essere più o meno caricata. La bobina del solenoide è collegata alla tensione del generatore da regolare. Quanto più questa è elevata, tanto minore diventa la pressione sulla colonna di carbone e tanto più cresce la resistenza della stessa, che perciò abbassa l'eccitazione della macchina e limita l'aumento di tensione. Per ottenere poi una regolazione precisa della tensione il regolatore deve essere completamente astatico, cioè fra le tre forze del solenoide, della molla e di reazione della colonna di carbone in qualsiasi posizione si deve avere perfetto equilibrio, finchè l'eccitazione del solenoide ha il valore giusto. Questi regolatori sono usati nei generatori per illuminazione applicati alle carrozze ferroviarie e anche si usano per illuminazione di vetture di ferrovie elettriche per far fronte a variazioni della tensione di alimentazione: in questo caso le colonne di carbone vengono inserite prima dell'impianto di illuminazione e servono ad annullare l'eccesso di tensione che si ha sopra il valore minimo di abbassamento, in base al quale l'impianto di illuminazione è calcolato.

Altro impiego è quello che si ha nella tecnica delle valvole termoioniche per stazioni amplificatrici e trasmittenti: essi si prestano assai bene per mantenere costante la tensione di riscaldamento e anodica. *T. S.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

H LANGKAU — **Caratteristiche dinamiche dei generatori di corrente per saldatura.** (V. D. I., N. 9, 28 febbraio 1931, pagg. 263-266, figg. 8).

Nelle macchine che alimentano saldatori ad arco, la caratteristica statica tensione-corrente non è sufficiente per studiare il loro comportamento, data l'estrema rapidità delle variazioni del carico. E' quindi necessario ricorrere alle caratteristiche dinamiche ricavate dagli oscillogrammi di tensione e di corrente. Un fascio di caratteristiche tracciate per diverse condizioni inziali e le corrispondenti finali di tensione e corrente, risulta composto di rette parallele tra di loro.

Il confronto delle caratteristiche dinamiche della macchina, con quelle dell'arco, consente di prevedere quali saranno le oscillazioni di corrente, se la tensione che si stabilisce agli elettrodi dell'arco a vuoto ne consente la riaccensione automatica dopo un'interruzione, e il valore della corrente di corto circuito.

Per facilitare la riaccensione sarebbe necessaria una tensione a vuoto più elevata possibile; d'altronde l'esperienza più recente ha dimostrato che una forte punta di corrente nei cortocircuiti istantanei, prodotti dal passaggio di gocciole del metallo, se pur richiede un più ampio dimensionamento dei generatori, giova alla saldatura. Queste due condizioni non sono realizzabili insieme dato l'andamento rettilineo della caratteristica passante per un determinato punto di regime; sarebbe quindi desiderabile poter modificare tale andamento in modo che le due condizioni fossero verificate. L'inclusione di forti resistenze migliora la stabilità del funzionamento, però con forte scapito del rendimento. La presenza di rilevante autoinduzione nel circuito diminuisce l'ampiezza della sovracorrente nel caso di cortocircuiti, ma ne aumenta la durata, in rapporto tale che gli oscillogrammi di potenza rivelano un valore elevato per un certo tempo, con conseguente eccessivo sviluppo di calore e pericolo di bruciatura.

Risulta da quanto sopra esposto, come non sia necessario per un buon funzionamento che la caratteristica statica del generatore comporti un'elevata tensione a vuoto, che è anzi da evitarsi, ma basti che valori sufficientemente elevati siano presentati dalle caratteristiche dinamiche. *S. S.*

APPLICAZIONI VARIE.

H. W. REDING — **Le applicazioni del motore elettrico nelle macchine per la filatura del cotone.** (The El. J., ottobre-novembre 1930, pagine 567 e 649).

L'impiego dei motori elettrici di piccola e media potenza è stato esteso nei cotonifici allo scopo di rendere indipendenti fra di loro le varie macchine dell'impianto e di ridurre il consumo dell'energia a carico ridotto. Le macchine per aprire le balle di cotone richiedono dei motori da 2 a 3,5 kW a seconda che sono verticali od orizzontali; le fibre sono quindi separate e riunite sotto forma di un nastro soffice della larghezza di un metro circa da una macchina comandata da un motore di potenza compresa fra 3,5 e 7 kW. Il cotone passa successivamente alla cardatrice dove le fibre sono rese parallele; il tamburo della carda fà circa 165 giri/1' ed è comandato da un motore di piccola potenza (da 1 a 1,5 kW) munito di dispositivo di inversione della marcia; questo motore deve però poter sviluppare una coppia all'avviamento molto elevata ed è collegato al tamburo mediante catena od ingranaggi.

Il nastro di cotone viene poi suddiviso longitudinalmente in striscie e ciascuna striscia subisce una parziale torsione ed uno stiramento, queste operazioni hanno lo scopo di rendere la sezione più uniforme. Le striscie di cotone ancora soffice avvolte in rocchelloni passano ai ring dove il filo prende la voluta torsione e viene ancora stirato per gradi successivi (fino a 4). La potenza del motore accoppiato al ring è in relazione col numero dei rocchetti montati sulla macchina e con la grossezza del filo; si valuta in media che la potenza di un kW può bastare per tenere in movimento da 50 a 75 rocchetti. Il motore è comandato mediante un'asta che corre lungo il banco in modo da permettere all'operaio il controllo del funzionamento della macchina su tutta la lunghezza che di solito è notevole.

I ring per la filatura del cotone possono essere azionati in tre modi diversi: con un motore unico, con un motore ogni quattro macchine e con un motore per ogni macchina. Il primo sistema richiede la minima spesa d'impianto, però durante il funzionamento si osservano delle variazioni di velocità per lo slittamento delle cinghie. Il secondo sistema si realizza con motori (a 6 poli) fissati al soffitto in posizione rovesciata e muniti di quattro pulegge a sbalzo (2 per parte) cioè una per ogni ring. Una maggiore varietà di costruzioni si incontra nell'applicazione del terzo sistema; il motore è collegato all'albero del ring o con catena o con nastro di gomma a sezione trapezia. Meno consigliabile è il collegamento diretto poichè non permette di variare la velocità del ring senza cambiare anche il motore. Gli interruttori che comandano tutti questi motori sono di solito ad azione ritardata, e ciò per impedire che una interruzione della corrente di durata minore di due secondi possa arrestare tutto il macchinario e far perdere una diecina di minuti per riavviarlo. Per ring di tipo normale la potenza del motore è compresa fra 3,5 e 5,5 kW per ogni banco.

Le operazioni successive di abbinamento dei filati e di ritorcitura richiedono di solito una potenza minore per ogni macchina; se si sceglie il comando indipendente possono bastare dei motori da 0,5 kW e anche meno. Attualmente anche questi motori si costruiscono in ferro fucinato e sono di tipo completamente chiuso; la loro resistenza meccanica ai sovraccarichi e alle vibrazioni è pertanto notevolmente aumentata.

In un cotonificio deve inoltre essere installata una motopompa per lo spegnimento degli incendi; la sua potenza è di solito prevista fra 70 e 110 kW. Si valuta che il costo dell'impianto elettrico in un cotonificio è circa il 5 % del costo totale e l'aumento della produzione rispetto ai tipi vecchi a vapore è dello stesso ordine. Sotto questo aspetto il comando elettrico del macchinario si presenta quindi anche economicamente conveniente, mentre è indiscutibile che il motore elettrico è più facile da manovrare. *I. L.*

CONDUTTURE.

E. WILSON — **L'influenza degli agenti atmosferici sulla conducibilità elettrica e sulla resistenza meccanica delle leghe leggere di alluminio e magnesio.** (J. I. E. E., Londra, dicembre 1930, pag. 89).

L'A. ha studiato sperimentalmente il comportamento di una lega d'alluminio contenente il 0,5 % di magnesio appositamente studiata per sostituire i conduttori in alluminio-acciaio recentemente introdotti nelle grandi linee di trasmissione dell'energia elettrica. Alcuni fili della lunghezza di circa 9 m fatti con questa lega vennero esposti per un anno e mezzo agli agenti atmosferici sul tetto di un Istituto di Londra mantenendoli tesi in posizione orizzontale con carichi diversi. La corrosione superficiale produce una diminuzione del diametro iniziale del filo compresa fra il 0,5 e l'1 %; la corrosione è rapida in un primo tempo e poi procede con lentezza perchè l'ossido d'alluminio che si forma alla superficie ha un'azione protettiva sulle fibre interne del metallo.

La resistività elettrica della lega aumenta col passare del tempo e dopo un anno e mezzo è risultata aumentata del 2,5 %; anche l'al-

luminio puro presenta questo fenomeno, certamente causato da trasformazioni nella struttura molecolare del metallo. Un campione preso dal filo dopo nove mesi venne sottoposto alla prova della rottura per tensione: il filo si ruppe con un carico del 7,5 % minore del valore trovato prima dell'esposizione all'aria; la diminuzione della resistenza meccanica è risultata minore per quei fili che erano stati sottoposti ad uno sforzo di tensione maggiore durante l'esposizione all'aria. Nel punto dove si produce la rottura, la superficie della frattura si presenta uniforme ed inclinata di circa 45° sull'asse del conduttore. Il durallumínio pure avendo delle proprietà meccaniche migliori subisce una degradazione nella propria resistenza meccanica molto più pronunciata a parità di tempo trascorso. Sembra che le vibrazioni prodotte dal vento abbiano un notevole peso nel far abbassare la resistenza del fino alla tensione; in tal caso i conduttori più tesi si troverebbero in migliori condizioni poichè l'ampiezza delle vibrazioni è di conseguenza minore. Questo fatto è stato confermato nelle esperienze suddette. *I. L.*

FISICA, CHIMICA E MATEMATICA.

L. BRUNINGHAUS — **I metodi elettrici per la pesata degli atomi.** (R. G. E., 9 agosto 1930, pag. 195).

Oggigiorno nessuno più dubita della reale esistenza delle molecole, degli atomi. Allo stato attuale della scienza con mezzi molto delicati e varii si giunge a misurare il loro peso ed anche a dare delle indicazioni circa la loro struttura e la loro forma. Data l'esiguità della massa delle molecole e degli atomi, la sua determinazione sino ad oggi è stata oggetto di procedimenti chimici lunghi e delicati. J. J. Thomson, con un metodo perfezionato poi da Aston, ha pensato di sottoporre un esilissimo fascio di raggi canali all'azione di un campo elettrico ed uno magnetico sovrapposti, e dedurre dalla deviazione che tale raggio subisce la massa degli ioni che lo compongono. Aston ha modificato l'apparecchio di Thomson rendendolo più dispersivo ed arrivando così alla determinazione delle masse atomiche di numerosi isotopi che entrano a formare gran parte dei corpi semplici.

L'articolo redatto in modo molto brillante, chiude rilevando la copiosa messe di dati che il metodo Thomson ha permesso di raccogliere, e la notevole strada così compiuta verso l'intima conoscenza dei segreti della materia. *C. R.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

J. ONDRACEK — **Il calcolo preliminare dell'illuminazione dal punto di vista fisiologico.** (Die Lichttechnik, 22 giugno 1930, pag. 49).

Nel progetto di un impianto d'illuminazione il calcolo si conduce di solito in modo d'avere un'illuminazione E_h sul piano di lavoro, realizzabile con un apparecchio il cui flusso luminoso F è espresso da:

$$F = \frac{1{,}3\,E_h\,S}{\eta}$$

dove S — in m² — è la superficie del piano da illuminare, η il coefficiente di utilizzazione dipendente dalle dimensioni del locale e dalla disposizione e tipo di apparecchio adottato, 1,3 è il valore medio del fattore di deprezzamento. Non si tiene conto dell'illuminazione non uniforme che può esistere nei vari punti dell'ambiente, mentre è noto che l'occhio, in tal caso, deve faticare continuamente per adattarsi alle varie luminosità che presentano i corpi che si trovano nel suo campo.

L'A., introducendo nei suoi calcoli l'effetto fisiologico, cioè la rapidità di adattamento che è una funzione del rapporto k fra la luminosità media ambiente e la luminosità di un oggetto che, per esempio, un operaio sta lavorando, arriva ad una formula che dà il flusso F che deve essere emesso dagli apparecchi d'illuminazione, affinchè nella posizione di lavoro si abbia l'illuminazione E_a desiderata:

$$F = 1{,}3\,\frac{k}{\eta_a}\,\rho_a\,\frac{1-\rho_m}{\rho_m}\,E_a\,S$$

In questa formula:

η_a è il rendimento dell'apparecchio;

ρ_a è il coefficiente di riflessione dell'oggetto che si lavora;

$S = S_h + S_v + S_s$ è la somma delle aree del pavimento, delle pareti e del soffitto del locale;

$$\rho_m = \frac{\rho_h S_h + \rho_v S_v + \rho_s S_s}{S_h + S_v + S_s}$$ (in cui ρ_h, ρ_v, ρ_s sono i coefficienti di riflessione rispettivamente del pavimento, delle pareti e del soffitto) è il coefficiente di riflessione medio del locale;

gli altri simboli hanno il significato noto. *G. Co.*

C. C. PATERSON — **L'efficienza delle sorgenti luminose.** (The Journal of Good Lighting, dicembre 1930, pag. 286).

Secondo l'A., trasformando l'energia direttamente nella radiazione luminosa di massima visibilità (λ = 5500 Å), dovrebbero ottenersi teoricamente circa 670 lumen per watt. L'efficienza della massima parte delle moderne lampade a filamento di tungsteno non eccede i 18 lumen per watt. E' vero che la radiazione monocromatica di lunghezza di onda λ = 5500 Å ha una tinta sgradevole giallo-verde, ma — riferendoci alla luce bianca, simile a quella solare — 200 lumen per watt dovrebbero essere possibili. Al presente, il maggior numero delle nostre sorgenti luminose sono ad incandescenza e, pur considerando un corpo nero incandescente alla temperatura di circa 6300 gradi assoluti, la massima efficienza che si può ottenere è di circa 93 lumen per watt. Ma non c'è neanche la possibilità di raggiungere questo limite, poichè il tungsteno fonde a 3600° assoluti ed a questa temperatura dà 50 lumen per watt. In pratica la temperatura a cui si porta il filamento di tungsteno è molto più bassa ed è perciò che, ordinariamente, le lampade nel gas presentano un'efficienza variabile da 10 a 18 lumen per watt. E' da notare, inoltre, che — fra gli elementi conosciuti — nessuno si è dimostrato così adatto come il tungsteno. Attualmente, gli sperimentatori sono attratti nel campo delle sorgenti luminescenti che si presenta pieno di lusinghiere possibilità: coi tubi a catodo caldo Pirani, a Berlino, è riuscito ad ottenere 50 lumen per watt. Poichè la luce di tali sorgenti è di colore peculiare, sarà possibile — combinando tubi che danno differenti colori — ottenere una luce gradevole alla vista e, nello stesso tempo, efficiente. *G. Co.*

IMPIANTI.

L. B. CHUBBUCK — **Interruttori corazzati con riempimento di gomma.** (J. A. I. E. E., novembre 1930, pag. 925).

La costruzione dei quadri di manovra con elementi corazzati, è da poco entrata nell'uso negli impianti americani. L'A. descrive le modalità costruttive adottate in proposito dai produttori degli Stati Uniti. I tipi americani sono normalizzati colla manovra in senso verticale: ciò presenta, sui tipi a manovra orizzontale, il vantaggio di minore ingombro in pianta e di permettere l'impiego di interruttori di tipo normale coi passanti sul coperchio. Le sbarre sono in rame isolato in micarta e sostenute da piastre di micarta entro comparti riempiti di gomma, anzichè di olio. Gli interruttori del tipo a cassoni metallici cilindrici, a riempimento d'olio, sono installati sotto ai compartimenti delle sbarre, e vengono manovrati con comando a vite elicoidale o anche a motore, per le grandi unità. I coltelli di sezionamento sono del tipo a immersione in olio in casse metalliche. I riduttori di tensione per impianti trifasi, pure in olio, sono costruiti in modo che in un'unica cassa piena d'olio sono contenuti due riduttori monofasi, 3 resistenze e 3 valvole. I pannelli degli istrumenti possono venire direttamente adattati alla struttura blindata del quadro, eliminando le lunghe connessioni con conduttori esterni.

Questi elementi possono venire adattati a qualunque schema elettrico di quadro, ma i costruttori americani hanno adottato alcuni tipi di schemi normalizzati e semplici che si adattano in modo speciale per la costruzione con elementi blindati, e che l'A. illustra. Gli stessi elementi, essendo a tenuta d'aqua, possono servire sia per installazioni interne che per cabine all'aperto. L'A. ritiene che questo tipo di quadri sia destinato ad una sempre maggiore diffusione. *R. S. N.*

G. MARKT — **Motori a combustione interna o motori elettrici negli impianti industriali.** (E. u. M., N. 11, 30 novembre 1930).

La convenienza di impiegare, per una determinata applicazione industriale, dei motori a combustione interna oppure dei motori elettrici alimentati con l'energia elettrica disponibile, deve risultare da un confronto che tenga calcolo del costo dell'energia — termica o elettrica — delle possibilità di utilizzare convenientemente i motori in relazione al fattore di carico dell'impianto e delle condizioni di servizio che devono essere disimpegnate. Con quale criterio si debba condurre il calcolo è dimostrato dall'A. il quale suppone che in una piccola officina, nella quale il lavoro si svolge per 300 giorni durante otto ore al giorno, debba essere utilizzata una potenza di 35 kW per il comando delle macchine operatrici. Queste ultime possono essere comandate da una trasmissione collegata con l'albero del motore Diesel o di un motore a gas oppure di un motore a benzina ovvero si può adottare il comando individuale con motori elettrici. Tenendo conto del costo delle singole macchine, trasmissioni e fondazioni, delle quote di interessi, ammortamento, manutenzione, esercizio, sono espressi i costi totali annui di esercizio in funzione del costo del combustibile o dell'energia e del fattore di carico dell'impianto. Il calcolo è fatto per i quattro tipi di comando e per i prezzi correnti in Austria.

Dalle formule ricavate l'A. crede di trarre le seguenti conclusioni:

1) Per i prezzi correnti dei combustibili e dell'energia elettrica, il motore a benzina ed il motore a gas, sotto il punto di vista economico, non reggono il confronto col motore Diesel e coi motori elettrici. Il motore a gas è più economico del motore a benzina.

2) Il costo totale di esercizio con tutti i comandi cresce proporzionalmente al fattore di carico e questo in misura più rapida per il comando elettrico, per il quale, però, il costo per fattore di carico nullo è molto inferiore a quello degli altri.

3) Per una durata di utilizzazione di 1000 ore anne, quale si verifica in molti impianti industriali, per i prezzi correnti dell'energia elettrica e della nafta, il comando con motori Diesel è meno economico del comando con motori elettrici.

3) Soltanto per gli alti valori del fattore di carico, il motore Diesel si dimostra più conveniente: si tratta però soltanto di un vantaggio fittizio perchè la forte durata di utilizzazione del carico massimo richiede in generale che il motore Diesel venga sussidiato da un altro motore di riserva, il che accresce il costo annuo di esercizio

con motore Diesel, rendendo, in generale, ancora evidente la supremazia del comando elettrico.

Il confronto riportato dall'A. prescinde da altre considerazioni che possono pesare a sfavore del comando con motore Diesel: necessità di impiegare capitali ingenti per l'acquisto del motore termico, convenienza assoluta del comando individuale elettrico per alcune applicazioni industriali. *V. D. Ma.*

MISURE.

P. H. Robinson, I. T. Monseth — **L'influenza delle caratteristiche dei trasformatori di misura sul funzionamento dei relais.** (The El. J., ottobre 1930, pag. 588).

I trasformatori di corrente si costruiscono secondo 3 schemi a seconda del modo come viene realizzato l'avvolgimento primario; questo può infatti essere a spire multiple, oppure a semplice passante, oppure a passante col nucleo magnetico disposto su un isolatore di porcellana (per alta tensione). Il primo tipo si adopera tutte le volte che il carico sul secondario del trasformatore è abbastanza elevato; esso è costruito per dare una potenza di 25 VA quando la tensione di linea è minore di 4600 volt e di 50 VA quando è maggiore di 7500 volt. E' il tipo più esatto ed è studiato per resistere agli sforzi dinamici prodotti da correnti di corto circuito (persino di 150 volte il valore normale); agli effetti del riscaldamento basta che il trasformatore possa resistere ad un corrente di $50 \div 75$ volte il valore normale per 1 secondo. Il trasformatore a semplice passante si adopera negli impianti ad alta tensione; il tipo in porcellana si adopera per grandi intensità di corrente. Quest'ultimo tipo di riduttore si costruisce anche per un rapporto di 100/5 ampere quando non interessi una grande esattezza nella misura della corrente primaria; se la corrente fosse minore di 100 ampere si dovrebbero inserire due trasformatori in serie (il collegamento in parallelo non si adopera mai). Il trasformatore può dare al secondario un carico di 5 VA. Nei sistemi differenziali di protezione del macchinario elettrico bisogna montare dei riduttori dello stesso tipo in modo che il rapporto varii con la stessa legge per tutti al variare del carico.

I trasformatori di tensione funzionano di solito a carico costante; il modello normale può dare al secondario 200 VA ma normalmente si ricava soltanto una potenza di 40 VA. Entro questi limiti l'errore di rapporto è del 0,2 % purchè la tensione primaria si mantenga fra il 50 e il 110 % della tensione normale; non è mai consigliabile di eccedere quest'ultimo valore della tensione applicata. Sul secondario dei riduttori di tensione si mette un fusibile per proteggere lo strumento dai corti circuiti esterni; al primario per maggiore garanzia si può mettere una resistenza di protezione in serie che in condizioni normali dà luogo ad una caduta di tensione trascurabile e quando si produce il corto circuito abbassa sensibilmente la tensione applicata al primario. *I. L.*

Wm. Cramp — **Una nota sull'uso del ciclogramma nella determinazione della forma d'onda.** (J. I. E. E., Londra, dicembre 1930, pag. 81).

Il rilievo della forma d'onda di una tensione alternativa si può fare in modo indiretto usando l'oscillografo a raggi catodici; si alimentano le piastrine che fanno deviare il flusso elettronico sullo schermo con d.d.p. una ottenuta ai morsetti di un'induttanza e l'altra ai morsetti di un condensatore, inseriti in serie fra di loro ed in parallelo sulla linea. Se la forma d'onda è sinusoidale la composizione delle due oscillazioni sullo schermo dà luogo ad una linea retta; se invece vi sono delle armoniche esse sono diversamente sentite dall'induttanza e dalla capacità e la curva che si ottiene sullo schermo devia dalla retta e si presenta di forma analoga ad un ciclo d'isteresi. Se invece si mette in serie una resistenza ed un'induttanza (oppure una capacità) le due d.d.p. sono in quadratura e sullo schermo appare una circonferenza od un'ellisse se l'onda è sinusoidale oppure un'altra figura deformata nel caso contrario. Quest'ultimo tipo di circuito sembra dia dei risultati più attendibili; però è difficile realizzare una resistenza ohmica non induttiva quando la frequenza delle armoniche è molto elevata.

La figura ottenuta, fissata su una lastra fotografica, permette di ricavare la corrente derivata dalla linea in funzione del tempo, con un'integrazione grafica del diagramma. L'A. ha confrontato fra di loro i grafici di un'onda di tensione ottenuti con questo sistema e con l'oscillografo ed ha trovato che il primo è sempre più nitido del secondo. *I. L.*

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

E. E. Dreese — **Effetti di motore sincrono nelle macchine a induzione** (J. A. I. E. E., novembre 1930, pag. 938).

E' noto che certi motori a induzione dimostrano una tendenza a ruotare, a vuoto, ad una velocità che è molto inferiore a quella che dovrebbe normalmente verificarsi; il fenomeno, che l'A. chiama «di velocità subsincrona» è stato studiato analiticamente dall'A. che ne ha ricercato le cause. Esse sono generalmente attribuite alla presenza di armoniche, sebbene non sia stato finora ben chiaro come la presenza di armoniche in misura anche limitata potesse produrre un momento tale da soverchiare quello della frequenza fondamentale.

L'A. dimostra come in certi casi, per particolari disposizioni delle fasi, dei canali del rotor e dei poli dello stator, possa avvenire che si generino per effetto degli avvolgimenti del rotore e di quelli dello statore due campi a frequenze diverse dalla normale, i quali si collegano sincronicamente fra di loro cosicchè il motore a induzione si mette a funzionare come un motore sincrono ad una velocità che è inferiore a quella che corrisponderebbe al motore a induzione a vuoto. La teoria è illustrata colla applicazione al caso di un motore trifase a gabbia di scoiattolo, a 4 poli, con 28 canali nel rotore e che presentava la tendenza ad assumere, a vuoto, una velocità 1/7 del normale sebbene l'ampiezza della 7ª armonica presente nella forza magnetomotrice dello stator fosse solo 0,01 di quella corrispondente alla frequenza fondamenatle. *R. S. N.*

RADIOTECNICA.

F. E. Terman e N. R. Morgan — **Qualche proprietà della rettificazione di potenza per curvatura di griglia.** (Proc. I. R. E., Vol. 18, N. 12, dicembre 1930, pag. 2160-2175).

Coll'attuale lavoro gli autori, l'uno dei quali si è più volte occupato di studii sulla rettificazione, chiariscono definitivamente il meccanismo della rettificazione di griglia nel caso dei segnali forti, mettendo in evidenza diversi punti che appaiono essenziali per il raggiungimento di risultati soddisfacenti, per niente inferiori a quelli ottenibili con gli altri sistemi.

1) La rettificazione dei segnali forti avviene in maniera assai diversa dalla rettificazione dei segnali deboli, poichè nel 1° caso il circuito di griglia si può considerare come una resistenza (resistenza nel senso integrale) grandissima per i potenziali negativi, e piccolissima per i potenziali positivi. Il condensatore ad ogni oscillazione si carica, in un tempo piuttosto breve, per mezzo della corrente di griglia, e si scarica di poi, nell'altra frazione di periodo, unicamente sulla resistenza di dispersione. Se, nel caso di oscillazioni persistenti, interrompiamo ad un certo momento l'oscillazione ad alta frequenza applicata al rettificatore, la tensione ai capi del condensatore di griglia non si porta immediatamente allo zero, ma decresce con legge esponenziale, con una rapidità che dipende dal prodotto CR della capacità per la resistenza di dispersione, e tanto più piccola quanto più il prodotto stesso è elevato.

Nel caso di oscillazioni modulate, durante la fase nella quale l'oscillazione portante aumenta di ampiezza, il condensatore segue pressochè fedelmente la variazione stessa, ma durante la fase nella quale l'oscillazione diminuisce di ampiezza, il condensatore segue con buona fedeltà solamente quando questa abbia in ogni istante una rapidità minore di quella che sarebbe presentata dalla libera scarica del condensatore C sulla sua resistenza di dispersione R. Si comprende quindi come i valori del prodotto $C R$ dipendano, per una determinata forma di modulazione, ad es. sinoidale, non solo dalla frequenza, ma anche dalla profondità della modulazione stessa.

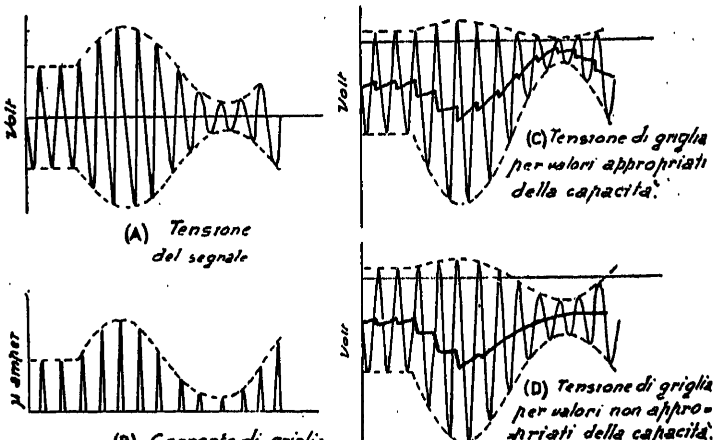


Fig 1.

Nella fig. 1, per un diagramma *a*) di tensione oscillatoria applicata al rettificatore, si hanno i diagrammi; *b*) di corrente di griglia, e *c*) di tensione di griglia, nel caso di resistenza e condensatore di griglia giustamente proporzionati, *d*) di tensione di griglia nel caso di resistenza e condensatore di griglia non giustamente proporzionati. Nel caso di modulazione sinoidale, la condizione di raddrizzamento pressochè indistorto è data da:

$$\frac{X}{R} \leq \frac{m}{1 - m^2},$$

dove m è la profondità di modulazione, $[e = E\ (1 + m \cos 2\pi f_0 t)$ essendo $e = f(t)$ l'inviluppo dell'oscillazione ad alta frequenza$]$, ed X il valore $\frac{1}{\omega C}$ della reattanza capacitiva.

Nella capacità C deve essere conglobata anche la capacità γ del l'effetto di reazione della tensione di placca attraverso la capacità placca-griglia. In conseguenza della capacità γ, che può essere valutata ad es. a 60 $\mu\mu F$, la capacità C non può avere valori troppo bassi, ad es. inferiori a 50-100 $\mu\mu F$; allo scopo di evitare un'eccessiva diminuzione della tensione effettiva alla griglia. Ad una capacità $C + \gamma$ di 160 $\mu\mu F$ dovrà corrispondere, per una riproduzione di alta qualità del suono e della musica, una resistenza da 0,2 a 0,5 Ω. In tal caso, con una R di 0,25 M Ω, un raddrizzamento senza sensibili distorsioni, può essere ottenuto sino a frequenze di circa 1000 p/sec, per una profondità di modulazione anche del 100 %, e sino a frequenze di 10.000 p/sec, per profondità di modulazione non superiori a 40 %.

Gli autori non dicono, ma la cosa viene da sè, che nel caso di modulazioni non sinoidali, e cioè nel caso in cui la modulante abbia delle armoniche, può accadere, per costanti X/R non eccessivamente elevate, che, per eguale ampiezza delle armoniche, la fedeltà della riproduzione venga a dipendere dalla fase delle armoniche stesse. In altri termini il fatto si può esprimere dicendo che in generale, nel caso della rettificazione per curvatura di griglia, i risultati ottenuti considerando la modulazione sinoidale, non si possono generalizzare ad una modulazione di forma qualunque, mediante la scomposizione in serie di Fourier. Sembra che fino ad ora sia stata fatta varie volte confusione su questo punto, peraltro assai semplice.

2) Il limite superiore del carico nella rettificazione per curvatura di griglia è dato dal punto nel quale la rettificazione per curvatura di placca appare apprezzabile, e cioè quando ci si trova ad uscire dalla parte rettilinea della caratteristica anodica. Il massimo di tensione oscillatoria sopportato dalla griglia nel funzionamento senza distorsioni, è leggermente minore della metà della tensione di griglia che il triodo può sopportare quando è usato come amplificatore con la stessa tensione anodica. Il massimo di tensione di uscita dell'audiofrequenza, è circa un terzo della tensione sviluppata nella corrispondente amplificazione.

3) La resistenza equivalente di entrata del circuito di griglia è un poco più grande della metà della resistenza R di dispersione.

4) Il raddrizzamento per curvatura di griglia, quale appare dallo studio teorico, e da diversi risultati sperimentali che verificano la teoria, è molto più sensibile che non il raddrizzamento per curvatura di placca, e può dare, a pari tensione anodica, la stessa tensione di uscita, con distorsioni certamente non superiori.

F. Ve.

P. O. Farnham e A. W. Barber — **Progetto e uso di un apparato per provare i radioricevitori.** (Proc. I. R. E., Vol. 18, N. 8, agosto 1930, p. 1338).

Nello spazio di pochi anni i procedimenti di prova dei radioricevitori si sono rapidamente trasformati da qualitativi e grossolani, in veri metodi di misura quantitativi e rigorosi.

I metodi di misura usati per lo studio di un ricevitore nel laboratorio durante la fase di progetto sono assai più lunghi e complessi di quelli necessarii per il controllo della produzione dell'officina. Dei primi gli AA. si occupano particolarmente. Citati alcuni esempi di misure sulle parti singole componenti un ricevitore, passano a considerare l'apparecchiatura necessaria per le prove sul ricevitore completo, elencando anzitutto i principali requisiti ai quali essa dovrebbe rispondere; primo fra questi è quello di non avere una modulazione in frequenza superiore a 200 c/s, con una modulazione in ampiezza del 30 %. Si occupano quindi delle principali prove di sensibilità, selettività, e fedeltà, mostrando quale dannoso effetto sull'esattezza delle misure abbia la modulazione in frequenza dell'oscillatore, e infine passano a considerare le misure secondarie sul rumore di fondo e il ronzio (esprimendoli in percentuale equivalente di modulazione a 400 c/s) sulle distorsioni, ecc.

M. B.

N. F. S. Hecht, D. P. Alexander — **Un dispositivo per mantenere l'isocronismo nei motori di piccola potenza.** (J. I. E. E., Londra, dicembre 1930, pag. 83).

Il dispositivo di regolazione della velocità descritto dagli AA. è destinato ai radio-fari e si applica ad un motore che fa ruotare con velocità costante un quadro di trasmissione per radiogoniometria; il quadro deve compiere 1 giro al minuto con degli scarti nella velocità angolare di 1° su ogni 5 giri cioè con un errore massimo del 0,05 %. Il quadro è comandato attraverso ad una vite senza fine da un motore da 200 watt che fa 2000 giri 1'; la regolazione della velocità viene fatta su questo motore. Il sistema meccanico proposto dal Baudot per la telegrafia automatica ottiene dal motore una velocità costante in modo molto preciso, però la sua capacità di assorbire le variazioni di potenza prodotte da sbalzi della tensione applicata è limitata al valore massimo di 3 watt. Per aumentare tale valore sono state introdotte le seguenti modifiche: in serie col motore è stata messa una resistenza di stabilizzazione di circa 300 ohm in modo che la f.c.e.m. del motore risulta 1/3 della tensione applicata. La capacità di disperdere la potenza eccedente raggiunge con ciò i 36 watt e la tensione applicata può anche variare del 5,5 % senza influire sensibilmente sul valore della velocità del motore. Un altro sensibile miglioramento si ottiene facendo ruotare le masse rotanti del regolatore Baudot in un campo magnetico fisso; le variazioni di potenza sono in gran parte assorbite dalle correnti parassite che così si producono. Il dispositivo può disperdere un eccesso di potenza di 75 watt e può quindi compensare delle variazioni della tensione applicata persino del 25 %. L'apparecchio di regolazione è stato sottoposto ad una prova di controllo montando sull'albero del motore un contagiri e rilevando fotograficamente la posizione contemporanea dell'indice del contagiri e dell'indice di un contasecondi al 1/5 di sec. La velocità del motore è risultata praticamente costante anche per un periodo di tempo di 100 ore purchè la temperatura ambiente venga mantenuta costante. Il dispositivo però non è mai abbastanza esatto quando si debbono far funzionare due o più radiofari successivamente a periodi alternati.

Meglio si riesce allo scopo regolando la velocità del motore su di un orologio a pendolo; non è difficile ottenere da uno di questi strumenti un'approssimazione di qualche secondo in 24 ore. La velocità del motore si regola circa dell'1 % minore di quella di isocronismo col pendolo; quando l'errore angolare ha raggiunto il massimo tollerabile (corrispondente a un ritardo di 0,55 secondi) automaticamente il motore accelera fino a riguadagnare il ritardo perchè un relais comandato dal pendolo mette in corto circuito la bobina di eccitazione dell'elettrocalamita di freno. La posizione angolare del quadrante è controllata ad ogni secondo a mezzo di un disco che porta due contatti: a seconda che l'impulso di corrente che viene dal pendolo passa per l'uno o per l'altro di tali contatti il relais chiude od apre il corto circuito sull'elettrocalamita. La velocità del motore si mantiene costante entro i limiti prescritti anche quando la tensione applicata varia da 165 a 250 volt, mentre se anche la tensione è tenuta costante nessuna deviazione apprezzabile si osserva nel valore della velocità.

I. L.

P. E. Edelman — **Condensatori elettrochimici a secco.** (Proc. I. R. E., Vol 18, N. 8, agosto 1930, pag 1366)

Descrizione di un nuovo tipo di condensatore costituito da due fogli di alluminio, uno dei quali è ricoperto per via elettrolitica di una sottile pellicola isolante, separati da un foglio di materiale poroso impregnato di una gomma organica. Questi condensatori sono particolarmente adatti per circuiti livellatori, perchè hanno bisogno di una tensione continua per mantenersi in efficienza. Se ne costruiscono per tensioni di esercizio di 350 e 700 volt. Loro caratteristiche sono l'ingombro minimo (è possibile realizzare capacità di 5000 μF), la resistenza alle punte di sovraccarico, l'isolamento relativamente alto, per un condensatore elettrolitico (0,5 mA per un condensatore di 5 μF, alla tensione normale di esercizio).

M. B.

STATISTICA.

A. Lüdin — **La produzione dell'energia elettrica nell'Uruguay.** (E. T. Z., N. 467 del 13 novembre 1930, pag. 1587).

L'Uruguay, con una superficie di 186.926 km², ha una popolazione di due milioni di abitanti: di questi circa un terzo abita nella capitale, Montevideo.

L'economia del paese è basata sull'agricoltura: fra le industrie, sviluppata è solo quella delle sostanze alimentari. L'industria elettrica è naturalmente poco sviluppata: il principale consumo è limitato alla capitale. Per i servizi di questa è stata costruita nel porto una centrale termica di 40.000 kW: le tranvie urbane dispongono di propria centrale di 15.000 kW. E' peraltro in corso la costruzione di una supercentrale di 50.000 kW, prevista per un ulteriore ampliamento di 70.000 kW. E' poi in corso lo sfruttamento del fiume principale del paese, il Rio Negro; da esso si ricaveranno da 250 a 500 milioni di kWh annui. E' previsto infine lo sfruttamento anche del Rio Uruguay, per il quale per altro sono necessarie intese internazionali col Brasile e con l'Argentina.

T. S.

TRASFORMATORI.

E. Ferenez — **Contributo al calcolo dei trasformatori.** (E. u. M., N. 47, 23 novembre 1930).

L'A. dimostra come si può condurre il calcolo dei trasformatori quando sono prescritte la tensione di corto circuito ed il rendimento. Le dimensioni del trasformatore « meno costoso » a parità di valore effettivo delle perdite e della caduta di tensione, vengono determinate calcolando il minimo della funzione che esprime il prezzo di costo della macchina. Tali dimensioni sono, in prima approssimazione, *indipendenti dalla potenza*. Il metodo che ne consegue può essere semplificato coll'impiego di opportuni diagrammi che l'A. riporta, mentre dimostra in due esempi pratici come si applicano i risultati trovati.

V. D. Ma.

A. Palme — **Trasformatori con variazione di rapporto sotto carico.** (J. A. I. E. E., novembre 1930, pag. 921).

L'A. descrive un dispositivo di commutazione costruito dalla G. E. Co. per eseguire la manovra di presa dei diversi contatti derivati sull'avvolgimento del trasformatore allo scopo di variarne il rapporto di trasformazione. L'apparecchio fu studiato dapprima per grossi trasformatori e per forti intensità di corrente da commutare (da 500 a 1000 A) ma recentemente fu adottato anche per piccoli tipi. Si tratta di un apparecchio normalizzato il cui costo varia poco col variare della potenza del trasformatore.

Il commutatore per forti intensità è costruito essenzialmente da due piastre rotonde isolanti fra le quali sono fissate, perpendicolarmente, 10 o 12 sbarre di rame disposte su una circonferenza. Nel

centro di questa specie di gabbia cilindrica si muove un complesso di contatti di rame, ciascuno sotto l'azione di una molla elicoidale; un dispositivo a camme fa sì che quando viene fatto ruotare un alberetto assiale i contatti si spostino fino a toccare le sbarre di rame pur mantenendosi costantemente in contatto coll'albero stesso che a sua volta è connesso a una delle sbarre. A queste fanno capo le prese eseguite sugli avvolgimenti dei trasformatori. Questo è l'elemento essenziale del dispositivo di commutazione che è stato applicato da parecchi anni su larga scala con piena soddisfazione.

L'A. descrive poi le modificazioni apportate al commutatore e a tutti gli organi annessi allo scopo di ottenere un dispositivo che si addottasse ai piccoli trasformatori e che presentasse i necessari requisiti di maggiore semplicità e di minore costo. *R. S. N.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

M. I. ALIMANSKY — **L'applicazione ed il comportamento dei condensatori in serie.** (Gen. Elec. Rev., novembre 1930, pag. 616).

L'A. considera in modo particolare l'applicazione dei condensatori statici in serie per compensare la caduta induttiva di linea. Questo mezzo di compensazione non è ancora molto impiegato; tuttavia, in molti casi, specialmente su linee rurali, riesce più economico in confronto all'uso del regolatore a induzione e degli altri apparecchi generalmente usati; esso inoltre è più semplice, nell'apparecchiatura e nella sorveglianza, dei condensatori sincroni; ed ha su quelli statici in derivazione il vantaggio di essere flessibile, e di non compensare le cadute per un solo valore del carico; su linee non molto lunghe e per tensioni moderate è anche sovente il mezzo di compensazione più economico.

Meno diffuse applicazioni ha avuto il condensatore in serie nel caso di linee di trasmissione ad alta tensione e per lunghe distanze; è da ricordare però l'impianto di Ballston Lake, (New York) su linee a 33.000 volt; è tuttavia provato che, oltre a migliorare la regolazione, esso aumenta fortemente la potenza massima che si può trasmettere con una data linea; e ciò, oltre ad avere sovente una grande importanza per l'esercizio, è cosa utile anche quando non sia economicamente conveniente caricare le linee a questo limite, perchè la stabilità del sistema risulta in ogni caso fortemente aumentata.

Unico inconveniente dei condensatori in serie è quello di rialzare la tensione alle sbarre della stazione generatrice, ma, in generale, nessun carico è direttamente connesso a queste, e la cosa non ha importanza. Anche nella divisione del carico nei circuiti ad anello il condensatore in serie trova un buon campo di applicazione: è noto infatti che la reattanza induttiva di alcune sezioni della linea può modificare la distribuzione del carico, nel senso di sovraccaricare alcune sezioni; il condensatore in serie annulla e compensa in ogni istante questa reattanza induttiva.

Un grave inconveniente si manifesta però in caso di corto circuito. L'intera tensione di linea è applicata allora tra le armature del condensatore, e può rovinarne l'isolamento; è noto inoltre che la corrente di corto circuito è limitata essenzialmente dall'induttanza del sistema, induttanza che viene annullata dal condensatore. Inoltre un condensatore è costituito sempre da più elementi in parallelo e, se uno di questi si guasta, la corrente di linea viene shuntata attraverso di esso, annullando l'azione del condensatore. E' pertanto necessario proteggere il condensatore con un'apparecchiatura opportuna. Si è ricorso alla combinazione di uno spinterometro (che scarica appena si manifesti una sovratensione, come nel caso di un corto circuito) con un relais ed un interruttore ad azione istantanea, che escludono il condensatore, appena di manifestino una sovratensione od un guasto in uno dei suoi elementi, e lo reinseriscono appena cessata la causa di perturbazione. Naturalmente, in caso di corto circuito, appena escluso il condensatore, tutta l'induttanza di linea è nuovamente inserita nel circuito, limitando così la corrente. Nei condensatori di minore importanza l'interruttore è sostituito da un contattore.

Segue un interessante rapporto, sia dal punto di vista teorico che pratico, sviluppato dalla Commissione per le linee rurali della Empire State Gas and Electric Association. *C. G. E.*

V. M. MONTSINGER, W. M. DANN — **Raccomandazioni circa la coordinazione del grado di isolamento dei trasformatori e delle linee sulla base della resistenza alle onde di impulso.** (J. A. I. E. E., novembre 1930, pag. 934).

E' noto come attualmente si prospetti in tutta la sua pratica gravità il problema di stabilire una reciproca gradazione fra l'isolamento da darsi alle linee a quello dei trasformatori che ad esse sono connessi, allo scopo di meglio assicurare la protezione di questi ultimi alle onde di sovratensione a fronte ripido. Un apposito Comitato dell'American Inst. of Elec. Engineers ha recentemente emanato, come primo tentativo, delle « raccomandazioni » che vengono esposte e illustrate in questo articolo.

Le « raccomandazioni » constano di due parti: la prima si occupa dei modi di definire la resistenza dei trasformatori alle onde di impulso, mentre la seconda si occupa più precisamente delle norme di coordinazione dell'isolamento. A quest'ultimo riguardo vengono considerati tre metodi. Anzitutto è prescritto l'uso di un efficace scaricatore che deve essere connesso ad una distanza (di circuito) di non più di 30 metri dal trasformatore. Data l'eventualità che lo scaricatore possa essere temporaneamente fuori uso (per ricambio, ecc.) si raccomanda di fare uso contemporaneamente anche di uno degli altri due sistemi. Uno di essi consiste nell'installazione di scaricatori a corna o simili apparecchi a distanza esplosiva, pei quali è riportata una tabella di taratura. L'ultimo metodo è quello di ridurre convenientemente l'isolamento della linea nell'ultimo chilometro prima del trasformatore; anche a questo proposito le « raccomandazioni » portano una tabellina numerica relativa alla composizione delle catene di isolatori. *R. S. N.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

E. R. KAAN — **Le automotrici a corrente alternata delle Ferrovie Federali Austriache.** (Elektrische Bahnen, N. 11, novembre 1930).

Le Ferrovie Federali Austriache hanno in servizio, dalla metà del 1929, otto automotrici che effettuano il rimorchio dei treni omnibus lungo linee a piccola pendenza e dei treni diretti su alcuni tronchi di montagna. La parte meccanica è composta da una cassa con due cabine di manovra alle testate, una cabina per il macchinario e gli apparecchi, un bagagliaio, un gabinetto di toilette e due scomparti per i viaggiatori e da due carrelli con telaio in ferri profilati chiodati e rinforzati.

Le caratteristiche più importanti dell'equipaggiamento elettrico risultano dal seguente prospetto, nel quale sono anche indicate le dimensioni meccaniche più notevoli:

Rodiggio	3-A I A
Sistema di trazione - corrente monofase	16 2/3 per/sec
Tensione al filo di contatto	15 kV
Numero dei motori	2
Potenza continuativa dei motori all'albero	2 × 205 kW
Potenza oraria dei motori	2 × 225 »
Potenza oraria del trasformatore	600 kVA
Potenza continuativa del trasformatore	480 »
Potenza disponibile per il riscaldamento delle rimorchiate, a 1000 V	110 kW
Potenza disponibile per il riscaldamento delle motrici, a 220 V	7 kW
Sistema di illuminazione elettrica - c. c. o c. a.	24 V
Altezza normale da terra del filo di contatto	5750 mm
Altezza minima da terra del pattino dei pantografi	4500 »
Rapporto di trasmissione del moto dei motori agli assi	20 : 66
Numero degli assi	6
Interasse totale	16.430 mm
Distanza fra le mezzarie dei carrelli	13.330 »
Interasse dei carrelli	3.100 »
Lunghezza fra i respingenti	20.520 »
Diametro delle ruote motrici	1.100 »
Diametro delle ruote portanti	1.100 e 830 mm
Numero dei posti a sedere	62
Freno automatico	a vuoto, sistema Hardy
Peso della parte meccanica	51,5 tonn.
Peso della parte elettrica	22,2 »
Peso totale in ordine di marcia	53,7 »

V. D. Ma.

C. WOLFF — **Le correnti vaganti.** (Elektrische Bahnen, N. 11, novembre 1930).

L'A. rileva che, forse, in nessun campo dell'elettrotecnica regna l'incertezza come in quello delle correnti vaganti; incertezza che trova la sua ragione d'essere nella disparità dei risultati teorici e pratici. Si può ritenere che, a causa delle molteplicità delle funzioni perturbatrici non esattamente valutabili, la teoria non possa condurre a risultati conclusivi, mentre, d'altra parte, le difficoltà pratiche falsano i risultati delle misure dirette.

Le corrosioni nelle condutture metalliche e nelle armature dei cavi sono influenzate dalle leggi che regolano il passaggio delle correnti di ritorno dal binario alla conduttura e da questa a quello. La circolazione della corrente dipende dalla resistenza di passaggio fra rotaia e sottostruttura, dalla resistenza della sottostruttura, dalle resistenze fra sottostruttura e terreno, dalla resistenza di ques'ultimo ed infine dalla resistenza di passaggio fra terreno e conduttura. Queste resistenze sono variabili con le condizioni della sottostruttura e del sottosuolo e sono influenzate dall'umidità oppure dalla presenza di sali. In queste condizioni, è impossibile prevedere o misurare l'entità delle correnti che arrivano ad interessare la conduttura ed a provocarvi delle corrosioni. Si può soltanto affermare l'opportunità di ridurre al minimo la resistenza del binario e di isolare il più possibile la sottostruttura.

D'altro canto, le condutture vanno collocate, preferibilmente, in terreno asciutto ed il più lontano possibile dal binario e protette contro le correnti vaganti mediante giunti isolanti.

L'A. conlude affermando che, a tutt'oggi, una risposta definitiva al problema delle correnti vaganti non si può ancora dare. Al Congresso Internazionale dei Trasporti, tenuto in Roma nel 1928, venne nominata una Commissione incaricata di studiare le questioni connesse a questo problema e di proporre le misure atte ad attenuare le conseguenze delle correnti vaganti. *V. D. Ma.*

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

CRONACA

APPLICAZIONI VARIE.

Per il comando delle *macchine a stampare le stoffe ed a mercerizzare* è impiegato utilmente il motore a corrente continua con accoppiamento Léonard. Questo sistema permette di raggiungere e di mantenere nel modo più semplice tutte le velocità di lavoro richieste. Una sistemazione conveniente degli organi di comando: contattori, reostati, apparecchi di comando a distanza, entro un apposito cofano di manovra consente di semplificare considerevolmente il servizio. (*Révue Brown Boveri,* gennaio 1931). *V. D. Ma.*

CONDUTTURE.

Per il calcolo delle palificazioni in cemento armato, H. Claude, insiste in *R. G. E.,* del 30 agosto 1930, pag. 386, sull'importanza che possono acquistare gli sforzi diretti parallelamente alla linea. E' in relazione a questo modo di vedere che si renderebbero consigliabili le forme a T, di cui l'A. illustra, sulla base dei risultati di calcolo, i vantaggi rispetto alle forme retangolari piene o a colonna. *G. Cc.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

Una interessante applicazione dei *raddrizzatori all'alimentazione dei forni per la preparazione dell'alluminio* è citata nella *Révue Brown Boveri* del gennaio 1931. Si tratta di un impianto nel quale sono installati tre gruppi esafasi a 18 anodi, ciascuno della potenza di 5000 kW a 590 V e 8500 A. I gruppi sono a tensione regolabile sotto carico, fra 190 e 590 V, mediante inseritore a gradini. La regolazione è fatta sopra un trasformatore speciale combinato col trasformatore principale. Tra quest'ultimo ed il relativo raddrizzatore sono inserite tre bobine di autoinduzione che assicurano una ripartizione uniforme delle correnti di fase sugli anodi, permettendo di trasformare un sistema esafase in un sistema 3 × esafase, necessario all'alimentazione del raddrizzatore a 18 nodi. I raddrizzatori sono, inoltre, muniti di bobine d'assorbimento, atte a ridurre al minimo il valore efficace delle correnti anodiche. *V. D. Ma.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Col nuovo impianto d'illuminazione del campo di football dell'Università di Detroit, si è ottenuta, sull'area di giuoco, un'intensità media d'illuminazione di ∼ 540 lux (50 foot-candles), mediante 160 lampade da 1000 W e 16 da 10.000 W, poste in riflettori appositamente costruiti, montati alla sommità di sei torri in traliccio (due a metà campo e quattro agli angoli) alte ∼ 30 metri. Su ognuna delle torri laterali, vi sono 4 riflettori, in ciascuno dei quali sono 20 lampade da 1000 watt, e su ognuna delle torri d'angolo quattro riflettori ciascuno equipaggiato con una lampada da 10.000 W.

Il rendimento luminoso del sistema è di 30 lumen/watt con una vita media di 100 ore. I 320 kW necessari al funzionamento dell'impianto vengono forniti dalla rete ad alta tensione con l'interposizione di tre trasformatori monofasi da 150 kVA. Sul circuito secondario a 460 V sono direttamente inserite, in serie multiple, le 160 lampade da 1000 W, mentre l'alimentazione dei gruppi di lampade da 10.000 W avviene attraverso un trasformatore da 50 kVA, posto alla base di ogni torre d'angolo. *G. Co.*

(*The Magazine of Light,* novembre 1930 - *Electrical World,* 8-15 novembre 1930).

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

La «produzione» attuale delle Scuole di Ingegneria Italiane. — Sotto questo titolo *L'Ingegnere* del maggio 1931 pubblica una nota statistica circa il numero dei laureati in ingegneria nello scorso anno, dalla quale riportiamo le tabelle seguenti:

Laureati in ingegneria nell'anno 1930.

	Civili	Industriali	Navali	Minerari
R. scuola d'Ingegneria di:				
Torino	42	132	—	—
Milano	63	161	—	—
Padova	72	47	—	—
Bologna	34	—	—	—
Genova	—	—	56	—
Pisa	23	—	—	—
Roma	123	17	—	5
Napoli	48	43	14	—
Palermo	24	30	—	—
Totali parziali	429	430	70	5

Nella tabella non sono compresi i laureati Architetti Civili della R. Scuola di Ingegneria di Milano.

Abilitati alla professione dell'ingegnere nell'anno 1930.
(Esami di Stato).

	Specialità scelta dai candidati								
	Edilizia	Ponti - Strade e Ferrovie	Costruzioni idrauliche	Elettrotecnica	Costruzioni meccaniche	Aeronautica	Miniere e metallurgia	Chimica	Costruzioni navali.
R. Scuola di Ingegneria di:									
Torino	36	49	4	26	51	—	1	14	—
Milano	23	22	6	52	27	—	15	3	—
Padova	16	1	—	41	22	—	—	3	—
Bologna	47	33	6	—	—	—	—	—	—
Genova	—	—	—	—	—	—	—	—	5
Pisa	50	6	6	—	—	—	—	—	—
Roma	12	4	1	5	46	3	—	—	—
Napoli	64	3	—	5	32	—	—	3	42
Palermo	27	4	35	10	11	—	—	—	—
Totali parziali.	275	122	58	138	189	3	16	23	47

Come è noto le specialità indicate nella tabella si riferiscono soltanto alla categoria scelta dal candidato per la prova di esame ma non costituiscono alcuna specializzazione o limitazione per quanto riguarda la professione.

Crediamo anche interessante riportare integralmente la nota redazionale pubblicata a questo proposito nello stesso numero dalla Rivista *L'Ingegnere.*

«SCUOLE DI INGEGNERIA. — Alcuni dati relativi alla produzione delle Scuole di Ingegneria italiane, riportati in questo fascicolo, mostrano che l'afflusso di nuovi ingegneri nell'agone professionale è attualmente di circa 900 all'anno.

«In confronto alle cifre di alcuni anni addietro, specie di quelli dell'immediato dopo guerra, la contrazione è notevole; ma si può ritenere tuttavia che il numero annuale di poco meno di un migliaio di reclute sia ancora alquanto eccessivo rispetto al bisogno della Nazione, e ciò sarebbe confermato dalla persistente disoccupazione o scarsa occupazione degli ingegneri, iniziatasi assai prima della recente generale depressione economica.

«Sarà in conseguenza lecito di chiedersi se la grande famiglia degli ingegneri — e per essa il Sindacato che la rappresenta — possa rimanere inerte spettatrice di un fenomeno di sopraproduzione che la tocca tanto da vicino.

«La questione della *quantità* dei nuovi ingegneri interessa la nostra Categoria non meno di quella della *qualità*: e questo è apparso anche dal recente nostro Congresso, di cui una Sezione ha votato un ordine del giorno riguardante appunto l'ordinamento delle Scuole di Ingegneria in relazione ai bisogni odierni della tecnica e del Paese.

«Le due questioni sono del resto intimamente connesse e costituiscono nel loro complesso un grosso problema da affrontare con dura volontà di risolverlo, ma anche con molta ponderazione. Le Scuole sono invero organismi di natura delicatissima, ed è molto più facile guastarli che non migliorarli quando si proceda senza una precisa e vasta conoscenza della materia, affidandosi alla debole guida di un dilettantismo facilone, cui può avvenire di scambiar per competenza le proprie buone intenzioni.

«I problemi delle Scuole di Ingegneria sono troppi vasti perchè si possa discorrerne in poche righe; ma, pur rinunciando a farne l'analisi, si può tentarne per grandi linee l'impostazione o, più modestamente, l'enumerazione.

«La prima questione, fondamentale e pregiudiziale, riguarda il finanziamento. Le Scuole d'Ingegneria italiane oggi si dibattono in istrettezze assai gravi, *consolidate* dalla legge sull'autonomia degli Istituti universitari; e tali strettezze esse sono indotte a superare favorendo con l'aumento del numero degli allievi quello del gettito delle tasse scolastiche, cioè tendendo ad accrescere la dannosa pletora dei professionisti.

«Finchè il problema del finanziamento non abbia ricevuto una soluzione adeguata alle vaste esigenze delle moderne scuole per ingegneri, è perfettamente inutile di abbandonarsi a divagazioni accademiche intorno ai più opportuni ordinamenti didattici.

«Un'altra questione che giova considerare apertamente è quella del numero delle Scuole di Ingegneria — in altro campo parallelo anche delle Scuole Superiori di Architettura — e, se è lecito, della loro distribuzione geografica nel Paese. Questo deve essere pur detto mentre la istituzione di qualche nuova scuola o la trasformazione in scuola politecnica di qualche scuola speciale di tradizione gloriosa sono fatti di storia contemporanea, dei quali non sembra estremamente sentita la necessità.

«Un punto interrogativo cui non si è mai avuto il coraggio di rispondere definitivamente è quello dell'ordinamento su tre o su cinque anni, cioè della separazione dal primo biennio preparatorio o dell'unione intima con esso. Abbiamo scuole ordinate secondo l'uno e l'altro sistema; ma sembra fuori dubbio che in una riforma ispirata ai più sani concetti di economia didattica il secondo dovrebbe infine prevalere, non già con la istituzione di doppioni, ma col semplice as-

sorbimento di talune cattedre delle Facoltà di Scienze da parte delle Scuole di Ingegneria.

« Anche la materia della divisione in Sezioni speciali meriterebbe di essere riesaminata a nuovo, senza lasciarsi suggestionare da frasi fatte, da discutibili esempi d'oltre frontiera o da bisogni di natura contingente che taluno tende ad esagerare. Non va dimenticato che la cultura è superiore solo quando abbia un carattere di vastità e di generalità, e che la pretesa specializzazione spesso non è che una limitazione della cultura, con rinuncia ad alcune sue parti fondamentali ed essenziali.

« L'insegnamento superiore deve essere formativo prima che informativo: ed è appunto nel campo delle informazioni particolari che si potranno fare ancora coraggiosi tagli, per dare posto adeguato a ciò che non può essere omesso senza danno. Tutti devono persuadersi che una Scuola d'Ingegneria non ha l'ufficio di insaccare in modo opprimente nozioni senza fine, ma quello assai più organico di preparare ad apprendere quando occorra con piccolo sforzo i particolari delle diverse numerosissime ramificazioni della tecnica.

« Del resto si può agevolare la *specializzazione dopo laurea* col sistema dei *Corsi di perfezionamento* già in atto presso alcune nostre scuole, il quale sembra meritevole di ulteriori ampi sviluppi.

« Ogni Scuola dovrebbe ammettere un numero di allievi proporzionato alla propria attrezzatura per non veder compromesso il buon esito dello sforzo educativo compiuto: anche per questo, oltre che per i motivi sindacali accennati al principio delle presenti note, merita esame attento il problema dell'adozione del *numero chiuso*, naturalmente connesso a quello della selezione degli allievi all'ingresso. A questo proposito è curioso rilevare che il sistema *non liberale* del numero chiuso ha per ora attuazione in paesi che si professano pienamente liberali, come la Francia, e non nell'Italia fascista.

« Infine si deve accennare alla questione, primissima in ordine d'importanza, del personale insegnante in genere e di quello assistente in particolare: questione fondamentale per l'avvenire di tutto l'insegnamento superiore e per lo sviluppo della ricerca scientifica, non meno che per il buon andamento didattico delle Scuole.

« Gli Ingegneri ed il loro Sindacato non possono disinteressarsi dei problemi delle Scuole di Ingegneria. È da augurarsi che essi concorrano alla ricerca delle migliori soluzioni, le quali peraltro non potranno essere l'ibrido frutto di compromessi, ma il prodotto dell'azione illuminata e serena di una volontà dittatoriale ».

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

Di un tipo speciale *di motore asincrono a scanalature multiple*, con rotore in corto circuito è fatto cenno nella *Révue Brown Boveri* del gennaio 1931 (pag. 5): In rapporto alle restrizioni concernenti la coppia allo spunto, questi motori, comandati con commutatore triangolo-stella, sono equivalenti ai motori a doppia gabbia di scoiattolo. Rispetto a questi ultimi, i motori a scanalature multiple presentano una minor dispersione del flusso e sono quindi ad essi superiori agli effetti della coppia di avviamento e del fattore di potenza. Queste proprietà sono confermate da curve caratteristiche che danno per i due tipi di motori l'andamento della coppia e della corrente in funzione del numero di giri. *V. D. Ma.*

NOTE E QUESTIONI LEGALI.

Sull'*utilizzazione delle acque negli S. U. A.* riferisce specialmente in relazione alla legislazione e norme varie vigenti G. Motta nell'*Energia Elettrica* del gennaio 1931. *I. P.*

SOCIETA' SCIENTIFICHE, CONCORSI, ECC.

Sotto il nome di *Nouvelle Association Internazionale pour l'Essai des Materiaux* N.A.I.E.M. è stata ricostituita dopo la guerra la antica omologa Associazione. Essa raggruppa le corrispondenti Associazioni nazionali di 25 paesi fra i quali l'Italia. La N.A.I.E.M. ha pubblicato una collezione di 150 monografie di distinti autori, raccolte in quattro volumi di complessive 1200 pagine, sotto il titolo di « Prime Comunicazioni della N.A.I.E.M. »; essi possono essere acquistate al prezzo di 6 dollari per volume, oppure di 12 dollari per la raccolta completa, rivolgendosi al Prof. C. Guidi, Presidente della Associazione Italiana per gli Studi sui Materiali S.I.M. (Roma, viale delle Milizie, 16).

Dal 6 al 2 settembre 1931 sarà tenuto a Zurigo il primo Congresso Internazionale della N.A.I.E.M. Per le informazioni in proposito, rivolgersi al Prof. Guidi.

Per associarsi alla N.A.I.E.M. è necessario essere soci della Associazione Italiana per gli Studi sui Materiali. Le quote di associazione pei soci individuali sono di L. 25 per la S.I.M. e di L. 21 per la N.A.I.E.M.; esse devono essere inviate all'Economo della S.I.M.: Cav. Alfredo Zacconi (Roma, Viale Vittorio Veneto, 7).

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Nel numero d'Agosto della Rivista Tecnica *F. I.* è riassunta e commentata la relazione sugli studi svolti in Europa da un *comitato per l'elettrificazione delle ferrovie costituito negli Stati Uniti*. Facendo seguito a quanto pubblicato sullo stesso argomento nel numero di febbraio, l'articolo riporta dati analitici sulle caratteristiche d'impianto e sui risultati d'esercizio per le principali ferrovie elettrificate esistenti nel mondo. *S. S.*

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

L'A. E. I. e la R. Accademia d'Italia.

In risposta all'omaggio di una raccolta delle pubblicazioni della A. E. I. inviata dal Presidente Generale alla R. Accademia d'Italia, il Senatore Marconi ha inviato la lettera che qui pubblichiamo.

Roma, 26 maggio 1931-IX.

Illustre Signore,

La ringrazio sentitamente per le pubblicazioni che l'Associazione Elettrotecnica Italiana ha voluto offrire alla Reale Accademia d'Italia.

Esse documentano le alte direttive e l'importante attività della Associazione, la quale giustamente si gloria di aver avuto tra i suoi fondatori Galileo Ferraris.

Ringrazio anche per la comunicazione che l'invio delle pubblicazioni sarà regolarmente continuato per l'avvenire, assicurandoLa che altrettanto sarà fatto dall'Accademia per il cambio, già istituito, delle proprie.

Coi più cordiali saluti. *firmato*: G. MARCONI.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI CATANIA

Con numeroso intervento di consoci e di persone che s'interessano di agricoltura, l'Ing. **G. Patanè** il giorno 3 giugno, alle ore 18, nei locali del Dopolavoro dipendenti S. G. E. S., ha tenuto la preannunziata conferenza sull'argomento: « **Applicazioni dell'elettricità all'agricoltura. - Limiti entro cui sono consigliabili i sollevamenti d'acqua per irrigazione** ».

L'oratore ha cominciato col rilevare come l'uso di macchinario elettrico, di facile ed economico esercizio, ha eliminato moltissime difficoltà alle quali si andava incontro con l'impiego delle vecchie macchine agricole che richiedevano manovalanza specializzata e maggiori spese.

Accenna quindi alle varie applicazioni dell'elettricità in enologia, per l'aumento del grado alcoolico del vino, descrivendo il metodo del Dott. De Fasi, basato sull'azione sterilizzatrice ed eccitante dei raggi ultravioletti, ricavati da un tubo di quarzo a vapori di mercurio, sui microorganismi che presiedono alla trasformazione del glucosio in alcool nella fermentazione del vino e della birra; nonchè per l'invecchiamento e la sterilizzazione dei vini e dei cognac con l'ozono. Accenna a questo punto ai frigoriferi usati per la conservazione dei prodotti del suolo ed alle applicazioni dell'elettricità alle vaccherie e porcilaie, alle mungitrici, all'essiccamento dei bozzoli e delle cortecce delle arancie, nonchè nei lavori della terra cioè nell'erpicatura, rullatura, fresatura e semina dei terreni, mietitura, trebbiatura, sgranatura, pulitura dei prodotti.

Riassume i vari metodi dell'aratura presentando un interessante film di aratura elettrica quale si pratica nell'agro romano.

Parlando delle ricerche d'acqua del sottosuolo e sollevamenti di essa per irrigazione, l'oratore accenna alle varie teorie sull'origine delle acque, da quella antica della condensazione dei vapori d'acqua determinati dal calore centrale della terra sulle acque marine ed esterne che vi penetrano, alla teoria delle infiltrazioni universalmente accettata ed a quella recente della condensazione dell'umidità che contiene l'aria.

Accenna alle quantità delle precipitazioni d'acqua in Italia ed a quella che si potrebbe rintracciare nel sottosuolo, nonchè ai grandi bacini di raccolta costruiti a scopo di forza motrice e d'irrigazione.

Con dati statistici l'oratore dimostra che, in condizioni normali, non sono consigliabili, perchè non lasciano un equo compenso, i sollevamenti d'acqua, a scopo d'irrigazione, superiori a m 75 di prevalenza e che, se sollevamenti di acqua per altezze maggiori riescono redditizi, essi lo debbono alla speciale ubertosità dei terreni e favorevoli condizioni del mercato.

L'oratore conclude che, per evitare sorprese, occorre bene esaminare, prima d'intraprendere lavori di impianti di sollevamento, che le spese di costruzione e di esercizio consentano, nelle condizioni normali del mercato, un'equa rimunerazione.

Furono proiettati alla fine altri due films, una con esempi d'irrigazione a pioggia ed un'altro che mostrava la costruzione del bacino dell'impianto dell'alto Belice della Società Generale Elettrica della Sicilia, a scopo di forza motrice ed irrigazione.

Alla fine dell'interessante conferenza l'Ing. Patanè fu vivamente applaudito e complimentato.

*

SEZIONE DI GENOVA

Assemblea generale del 22 marzo 1931. — Il Presidente alle ore 10,30 apre la seduta comunicando, come premessa, che sarebbe stato suo vivissimo desiderio rinviare l'Assemblea per non interferire con

le manifestazioni indette per l'annuale della fondazione dei Fasci di Combattimento, ma che tale rinvio non ha potuto assolutamente essere deliberato per varie ragioni che hanno superato ogni migliore volontà.

Prima di iniziare lo svolgimento dell'Ordine del Giorno il Presidente con commosse parole ricorda le benemerenze dei soci della Sezione defunti nel 1930: Sigg. Ing. Angelo Baudi, Ottavio Caviglia, e Francesco Gallo; proponendo l'invio a nome dell'Assemblea di rinnovate condoglianze alle famiglie. L'Assemblea approva.

Passando allo svolgimento dell'Ordine del Giorno sul numero 1° « Relazione della Presidenza », il Presidente riferisce sull'attività svolta dalla Sezione durante il 1930, sopra i tre diversi punti di vista: numero dei soci, conferenze, gite e manifestazioni varie; e fa osservare per quanto riguarda il numero dei soci, che deve tenersi presente il numero non trascurabile di soci cessati per varie ragioni, e che vennero però sostituiti da altrettanti soci nuovi, il che corrisponde ad un non trascurabile incremento in linea relativa per quanto le cifre in linea assoluta non lo dimostrino. Aggiunge poi che dal 1° gennaio 1931 già si contano 25 nuove inscrizioni fra le quali tre soci collettivi, il che è certamente motivo di compiacimento; deve essere data di tale soddisfacente risultato ampia lode a quei soci autorevoli che con la loro attiva propaganda hanno procurato tali nuove adesioni.

Per le conferenze il Presidente richiama l'attenzione dei soci oltrechè sul numero anche sull'importanza degli argomenti che furono oggetto delle conferenze stesse, e mentre in generale ringrazia tutti gli egregi soci autori delle conferenze medesime, rivolge sensi di particolare gratitudine al Prof. Occhialini per la dotta sua conferenza che ha lasciato in tutti i soci ricordo di godimento intellettuale indimenticabile e speranza di veder presto rinnovato il godimento stesso. Il Prof. Occhialini presente all'assemblea rinnova la promessa già altra volta data di tenere ben presto una nuova conferenza.

Il Presidente, dopo aver ricordato le gite sociali svolte nel 1930, espone il programma della attività della Sezione durante il 1931, sia per quanto riguarda le conferenze come per quanto concerne gite e riunioni varie.

Il Presidente dà poi comunicazione di quanto la Presidenza Generale ha reso noto in merito alla nuova sistemazione della Segreteria Generale, dell'Ufficio Centrale e della Redazione del Giornale *L'Elettrotecnica* illustrando i pregi della sistemazione stessa, della quale va tributata ampia lode all'opera tanto efficacemente svolta anche a tale riguardo dal Presidente Generale. L'assemblea prende atto di tali notizie manifestando il proprio compiacimento per l'opera altamente lodevole prestata per lunghi anni dall'Ing. Comboni, quale Segretario Generale e Direttore dell'Ufficio Centrale.

Il Presidente comunica quindi ai soci che nella seduta di Consiglio tenutasi il 1° marzo, il Consiglio stesso, prendendo atto di quanto il socio, Prof. Occhialini, aveva reso presente in merito alla assoluta insufficienza di mezzi posti a disposizione dell'Istituto di Fisica della locale R. Università, del quale il medesimo è appassionato autorevole Direttore, aveva deciso di farsi carico di tale intollerabile stato di cose, deliberando di indire fra i soci una personale volontaria sottoscrizione a favore dell'Istituto stesso concorrendo come A. E. I., Sezione di Genova con un contributo di L. 1000, a carico del bilancio 1931. Il Presidente aggiunge che già sono pervenute diverse adesioni fra le quali degna di particolare nota quella della Compagnia Imprese Elettriche Liguri, in nome della quale l'Amministratore Delegato, Ing. Comm. Natale Balsamo, ha messo a disposizione L. 15.000.

L'assemblea all'unanimità approva completamente le proposte del Consiglio e il Presidente comunica che provvederà con apposita circolare, della quale sottopone il testo che viene seduta stante approvato, a partecipare ai soci quanto sopra, invitandoli a dare il proprio volontario contributo.

Il Prof. Occhialini ringrazia il Presidente ed il Consiglio per aver accolto così prontamente e benevolmente la sua preghiera, e ringrazia pure l'assemblea per l'unanime adesione data, rivolgendo espressioni di particolare gratitudine ai primi sottoscrittori e tra questi in special modo all'Ing Balsamo, assicurando che i nuovi mezzi messi a disposizione permetteranno all'Istituto di svolgere efficace attività di nuovi studi e ricerche delle quali sarà data comunicazione alla Sezione di Genova dell'A. E. I.

Il Presidente ricordato che anche per il Bilancio 1930, come per il precedente, il pareggio venne raggiunto con ottenimento di contributi straordinari generosamente concessi dai più importanti tra i soci collettivi della Sezione, cosa questa che non deve perpetuarsi, richiama l'attenzione dei soci sulla gravosità dell'onere creato al Bilancio dalla spesa per affitto annuo dell'attuale Sede, d'altra parte non rispondente come numero e natura dei locali disponibili, alle vere esigenze della Sezione. Ora, poichè il contratto d'affitto va a scadere con il prossimo settembre, il Presidente sottopone all'assemblea la proposta di disdire il contratto stesso dandone preavviso tempestivamente.

L'assemblea all'unanimità approva e il Presidente dà incarico al Vice Presidente ed al Segretario di procedere senz'altro alla ricerca di un locale più conveniente e più economico.

Il Presidente passa poi ad illustrare le varie voci più importanti del Bilancio Consuntivo 1930 e del Preventivo 1931, già distribuiti in copia per esteso all'assemblea, la quale approva i Bilanci stessi tributando un plauso, come da proposta del Presidente, alla diligente proficua opera svolta dal Cassiere, Ing. De Micheli e dal Segretario, Ing. Lombardo.

Il Presidente in merito al numero dell'Ordine del Giorno relativo alla nomina dei Consiglieri, comunica le dimissioni date dalla carica di Consigliere di Sezione dagli Ingg. Broccardi e Sala e poichè tali dimissioni sono da ritenersi irrevocabili, essendo riuscita vana ogni più attiva insistenza per il ritiro delle medesime, il Presidente invita l'assemblea a procedere alla nomina di due Consiglieri di Sezione in sostituzione dei dimissionari. Inoltre il Presidente comunica che i Consiglieri Delegati alla Sede Centrale, Ingg. Bocca, Bonaria, Cornelio, Lanza, Pernigotti e Visentini sono scaduti da tale carica per compiuto biennio e l'assemblea deve procedere alla sostituzione dei medesimi.

Avendo un gruppo di soci autorevoli presentato una lista di nomi proposti per le dette nuove nomine, tale lista viene ad unanimità approvata rimanendo così eletti per acclamazione i seguenti soci:

Ing. L. Bonaria e Ing. G. Pernigotti alla carica di Consiglieri di Sezione e i Sigg. A. Cantù, A. Comola, A. Pessano, G. B. Sala, L. Volterrani, M. Zanini alla carica di Consiglieri Delegati.

Il Presidente rivolge un affettuoso saluto ai neo eletti, mentre porge espressioni di viva gratitudine per l'autorevole collaborazione data in vantaggio della Sezione dai Consiglieri Delegati scaduti per anzianità e che per ragioni statutarie non hanno potuto essere rieletti, particolarmente ricordando l'opera appassionatamente diligente data dall'Ing. Cornelio che ebbe anche a coprire con autorevole competenza la carica di Vice Presidente della Sezione.

Nulla più risultando all'Ordine del Giorno e nessun socio presente avendo a richiedere schiarimenti, il Presidente toglie la seduta alle ore 11,45.

BILANCIO CONSUNTIVO 1930.

Entrate:

a) Ordinarie.					
Contributi soci:					
Individuali effettivi residenti	n.	375	a L.	75	L. 28.125,—
Non residenti	»	81	» »	85	» 5.265,—
Collettivi effettivi - Categoria 1ª	»	19	» »	500	» 9.500,—
» 2ª	»	9	» »	250	» 2.250,—
» 3ª	»	2	» »	200	» 400,—
» 4ª	»	8	» »	150	» 1.200,—
Vitalizi	»	3	» »	25	» 75,—
Esteri effettivi	»	5	» »	110	» 550,—
Totale soci	n.	502			
Interessi attivi al 31 dicembre 1930					» 201,05
Proventi vari					» 147,—
Quote gita a La Spezia (partita di giro)					» 3.075,—
Fondo cassa al 1° gennaio 1930					» 1.115,40
b) Straordinarie:					
Contributi speciali incassati					» 5.800,—
» » da incassare					» 4.715,—
Totale entrate					L. 62.418,45

Uscite:

a) Ordinarie.					
Contributi alla Sede Centrale per soci:					
Individuali effettivi	n.	454	a L.	50	L. 22.700,—
Collettivi effettivi	»	38	» »	150	» 5.700,—
Studenti	»	2	» »	40	» 80,—
Esteri	»	5	» »	95	» 475,—
Morosi	»	11	» »	25	» 275,—
Locali: affitto					» 8.101,—
Illuminazione, riscaldamento, manutenzione sede					» 2.269,95
Abbonamenti: Riviste					» 747,—
Amministrazione: Stipendi					» 6.763,—
Telefono					» 1.116,20
Corrispondenza					» 501,25
Cancelleria, stampati					» 595,50
Assicurazioni sociali					» 454,50
Tram, regalie diverse					» 623,50
Gite e conferenze: Quota gita a La Spezia					» 3.075,—
Gite e conferenze normali					» 2.137,90
b) Straordinarie:					
Spese arretrate settimana luce					» 2.837,50
Saldo contributi arretrati 1929 Sede Centrale					» 3.125,75
Totale uscite					L. 61.578,05
Avanzo esercizio 1930					» 840,40
Totale					L. 62.418,45

BILANCIO PREVENTIVO 1931.

Entrate:

a) Ordinarie.					
Contributo soci:					
Individuali residenti	n.	380	a L.	75	L. 28.500,—
Non residenti	»	85	» »	65	» 5.525,—
Collettivi - Categoria 1ª	»	25	» »	500	» 12.500,—
» 2ª	»	15	» »	250	» 3.750,—
Da riportare	n.	505			L. 50.275,—

Riporto	n. 505	L. 50.275,—
Collettivi - Categoria 3ª	» 2 » » 200	» 400,—
» 4ª	» 8 » » 150	» 1.200,—
Vitalizi	» 3 » » 25	» 75,—
Esteri	» 5 » » 110	» 550,—
Totale soci	n. 523	
Interessi al 31 dicembre 1931		» 225,—
Varie		» 75,—
Fondo cassa al 1° gennaio 1931		» 840,40
b) Straordinarie:		
Contributi speciali da incassare sul Bilancio 1930		» 4.715,—
Totale entrate		L. 58.355,40

Uscite:

a) Ordinarie.		
Contributi alla Sede Centrale per soci:		
Individuali	n. 465 a L. 50	L. 23.250,—
Collettivi	» 50 » » 150	» 7.500,—
Esteri	» 5 » » 95	» 475,—
Morosi	» 20 » » 25	» 500,—
Locali: affitto		» 7.290,—
Illuminazione, riscaldamento, manutenzione Sede		» 2.000,—
Abbonamenti: Riviste		» 800,—
Amministrazione: Stipendi		» 6.210,—
Telefono		» 1.100,—
Corrispondenza		» 500,—
Cancelleria e stampati		» 600,—
Assicurazioni sociali		» 135,—
Tram, regalie diverse		» 500,—
Gite e conferenze		» 2.000,—
Saldo a pareggio al 31 dicembre 1931		» 780,40
b) Straordinarie:		
Saldo contributi arretrati Sede Centrale 1930		» 4.715,—
Totale		L. 58.355,40

*

15 Aprile 1931 - IX.

Egregio Consocio,

L'Assemblea generale ordinaria dei soci tenutasi domenica 22 marzo u. s., all'unanimità ha approvata la seguente deliberazione presa dal Consiglio della Sezione nella sua seduta del 1° marzo u. s.

« Il Consiglio della Sezione di Genova dell'A. E. I.:

— venuto a conoscenza che l'Istituto di Fisica Sperimentale della R. Università di Genova, diretto con tanta appassionata competenza dall'Illustre Consocio Prof. Augusto Occhialini, non può disporre di mezzi idonei per svolgere efficace attività di ricerche scientifiche,

— conscio dell'assoluta necessità che tale attività, la quale così diretta influenza esercita sul progresso industriale della Nazione, possa anche nel più importante Istituto Scientifico della nostra Liguria mantenere quel ritmo che il valore e la diligenza del Direttore prepostoVi e dei suoi egregi Collaboratori può con successo consentire;

— ha deciso:

— di indire tra i soci una volontaria personale sottoscrizione per fornire, sia pure in misura modesta, ma che ha indubbia alta importanza morale, anche come incitamento per gli altri, qualche aiuto economico al sullodato Istituto;

— e di partecipare come Sezione dell'A. E. I. a tale sottoscrizione colla somma di L. 1000 a carico del Bilancio 1931 della Sezione stessa ».

Pertanto la S. V. è invitata a dare la propria adesione alla detta sottoscrizione, inviandola, con l'importo del contributo che la S. V. crederà di sottoscrivere e che comunque avrà alta importanza come auspicata partecipazione, alla Sede della Sezione in Salita S.ta Caterina, 4.

Già numerose adesioni ci sono pervenute per un importo complessivo di circa L. 20.000 e ben certi che la S. V., prendendosi esatto conto della opportunità della iniziativa, non potrà negare la richiesta adesione, anticipatamente ringraziamo.

Con ossequio.

Il Segretario — Ing. G. B. LOMBARDO

Il Presidente — Ing. TITO GONZALES

* *

SEZIONE DI ROMA

Venerdì, 6 marzo, u. s., alle ore 21,15, nella nostra Sede, l'Ing. **Giovanni Pasini**, della Società Telefonica Tirrena, tenne una conferenza sul seguente argomento: « **Criteri e metodi per lo studio delle reti telefoniche urbane** ».

Era presente alla interessantissima riunione il Presidente Generale, Prof. Bordoni, e un numeroso uditorio gremiva la sala.

Il Vice Presidente, Ing. Di Cave, aprì la seduta, porgendo un saluto cordiale agli intervenuti e comunicò che il Presidente era assente per impegni imprescindibili ed imprevisti. Rivolse poi uno speciale saluto e ringraziamenti al Conferenziere, anche a nome del Presidente, dandogli quindi la parola.

La conferenza, ricca di dati statistici fu illustrata da numerose proiezioni e il conferenziere fu molto applaudito e complimentato.

* *

SEZIONE DI TORINO

La sera del 2 giugno 1931, il Dott. Ing. **Vittorio Gambarotta**, presenti numerosi soci e personalità espressamente invitate, ha tenuto una comunicazione sul tema: « **Ozonizzatori: Principii costruttivi e campo di applicazione** ».

Le seduta è stata aperta alle ore 21,30 dal Presidente, Dott. Ing. Guido Peri, che ha presentato il giovane conferenziere, elogiandolo per avere fondato in Torino una nuova promettente industria.

L'oratore entra subito in argomento, trattando dell'ozono atmosferico e della sua benefica influenza. Passati rapidamente in esame i vari mezzi di cui la tecnica dispone per la produzione artificiale dell'ozono, si sofferma a lungo sui metodi di produzione industriali moderni, basati sull'efflusso elettrico, mettendone in rilievo i vantaggi, le caratteristiche, i dati di rendimento, ed illustrandoli praticamente con numerose proiezioni.

Tratta quindi delle applicazioni dell'ozono nella potabilizzazione delle acque, nella conservazione delle sostanze alimentari (pesce, uova, frutta, ecc.), nell'invecchiamento dei vini, nel candeggio, ecc.

In modo particolare si sofferma sull'impiego dell'ozono per il risanamento dell'aria viziata negli ambienti chiusi, ed illustra grandiosi impianti centrali di ozonizzazione di banche, teatri, ecc.

Termina la interessante relazione dimostrando come l'ozonizzazione dell'aria negli ambienti affollati permetta di realizzare grandi economie nei costi di installazione e di esercizio degli impianti di ventilazione.

Tra vivi applausi il Presidente ringrazia l'oratore e lo complimenta pei brillanti risultati pratici da lui ottenuti in questo poco noto ramo della tecnica.

L'oratore risponde esaurientemente a parecchie interrogazioni sui dati di costo, di esercizio e di durata dei suoi apparecchi e sulle modalità della loro applicazione in parecchi casi speciali.

Prende infine la parola il Prof. Dott. Cramarossa, medico capo ed ufficiale sanitario del Comune di Torino, il quale elogia l'Ing. Gambarotta per la sua precisa e dotta relazione. Come medico igienista vuole però precisare il campo di applicazione dell'ozono nella purificazione dell'aria viziata negli ambienti chiusi affollati. Il viziamento dell'aria può considerarsi sotto tre aspetti:

1°) fisico (alterazione della temperatura e del grado igrometrico);

2°) chimico (impoverimento in ossigeno e arricchimento in anidride carbonica per effetto della respirazione);

3°) corpuscolare (per polveri, sostanze organiche, batteri in sospensione).

L'ozono non rimedia al viziamento fisico e chimico, è molto utile per ridurre l'inquinamento dovuto a corpuscoli in sospensione; col suo forte potere ossidante, attacca le particelle organiche e in parte anche i batteri e quindi deodora l'aria e parzialmente la sterilizza.

L'ozonizzazione dell'aria negli ambienti chiusi è quindi, sotto questo aspetto, utilissima, ma non può sostituire la ventilazione razionale, destinata appunto a rimediare al viziamento fisico e chimico.

La seduta è sciolta alle ore 23,15.

* *

SEZIONE DI TRIESTE

La sera del 5 maggio l'Ing. Prof. **Giuseppe Pippa** tenne l'annunciata conferenza sul tema: « **Il volo degli uccelli interpretato elettricamente** ». Della conferenza venne pubblicato un interessante riassunto sul Bollettino Sindacato Ingegneri di Trieste, n. 5, mese di maggio.

Il conferenziere trattò l'argomento colla sua consueta maestria e competenza incatenando l'attenzione dell'uditorio.

Il conferenziere è stato vivamente applaudito, ed il Presidente, Ing. Bonazzi, si è compiaciuto vivamente con lui, porgendogli il ringraziamento della Sezione e suo.

.. .. ATTIVITÀ DELLE SEZIONI .. ..

SEZIONE DI ROMA (Via delle Coppelle, 35).

28 Giugno - ore 10,15. — Visita al nuovo Laboratorio di Misure della Società Elettricità e Gas di Roma.

SEZIONE DI TRENTO (Via Grazioli, 27).

26 Giugno - ore 16. — Visita agli impianti della Stazione Radiotrasmittente di Bolzano unitamente ai colleghi della Sezione di Trieste.

SEZIONE DI TRIESTE (Via Mazzini, 30).

26 Giugno - ore 16. — I partecipanti alla Gita tecnico-turistica alla Centrale di Cardano hanno preso parte coi soci della Sezione di Trento alla visita degli impianti della Stazione Radiotrasmittente di Bolzano.

Per il cambio di indirizzo inviare Lire UNA unitamente alla fascetta vecchia.

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile*.

(I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 15 Luglio 1931 - ANNO IX N. 20

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La borsa Alessandro Volta.

Si è proceduto recentemente alla assegnazione per il prossimo anno della Borsa « Alessandro Volta ». Come è noto essa venne istituita nel 1927 dalla Italy America Society per onorare la memoria del grande Fisico, ed ha lo scopo di permettere ad un giovane ingegnere italiano di passare un anno di perfezionamento presso una Scuola universitaria americana.

E' questa la quarta volta che la borsa viene assegnata dopo la sua istituzione. I colleghi che ne usufruirono, Ingg. Federici, Valente e R. Lombardi hanno saputo tenere alto in modo veramente brillante il nome dei tecnici italiani nella lontana America. Altrettanto saprà fare certamente l'Ing. Ernesto Jervis al quale venne ora assegnata la borsa pel prossimo anno.

Pubblichiamo in questo numero il Verbale della Giuria che ha proceduto alla assegnazione mentre ci congratuliamo cordialmente coll'egregio collega Jervis.

Palificazioni per grandi linee elettriche.

La messa in servizio del primo elettrodotto italiano a 220 kV segna sicuramente una data notevole nella storia del nostro sviluppo industriale. Per la prima volta una così elevata tensione è stata adottata in Italia per il trasporto dell'energia a grande distanza. L'opera imponente ha attirato l'attenzione dei tecnici di ogni paese per le novità e l'audacia, che la caratterizzano. Ed infatti il profilo della linea, accidentatissimo per la maggior parte del percorso, non manca di sorprendere quanti conoscono le difficoltà costruttive che si presentano in montagna con linee di tale importanza; l'impiego geniale dei pali in cemento armato centrifugato, per la parte della linea che si svolge in pianura, costituisce poi una vera novità. Mai prima d'ora furono impiegati sopporti in cemento per linee a così elevata tensione.

L'articolo dell'Ing. ORLER che oggi pubblichiamo si riferisce appunto a questi portali in cemento armato centrifugato. L'Autore espone particolarmente le caratteristiche dei pali, i loro calcoli, e le verifiche pratiche della loro stabilità.

Di un particolare problema inerente invece ai pali in traliccio di ferro, si occupa in un altro articolo l'Ing. BONAZZI. Si tratta di un sistema di fissaggio dei tralicci ai blocchi di calcestruzzo di fondazione, il quale presenta parecchi vantaggi di economia e di facilità di montaggio e che ha già trovato applicazione in parecchie linee ad alta tensione.

Elettricità e materia.

L'affascinante problema dei rapporti fra l'elettricità e la materia richiama sempre di più l'attenzione non soltanto dei fisici specializzati ma anche di larghe correnti di studiosi e di tecnici.

Pubblichiamo oggi il testo di una comunicazione tenuta dall'Ing. PERI alla Sezione di Torino, nella quale egli ha affrontato l'arduo compito di presentare in forma piana e facilmente accessibile, lo sviluppo successivo degli studi in questo campo e lo stato attuale delle nostre cognizioni sull'argomento.

LA REDAZIONE.

IL PORTALE IN CEMENTO ARMATO CENTRIFUGATO DELLA LINEA A 220 kV CARDANO-CISLAGO

G. ORLER

Si descrivono le caratteristiche, sistemi di calcolo dei portali costituiti da piedritti e traverse in cemento centrifugato della linea a 220 kV Cardano-Cislago e le prove eseguite per accertare il loro comportamento sotto i diversi sovraccarichi previsti.

1. — Generalità.

Il tronco in pianura dal fiume Oglio a Cislago della linea a 220 kV Cardano-Cislago del Gruppo S.I.P. è stato costruito su sostegni a portale in cemento armato centrifugato.

Nel mentre le caratteristiche tecniche ed elettriche dell'elettrodotto son già state ampiamente illustrate in varie interessanti pubblicazioni (1), nella presente si danno alcune particolari indicazioni sui tipi di sostegni a portale in cemento armato centrifugato, loro calcolo e prove.

Tutti gli elementi costituenti i portali sono stati costruiti nello Stabilimento di Mori ferrovia della Scac (Società Cementi Armati Centrifugati) di Trento; la stessa Società ha pure costruito il tronco sopra ricordato della linea.

2. — Caratteristiche dei portali.

a) *Tipi di portali.*

I portali normali di linea, per angoli piccoli e per attraversamenti fluviali, stradali e di linee telegrafoniche, sono costituiti da due pali Scac troncoconici infissi in apposite fondazioni e collegati in cima da una traversa cilindrica pure in cemento armato centrifugato.

Per tutti i tipi di sostegni l'interasse fra i piedritti è di m 7,25 e tranvie, il piedritto semplice è stato sostituito con una coppia di pali collegati da giunti in cemento armato, per cui questi portali sono formati da quattro piedritti ed una traversa.

Tutti i portali sono previsti per una terna di conduttori Aldrey da 380 mm² e due trecce di guardia in acciaio zincato da 70 mm².

Per tutti i tipi di sostegni l'interasse fra i piedritti è di m 7,25 e la lunghezza delle traverse di m 15.

I diametri dei pali variano da 57 a 63 cm alla base e da 30 a 36 cm in cima, a seconda delle caratteristiche dei portali, mentre per le traverse sono stati previsti due soli tipi ossia del diametro di 33 cm per i portali normali e di 45 cm per quelli d'angolo e d'attraversamento.

Le figg. 1 e 2 rappresentano un portale normale, la fig. 3 un portale a due piedritti per attraversamenti di linee telegrafoniche e le fig. 4 e 5 un portale con pali abbinati.

La lunghezza dei piedritti è stata stabilita, come al solito, in base alla dislocazione dei sostegni sul profilo, in modo da avere un franco minimo da terra di m 8 nelle campate normali, tenendo conto della catenaria massima alla temperatura di + 40° C e quello prescritto dalle linee elettriche, telegrafiche, strade, tranvie, ferrovie, ecc. attraversate.

(1) Ing. A. DALLA VERDE. — « La linea a 220 kV da Cardano a Cislago del Gruppo Sip. » - *L'Energia Elettrica*, gennaio 1930.

Ing. A. DALLA VERDE. — « Les supports de la ligne 220 kV Cardano-Cislago Calculs et Essais ». - Confér. Intern. des Grands Reseaux, 1931.

Ing. CARLO PALESTRINO. — « Studio e calcoli elettrici delle linee a 220 kV da Cardano a Cislago ». -- *L'Energia Elettrica*, febbraio-marzo

b) *Collegamento delle traverse ai piedritti.*

Il collegamento delle traverse ai piedritti è stato fatto con dei giunti (capocchioni) in cemento armato, gettati in cantiere.

Essi sono di due tipi caratteristici, ossia per portali con piedritti semplici (fig. 6) e per portali con coppie di pali (fig. 7).

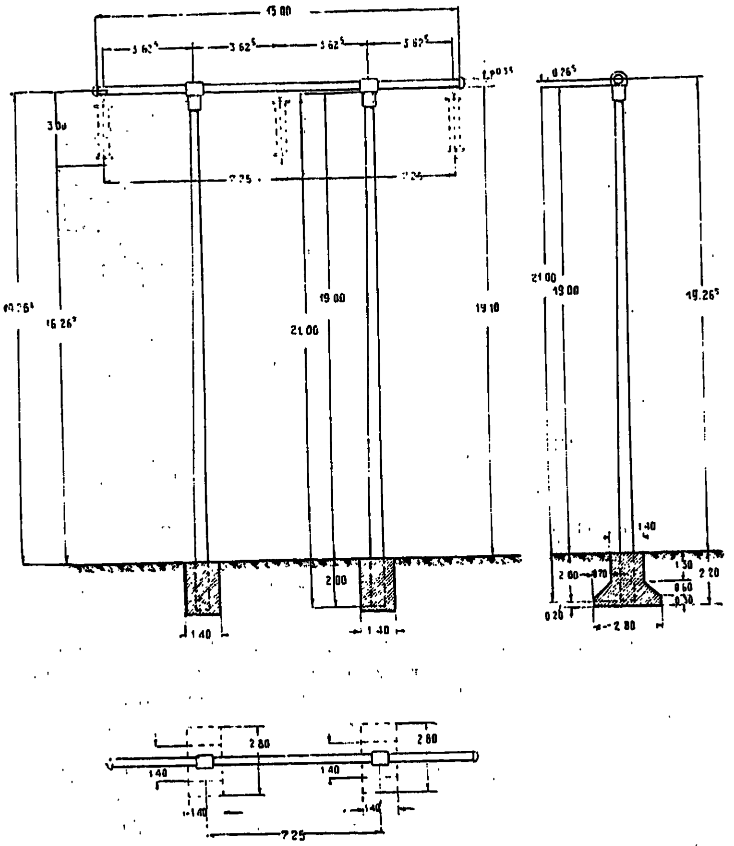


Fig. 1. — Portale normale.

Questi giunti vengono sigillati con malta di cemento ai piedritti e le traverse vengono collegate con collari in ferro piatto, in modo da ottenere un incastro fra i due elementi. Tale incastro nei portali semplici non è teoricamente perfetto per permettere il calcolo della struttura come telaio, ma sia per ragioni pratiche, che in seguito alle risultanze delle prove ed alla condizione che i sostegni devono resistere anche allo strappo di un conduttore, si è riconosciuto che, data la caratteristica elasticità dei pali centrifugati, è più opportuno il semincastro, che permette di sfruttare la maggiore resistenza dei piedritti presso l'incastro, dove il loro diametro è maggiore.

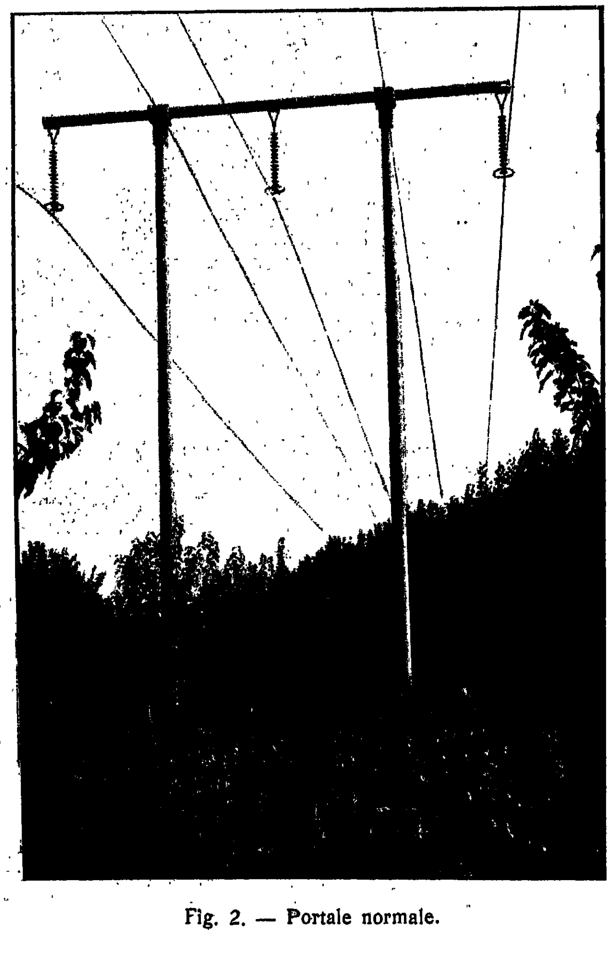


Fig. 2. — Portale normale.

Questo sistema inoltre permette di poter con facilità smontare il sostegno normale, condizione questa che è stata tenuta in particolare considerazione, attraversando la linea una zona dove è prevedibile la costruzione di nuove strade, tranvie, ecc.

c) *Sistemi d'attacco delle catene d'isolatori e della fune guardia.*

Le catene d'isolatori vengono fissate alle traverse con dei collari in ferro.

Per gli isolatori a sospensione semplice e doppia, si è interposto fra la catena ed i collari una prolunga girevole nel senso dell'asse della linea e fissa nel senso normale.

Data la leggerezza dei conduttori in Aldrey, in seguito all'azione del vento, le catene d'isolatori si spostano sensibilmente dalla verticale e con le prolunghe si ottiene il maggiore distanziamento necessario dalla traversa del conduttore spostato.

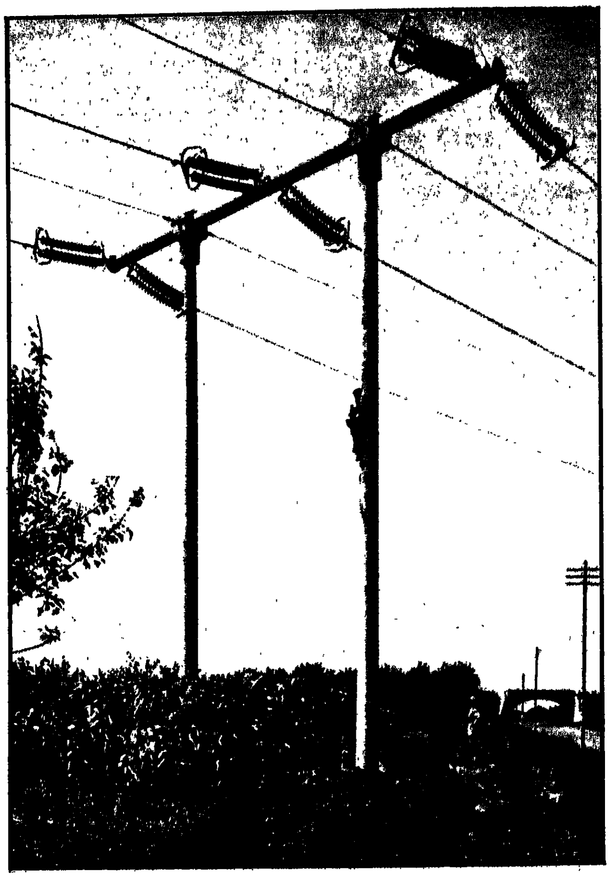


Fig. 3. — Portale per attraversamento di linea telegrafonica.

Le funi di guardia sono invece tutte ancorate con appositi dispositivi alle traverse, sia per i pali normali che per i pali speciali (figura 6 e 7).

d) *Messe a terra.*

Tutti i pali e le traverse sono messi a terra, ciò che si ottiene collegando, con trecce munite di capicorda (fig. 9), un tondino della armatura longitudinale dei pali e delle traverse sia tra di loro che ai dispositivi d'ancoraggio fune guardia, collari d'attacco, catene d'isolatori a tubo di messa a terra in corrispondenza delle fondazioni.

3. — Calcolo meccanico del portale normale e prove.

a) *Campata normale.*

La campata normale per la quale sono stati calcolati i portali normali è di m 260.

b) *Conduttori e fune guardia.*

I tre conduttori sono in treccia Aldrey (alluminio lega 3) a 61 fili da 2.82 mm, sezione complessiva 380 mm², diametro 25,4 mm, modulo di elasticità $E = 6.400$ kg/mm², coefficiente di dilatazione termica $\alpha = 23 \times 10^{-6}$, peso di 1,063 kg per m, carico di rottura 11.400 kg;

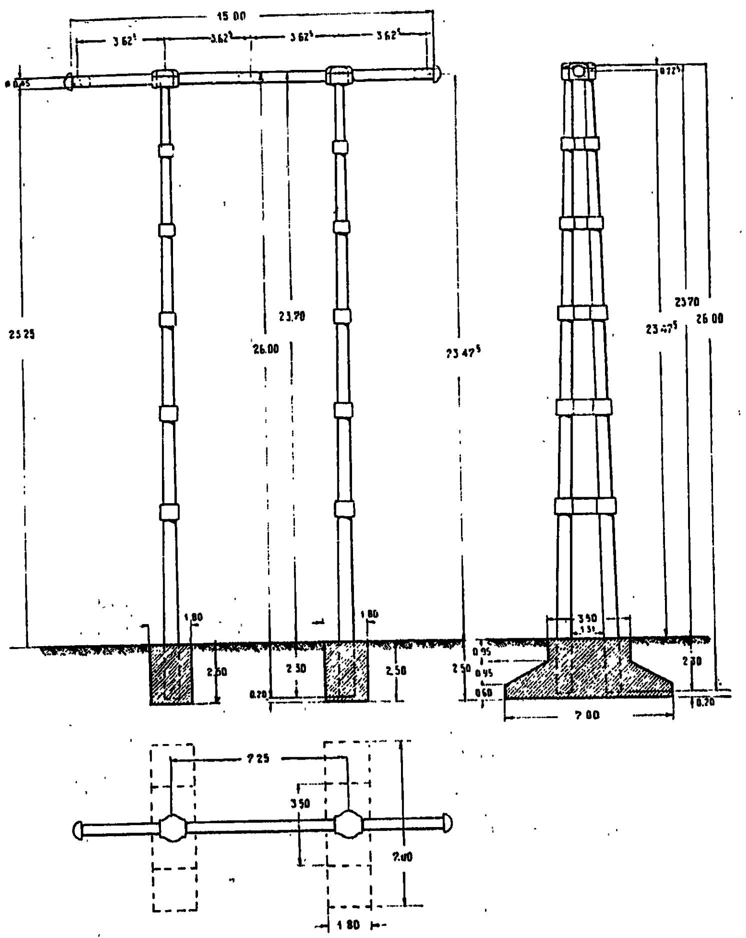


Fig. 4. — Portale d'ammarro.

il carico con coefficente di sicurezza 3 è di 3800 kg, corrispondente a 10 kg/mm².

Le frecce e tensioni per la campata di 260 ml e per le diverse ipotesi di sovraccarico e di temperatura sono le seguenti, indicando con f la freccia e con σ la sollecitazione unitaria nei conduttori:

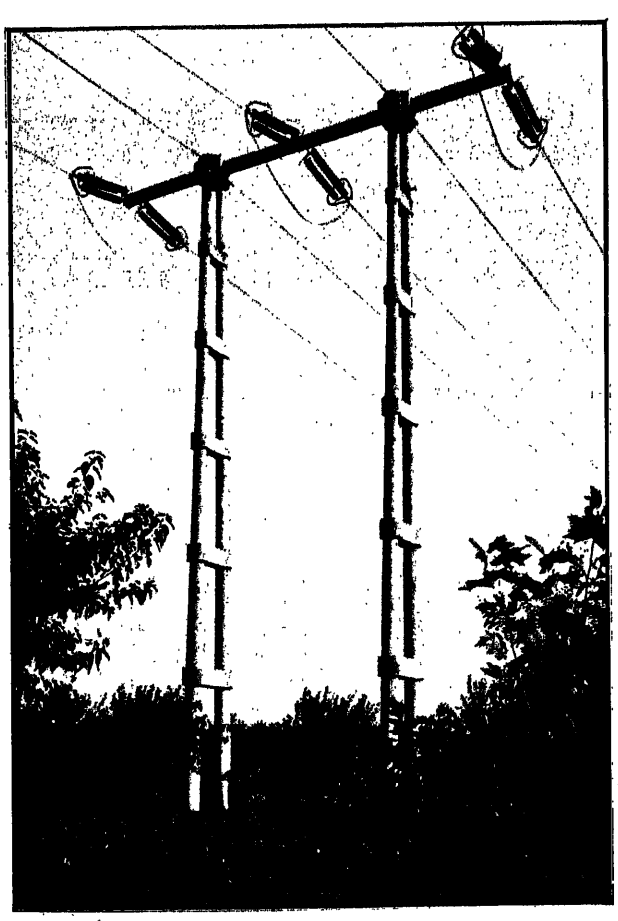


Fig. 5. — Portale d'ammarro.

— 20° con vento di 130 km/ora	f = 5.50 m	σ = 8.88 kg/mm²
0° con carico di neve di 2 kg per ml. di conduttore:	f = 6.80 »	σ = 9.98 »
+ 10° senza sovraccarico:	f = 5.55 »	σ = 4.26 »
+ 25° senza sovraccarico:	f = 6.— »	σ = 3.91 »
+ 40° senza sovraccarico:	f = 6.60 »	σ = 3.55 »

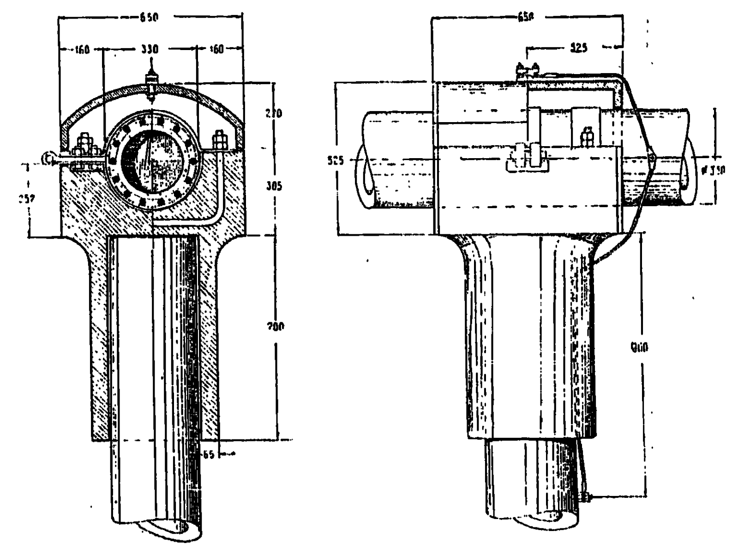


Fig. 6. — Collegamento della traversa ai piedritti dei portali semplici.

Le due trecce di guardia sono in acciaio zincato da 120-140 kg/mm² a 19 fili, della sezione di 70 mm², peso per ml. di 0,76 kg, modulo di elasticità 21.000 kg/mm² e coefficiente di dilatazione termica $\alpha = 12 \times 10^{-6}$, con le seguenti frecce e tensioni per 260 metri di campata:

— 20° con vento di 130 km/ora:	f = 3.94 m	σ = 30.30 kg/mm²
0° e neve:	f = 5.75 »	σ = 39.35 »
+ 10° senza sovraccarico:	f = 3.41 »	σ = 19,80 »
+ 25° senza sovraccarico:	f = 3,76 »	σ = 18.— »
+ 40° senza sovraccarico:	f = 4.10 »	σ = 16.53 »

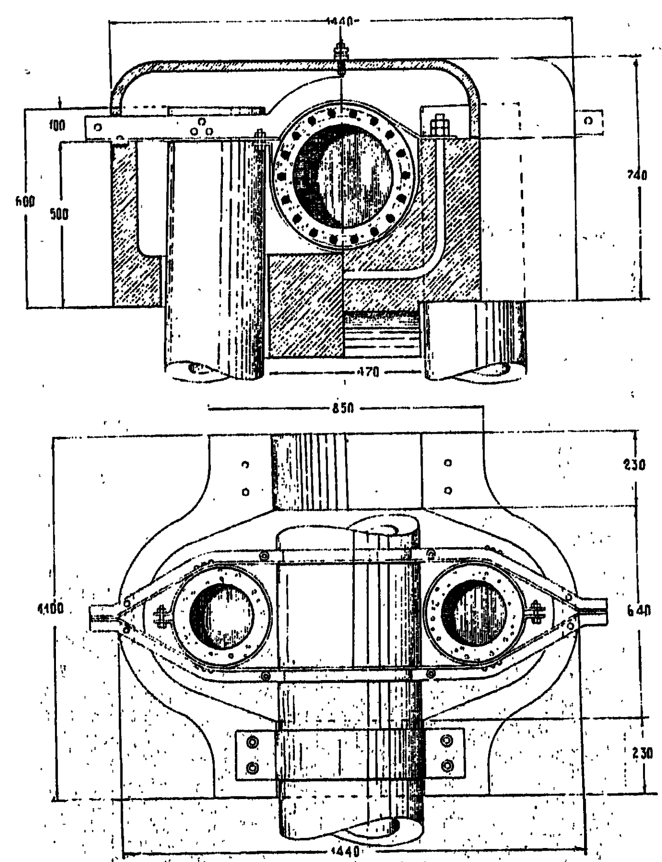


Fig. 7. — Collegamento della traversa al piedritti del portale d'ammarro.

La treccia di guardia è stata dunque tesata in modo che alla temperatura di 0° con neve, la freccia sia pressochè uguale a quella dei conduttori in Aldrey, alla stessa temperatura però senza sovraccarico.

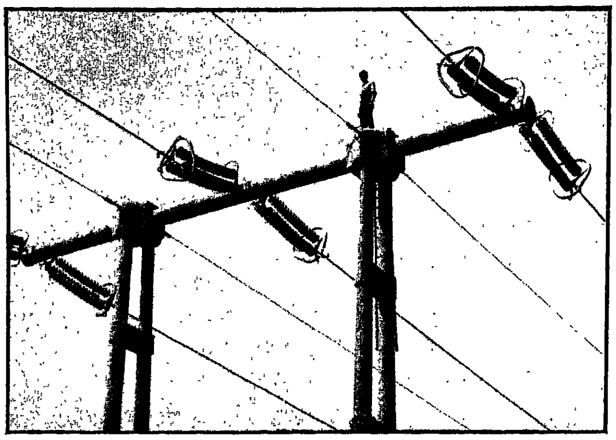


Fig. 8. — Dettaglio del portale abbinato.

c) *Caratteristiche del sostegno normale* (fig. 1).

I due pali costituenti i piedritti sono di m 21 di lunghezza totale, con 2 m d'interramento nella fondazione, del peso di 5600 kg cadauno.

I diametri esterni sono di 57 cm alla base e di 30 cm in cima.

L'armatura longitudinale in tondini di acciaio del carico di rottura di 85 kg/mm², carico al limite elastico di 65 kg/mm² ed allungamento del 12-18 %, misurato su barrette lunghe dieci diametri, è distribuita uniformemente (fig. 10), per cui i pali hanno resistenza uguale in tutti i sensi per effetto di momenti flettenti, agenti in un piano passante per il loro asse.

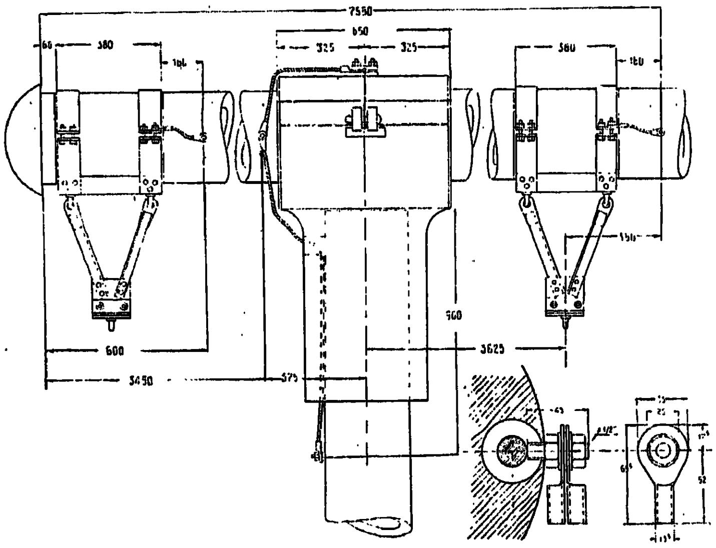


Fig. 9. — Disposizione della messa a terra delle traverse e dei piedritti.

Le traverse da m 15, del diametro di 33 cm e peso di 2100 chilogrammi, sono armate con tondini di acciaio pure uniformemente distribuiti.

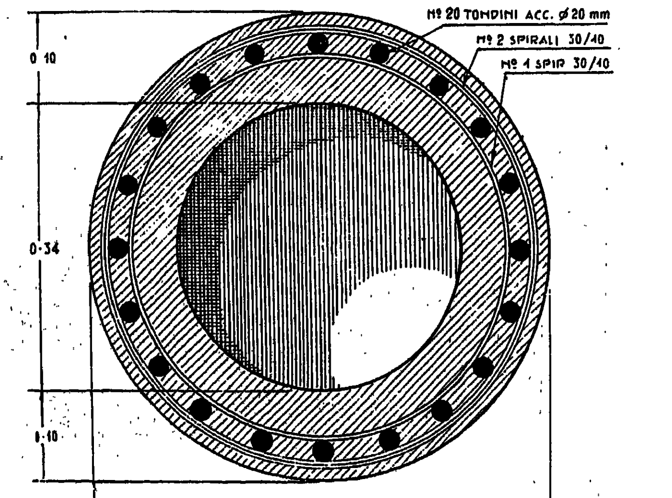


Fig. 10. — Sezione d'incastro dei piedritti del portale normale.

Le fondazioni sono del volume di 5.60 m³ per ciascun piedritto.

d) *Ipotesi di calcolo del portale.*

Il sostegno normale è stato calcolato per le seguenti ipotesi:

1) *Conduttori intatti e vento* da 130 km/ora nel senso normale alla linea.

E' questa la condizione più sfavorevole per il calcolo dei piedritti.

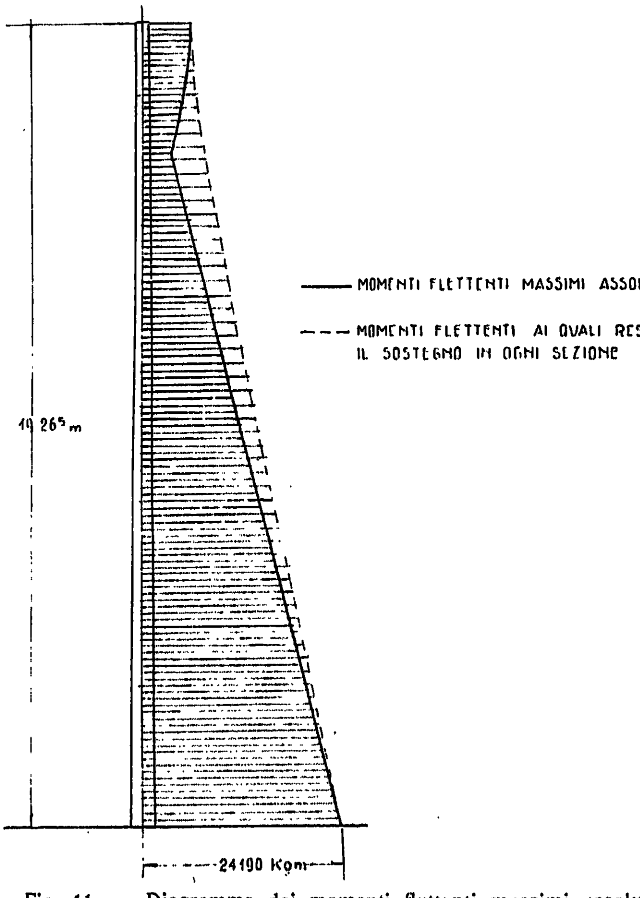


Fig. 11. — Diagramma dei momenti flettenti massimi assoluti nei piedritti del portale normale.

I tiri orizzontali sul sostegno riferiti alla cima, risultano:

Vento sui 3 conduttori	1500 kg
Vento sulle 2 trecce di guardia	420 »
Vento sui 2 piedritti	500 »
Vento sul capocchione, catene di isolatori, ecc.	80 »
Tiro totale . .	2500 kg

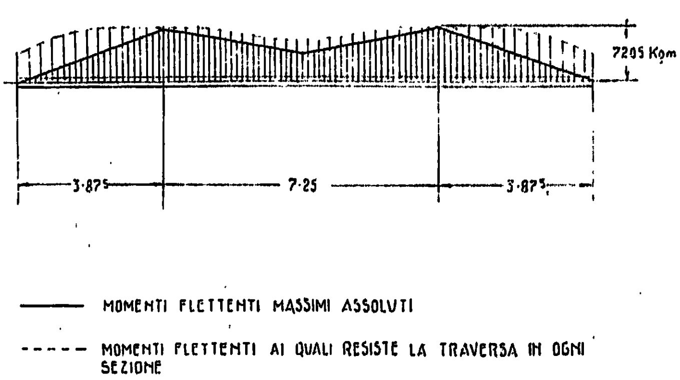


Fig. 12. — Diagramma dei momenti flettenti massimi assoluti nella traversa del portale normale.

I pesi verticali sono:

In corrispondenza di ciascun attacco delle catene d'isolatori, corrispondenti al peso del conduttore, della catena d'isolatore doppia ed uomo con attrezzi . . . . 575 kg

In corrispondenza della fune di guardia dovuti al peso della fune stessa e relativi ancoraggi . . . . 165 »

Carico uniforme sulla traversa dovuto al peso proprio per m . . . . 135 »

2) *Conduttori intatti e sovraccarico di neve.* — Per questa ipotesi è necessaria solo la verifica della traversa.

I pesi verticali sono: Carico fisso applicato in corrispondenza dei tre attacchi delle catene d'isolatori:

Peso proprio conduttore . . .	kg	275
Neve sul conduttore	»	520
Doppia catena d'isolatori . . .	»	200
Uomo con attrezzi	»	100
Totale .	kg	1095

Carico uniforme sulla traversa dovuta al peso proprio di	135 kg/m
della neve di	25 »
ossia in totale di	160 kg/m

3) *Tiro* di 1250 kg nel senso della linea applicato in corrispondenza di un attacco esterno delle catene d'isolatori, corrispondente al tiro di un conduttore per effetto della rottura di quello nella campata adiacente, tenendo conto della riduzione per l'allungamento della catenaria dovuto allo spostamento della catena d'isolatori.

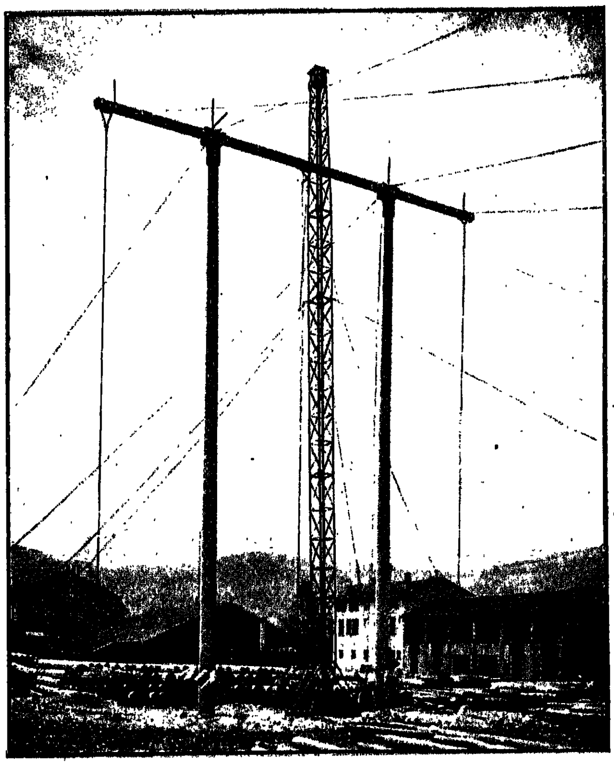


Fig. 13. — 1ª *prova* - Funi di guardia tese normalmente. Carichi verticali di 1800 kg ad ogni estremità della traversa, 2000 kg in mezzaria e 1000 kg su ogni piedritto in corrispondenza dell'attacco della fune di guardia.

Come già accennato, il telaio è stato calcolato considerando i piedritti con incastro al piede e semi-incastro in corrispondenza del giunto con la traversa, ossia ammettendo per tale semiincastro i valori medi delle sollecitazioni calcolate per le due ipotesi, come cerniero e come incastro.

Questo calcolo è stato eseguito in base alle comuni regole della statica.

I momenti massimi assoluti nei piedritti e nelle traverse, sono riportati nelle figg. 11 e 12, contenenti pure i diagrammi dei momenti flettenti, ai quali effettivamente resistono i singoli elementi.

Si nota che i diagrammi dei momenti rappresentano quelli massimi assoluti, qualunque sia il piano in cui agiscono, ma riportati in un piano e direzione unici, essendo le sezioni, sia dei pali che delle traverse di uniforme resistenza. Inoltre il momento massimo, al quale sono soggette le traverse, in corrispondenza dell'attacco al piedritto, è diverso da quello del piedritto in cima, inquantochè è stata considerata anche l'ipotesi dello strappo del conduttore esterno con tiro nel senso normale al portale.

e) *Prove sul portale normale.*

Per controllare il comportamento del portale calcolato con la ipotesi succitata, sono state eseguite le prove su di un sostegno, montato presso lo Stabilimento Scac di Mori Ferrovia, con fondazioni uguali a quelle progettate.

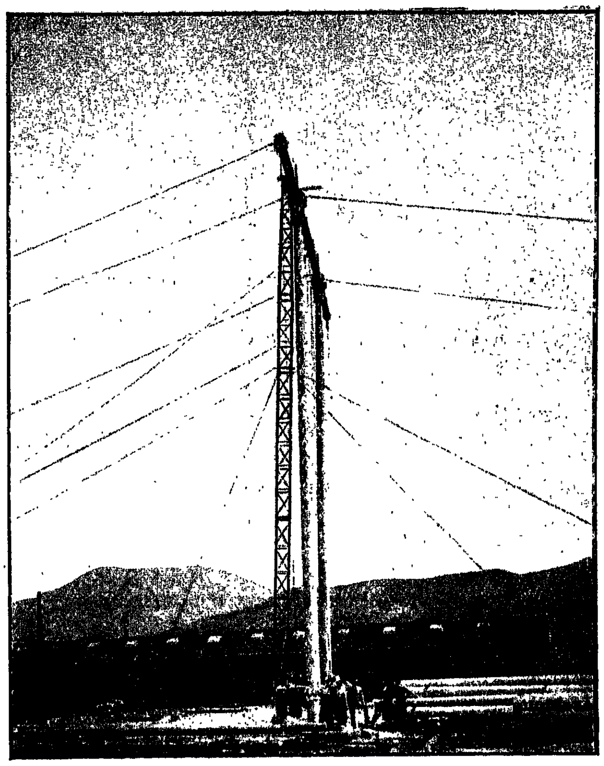


Fig. 14. — 2ª *prova* - Funi di guardia tese. Tiro orizzontale nel senso della linea di 1500 kg in corrispondenza di una estremità della traversa. Carichi verticali di 900 kg in corrispondenza del tiro, 1000 kg su ogni piedritto, 2000 kg in mezzaria e 1800 kg all'altra estremità.

Le prove sono state fatte con carichi del 50 % superiori ai massimi previsti e precisamente:

1ª *Prova* (fig. 13). — Condizioni alla temperatura di 0° con neve Le funi di guardia sono normalmente tese. Nessun tiro orizzontale nè nel senso della linea, nè nel senso normale.

Questa prova ha servito per stabilire l'esattezza dell'ipotesi del semiincastro in corrispondenza dell'attacco della traversa al piedritto.

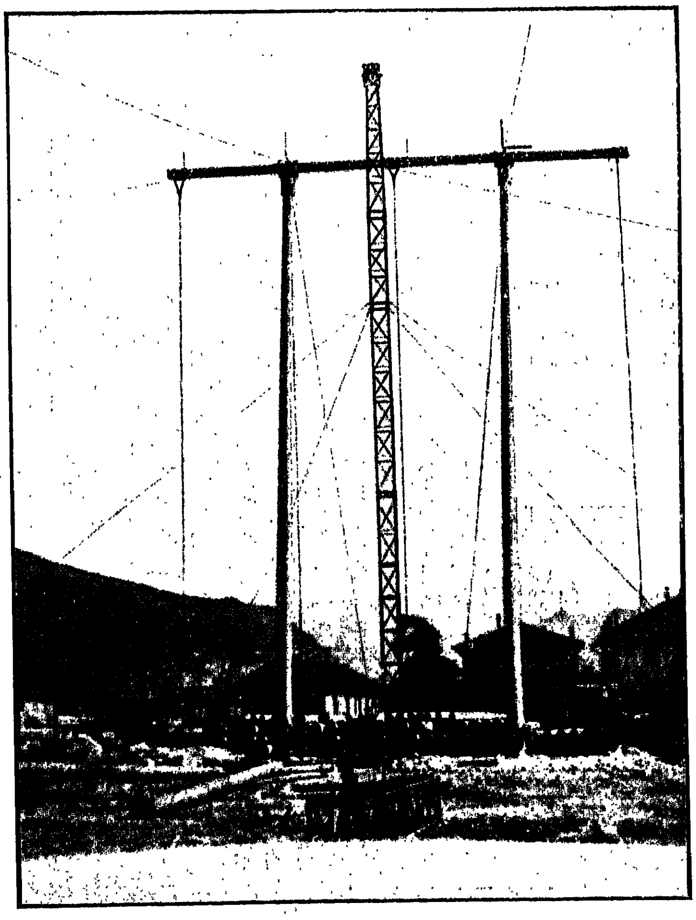


Fig. 15. — 3ª *prova* - Funi di guardia tese. Tiro di 3500 kg nel senso normale alla linea. Carichi verticali di 475 kg in corrispondenza degli attacchi dei conduttori e 145 kg su ogni piedritto.

All'uopo i carichi verticali, costituiti da blocchi di calcestruzzo precedentemente posati e poggiati sui piani di legno fissati alle traverse con delle funi, sono stati applicati separatamente e precisamente il primo, in corrispondenza della mezzaria e poi quelli esterni.

Le frecce elastiche sono state riportate in apposito diagramma, che per brevità si omette, riassumendo solo i risultati:

applicando il carico in mezzaria, la traversa si è inflessa verso il basso fra i piedritti, spostandosi verso l'alto alle estremità sporgenti;

i piedritti invece si sono inflessi con la convessità verso l'esterno.

Applicando gradatamente i carichi alle estremità fino al massimo, è diminuita l'inflessione della traversa fra i piedritti, mentre si sono incurvate verso il basso, come risulta chiaro dalla fig. 12, le estremità sporgenti;

la curva elastica dei piedritti invece è passata da convessa a concava verso l'esterno.

2ª *Prova.* — Lasciando i sovraccarichi verticali precedenti, con le due trecce di guardia normalmente tese, è stato applicato un tiro orizzontale nel senso della linea di 1500 kg, condizione questa che rappresenta lo strappo di un conduttore d'estremità nella campata adiacente.

Si è ottenuta (fig. 14) una inflessione nel senso del tiro del piedritto adiacente e più leggera nel senso opposto sull'altro piedritto.

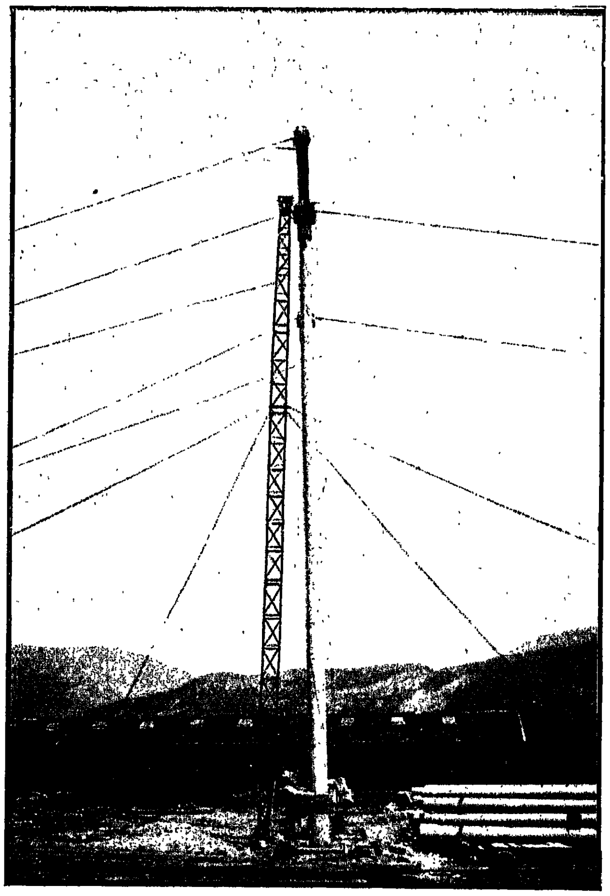


Fig. 16. — 4ª *prova* - Funi di guardia tese. Tiro orizzontale nel senso della linea di 1200 kg in corrispondenza di ognuno dei tre attacchi delle catene d'isolatori. Carichi verticali di 340 kg in corrispondenza dei conduttori e di 145 kg in corrispondenza delle funi di guardia.

3ª *Prova.* — Condizioni normali di linea alla temperatura di —20° con vento di 130 km/ora nel senso normale alla linea.

Le corde di guardia sono normalmente tese. Nella prova il tiro totale è stato applicato in corrispondenza della mezzaria della traversa, condizione questa più sfavorevole della reale, applicando cioè i tiri ai tre punti d'appoggio delle catene d'isolatori.

Per quanto riguarda il vento sui piedritti, esso è stato sostituito da uno sforzo riferito alla cima del sostegno.

L'inflessione del portale risulta dalla fig. 15.

4ª *Prova* (fig. 16). — Verifica del comportamento del portale durante la tesatura simultanea dei tre conduttori, con un tiro orizzontale nel senso della linea, in corrispondenza di ciascun attacco delle catene d'isolatori di 800 kg + 50 % = 1200 kg.

Le funi di guardia sono normalmente tese.

5ª *Prova.* — Riguarda il montaggio della treccia di guardia, applicando cioè in corrispondenza di ciascun attacco un tiro nel senso della linea di kg 1250 + 50 % = 1875 kg.

Dai risultati di queste prove si è dedotto l'ottimo comportamento del portale; si è anzi osservato che sarebbe stato possibile alleggerire l'intera struttura, conservando una sufficiente sicurezza.

Trattandosi però di una linea di notevole importanza ed in modo particolare tenendo presente che attualmente è stata costruita solo la prima linea ad una terna delle due parallele già previste, per cui è richiesto il massimo grado di sicurezza, si è preferito costruire i sostegni robusti dalle caratteristiche sovra esposte.

Questa linea è la più grandiosa del mondo intero su pali centrifugati; il suo funzionamento, durante 18 mesi di esercizio si è dimostrato ottimo. Il Gruppo S.I.P. beneficierà in avvenire della costosa manutenzione (verniciatura) che sarebbe stata necessaria cogli ordinari sopporti in ferro a traliccio.

L'ELETTRONE E L'ELETTRICITA' APPLICATA

G. PERI

AEI Comunicazione alla Sezione di Torino - 30 marzo 1931

Viene tracciata una rapida storia dello sviluppo delle nostre conoscenze intorno alla struttura della materia, illustrando specialmente la importanza assunta attualmente dal concetto di elettrone nella interpretazione dei fenomeni elettrici in generale, e accennando alle più recenti teorie emesse per coordinare i risultati sperimentali raggiunti.

Introduzione.

Le scariche elettriche nei tubi a vuoto realizzate per la prima volta nel secolo XVI furono dall'Hittorf nel 1864 studiate sistematicamente nel miglior vuoto che allora si poteva ottenere; dopo undici anni (1879) Crookes ripeteva le esperienze sui *raggi catodici*, intravvedendo in quello ch'egli chiamava quarto stato della materia (materia radiante) «il limite a cui la materia e la forza sembrano confondersi, dominio oscuro situato tra il noto e l'ignoto...» ed aggiungendo che «i più grandi problemi scientifici dell'avvenire troveranno la loro soluzione in questo dominio inesplorato, ove si trovano senza dubbio le realtà fondamentali, sottili, meravigliose e profonde». Sedici anni più tardi (1895) Perrin esperimentando col tubo di Crookes dimostrava il carattere discontinuo della radiazione catodica, costituita da *elettricità negativa libera*, priva di sopporti materiali; risale ad allora, o pochi anni prima, il primo impiego del nome di *elettrone* a designare la carica elementare, o grano indivisibile di elettricità. La scoperta, pure di quei tempi, dei raggi X (Röentgen, 1895), che seguiva di parecchi anni quella del fenomeno fotoelettrico (Hallwachs, 1888) e la scoperta del metallo radio (Curie, 1898), davano il mezzo ai fisici anzitutto di studiare la struttura interatomica e intermolecolare dei corpi, valendosi di lunghezze d'onda sino a venti volte minori del raggio dell'atomo, e poi di muovere all'assalto di quella fortezza inesplorata che è il nucleo dell'atomo valendosi anche dei *pesanti* proiettili costituiti dai raggi α del radio.

La carica del corpuscolo elementare d'elettricità veniva misurata con precisione (Millikan 1909, metodo della goccia in equilibrio in un campo elettrostatico, Williams 1925, effetto delle fluttuazioni di corrente di un tubo termoionico (¹) su un circuito oscillante in risonanza) ed i risultati ottenuti per vie disparatissime coincidevano perfettamente ($e = 1{,}6 . 10^{-19}$ coulomb).

Dalla valvola ionica di Flemming (1907) si passava al triodo di De Forest (1914), nasceva la radiofonia, cui dovevano seguire a breve distanza, per il perfezionamento delle celle fotoelettriche e dei tubi luminosi privi di inerzia, la televisione e il cinema sonoro.

L'elettrone, che da tempo è una realtà fisica innegabile, non è più monopolio dei teorici e dei fisici, appartiene al vocabolario e al pensiero dei tecnici. Lo studio dell'elettricità, e anche dell'elettrotecnica, in base o con riferimento alla teoria elettronica è già stato iniziato da dei volonterosi e farà parte dell'insegnamento avvenire; questo non muterà certo i principi fondamentali dell'elettrotecnica, nè le leggi dei fenomeni elettrici e magnetici, ma aprirà nuovi orizzonti nella comprensione dei fenomeni stessi, resi più affini alla realtà e più affini tra loro.

(¹) Fluttuazioni dovute alla struttura granulare dell'elettricità e dalla cui ampiezza può dedursi la carica dell'elettrone.

Già Lénard (1903 portando fuori del tubo di Crookes i raggi cui diede il nome (esperienze riprese con mezzi più potenti pochi anni or sono da Coolidge coi suoi tubi sino a 900.000 volt) era venuto nella convinzione che la materia fosse in gran parte costituita da spazi vuoti, in cui agiscono intensi campi di forza. Minimi spessori di finestra di 5/100 mm equivalgono a 500.000 strati affiancati di atomi, che gli elettroni oltrepassano senza deviare, cioè senza incontrare materia, e tanto più facilmente quanto maggiore è la loro velocità.

Rutherford pone nel 1911 le basi di un'architettura atomica, che ripresa due anni più tardi da Bohr, d'accordo colle teorie di Planck, ha portato al modello che, per quanto riguarda la *statica* dell'atomo, è oramai universalmente accettato; in quanto alla *dinamica* dell'atomo, al meccanismo dello scambio di energia tra l'elettrone, o la materia, e la radiazione, la questione, com'è noto, è tuttora aperta. La teoria nucleare di Rutherford, che assegna al nucleo atomico una carica crescente col numero atomico, veniva confermata dalle esperienze dei Bragg, padre e figlio, e di Moseley (1913) misurando la frequenza dei raggi X caratteristici di un dato anticatodo, con la riflessione sui reticoli dei cristalli.

L'architettura dell'atomo, base necessaria di tutti gli sviluppi ulteriori che si attendono in questo ramo, è stata posta da parecchi anni; essa assegna 1 protone e 1 elettrone all'atomo più leggero, che è quello dell'idrogeno, e successivamente aumenta il numero delle cariche elementari col crescere del numero atomico, in tal guisa che, almeno nella maggioranza dei casi, il comportamento chimico ed elettrico dei corpi, l'affinità e la valenza, la conduttività e la coibenza ne risultano spiegati.

Molecole e ioni.

Quando scaldiamo il sodio nel cloro per produrre cloruro di sodio, operiamo le saldature dei due ioni Na (+) e Cl (—) per formare la molecola. La stabilità o meno degli elettroni periferici di un atomo dipende dal numero in cui si trovano presenti sull'orbita. L'atomo di sodio, avendo sull'orbita esterna un solo elettrone, tende a perderlo, e l'atomo di cloro avendo sull'orbita esterna 7 elettroni, tende ad acquistarne uno; si formano così due ioni monovalenti, l'attrazione tra le due cariche di segno opposto dà coesione alla molecola.

Giova qui notare che la sostanza può presentarsi distintamente come aggregato di molecole o di ioni; nella molecola vera e propria la saldatura atomica avviene con contatto delle superfici di protezione (2), negli ioni avviene a qualche distanza, i nuclei atomici sono più distanziati. La molecola vera e propria di Na Cl si trova nel vapore di Na Cl; il Na Cl cristallizzato è un aggregato di ioni di Na e di Cl; così in soluzione acquosa, il sale di cucina (e in genere tutti i sali o gli acidi) sono scomposti in parte in ioni, il vincolo interatomico è allentato; difatti la forza coesiva della molecola è diminuita per la presenza di acqua (precisamente è ridotta ad 1/81 essendo 81 la costante dielettrica relativa dell'acqua); l'allentamento produce la maggior distanza fra i nuclei, creando un nuovo equilibrio tra la forza di agitazione molecolare e la forza elettrica.

Il reticolo cristallino del salgemma (ioni disposti regolarmente in punti di simmetria di un cubo) contiene 14 ioni cloro e 13 ioni sodio, il reticolo vicino contiene 14 ioni sodio e 13 ioni cloro, e così di seguito; con ciò il sale è elettricamente neutro, e si crea la forza di attrazione tra ioni di segno opposto che tiene unito reticolo a reticolo, cioè dà coesione all'ammasso cristallino. La forza per spezzare un pezzo di sale è diretta a vincere l'attrazione elettrica tra elemento ed elemento cristallino.

E' l'analisi delle figure d'interferenza dei raggi X attraverso i cristalli, che ha permesso di determinare la natura ionica dei reticoli e la posizione degli ioni (Max Laue, 1912).

La forza d'attrazione tra due ioni, cioè tra due cariche elettriche Q, Q' alla distanza r, è secondo la legge di Coulomb:

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\,\frac{Q\,Q'}{r^2}$$

dove ε è la costante dielettrica assoluta, che per l'aria o il vuoto è, nel sistema elettrico pratico internazionale, $8{,}84 \cdot 10^{-14}\ \frac{\text{coulomb}}{\text{volt cm}}$. Per i due ioni monovalenti Na e Cl, la carica è quella dell'elettrone, o del ione positivo monovalente, cioè $Q = Q' = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ coulomb; supposto $r = 10^{-18}$ cm (si sa che gli intervalli interatomici e intermolecolari sono dell'ordine di grandezza del raggio dell'atomo, fatta eccezione s'intende dei gas rarefatti) si ottiene:

$$F = \frac{1}{12{,}57 \cdot 8{,}84}\ 10^{14} \cdot 2{,}56 \cdot 10^{-38} \cdot 10^{16} = 2{,}10^{-10}\ \frac{\text{joule}}{\text{cm}} = $$
$$= 2{,}10^{-19}\ \text{kg}$$

questa forza di 2 miliardesimi di kg se si paragona all'esiguità del volume atomico (ordine di grandezza 10^{-24} cm³) o della massa dell'elettrone ($0{,}8 \cdot 10^{-27}$ grammi) diventa enorme, vale a dire $2{,}5 \cdot 18^{18}$ kg per grammo-massa, e dà un'idea dell'immensa riserva di energia della materia.

Ad esempio quando si scalda il Na nel Cl per produrre Na Cl, la reazione sviluppa 405.000 joule per molecola-grammo (78,5 gr) di sale sciolto in acqua (3).

Un milligrammo di radio C trasformandosi in particelle α (le sole importanti dal punto di vista della massa, 7200 volte maggiore di quella dell'elettrone) la cui velocità è 20.000 km/sec, sviluppa energia $\frac{1}{2}\, m\, v^2 = 20 \cdot 10^6$ kgm $= 60$ kWh, cioè l'energia per l'illuminazione elettrica di 1 o 2 mesi del nostro alloggio.

La trasmutazione della materia.

Occore anzitutto notare che l'elettricità positiva che possiamo liberare dai corpi coi nostri mezzi non è mai *pura*, è sempre accompagnata con materia, è ciò che rimane dell'atomo che ha perso uno o più elettroni (ione positivo); i *raggi canali* (Crookes), sono frammenti di materia elettrizzati positivamente. E' difficile, forse *praticamente* impossibile, isolare, spezzare un nucleo; solo la natura può far questo nella disintegrazione spontanea del radio.

E' questa difficoltà di estirpare dall'atomo il nocciolo centrale, o comunque variarne la struttura, che spiega la difficoltà della trasmutazione, o cambiamento di natura della materia; ad es. per cambiare il mercurio (in cui gli elettroni sono disposti sulle varie orbite come i numeri seguenti: 2, 8, 18, 32, 18, 2) in oro (2, 8, 18, 32, 18, 1) non basta togliere al mercurio 1 elettrone periferico, ma devesi variarne il nucleo con sottrazione di tre protoni e di due elettroni (4). L'esperimento, com'è noto, è stato tentato, ma, riuscito o no, commercialmente sarebbe un disastro, costando l'oro così prodotto qualche migliaio di volte più di quello nativo. Ciò che non è controverso è la liberazione del protone di H, mediante il bombardamento colle particelle α del radio C', del gas azoto o di sottili lamine di alluminio, boro, sodio, fosforo, ecc. (Rutherford, 1919); le probabilità di rompere la compagine atomica colpendone il nucleo sono tuttavia così esigue, dell'ordine, secondo la materia, da 1 su 300.000, a 1 su miliardi, che le quantità di nuove sostanze così ottenibili, protoni o frammenti nucleari (sostanze meno complesse) non sono misurabili, e non pagano il consumo di proiettili α.

Il disturbare l'equilibrio interatomico per sviluppare energie, che portino ad aggruppamenti elettrici nuovi, cioè a sostanze di maggior profitto, è il sogno dei ricercatori inquieti; e si è tentato ultimamente a tale effetto di utilizzare gli enormi gradienti del campo elettrico atmosferico. Il problema però più che di quantità o potenza di mezzi appare di *qualità*, e purtroppo la natura difende i suoi segreti con quelle stesse armi che mancano a noi per conquistarli.

Conduttività elettronica e ionica.

Nei conduttori metallici gli elettroni periferici dei singoli atomi, generalmente 1, 2 o 3, sono relativamente liberi; anche senza interventi esteriori saltano disordinatamente da un atomo all'altro, e i moti sono così vari che non ammettono risultante; si ha in definitiva lo stesso effetto che se gli elettroni fossero fermi; sotto l'azione di un campo elettrico i moti si orientano nel senso del campo, si ha la corrente elettrica. Il fenomeno è analogo a quello dell'orientamento delle orbite elettroniche di un corpo magnetico sotto l'azione di un campo magnetico.

Mentre in un elettrolito la corrente è certamente un duplice moto di ioni positivi in un senso e negativi nel senso opposto, nel filo metallico è presumibilmente un semplice moto di elettroni; il condut-

(2) Superfici delimitanti l'atomo, come campo di forza la cui energia è diretta unicamente a mantenere la compagine materiale.

(3) Naturalmente questa energia è la stessa che devesi fornire alla soluzione per separare da essa elettroliticamente il Na e il Cl; e poichè con una molecola-grammo di Na o di Cl (ione monovalente) viaggiano 96.500 coulomb, deduciamo che la f.c.e.m. del bagno di Na Cl è:

$$\frac{405.000}{96.500} = 4{,}2 \text{ volt.}$$

(4) Nucleo dell'oro 197 (+) e 118 (—),
Nucleo del mercurio 200 (+) e 120 (—), trascurando le frazioni di numero intero, conseguenti alla presenza di isotropi.

tore metallico porta dell'elettricità *pura*, il conduttore elettrolitico porta della materia elettrizzata, cioè dell'elettricità affidata a sopporti materiali.

Il moto degli elettroni nel metallo si interpreta nel senso che, sotto l'azione del campo ogni atomo riceva 1 o più elettroni (1 se trattasi di Cu, 3 se Al, ecc.) da quello che lo precede e li ceda all'atomo che segue; in regime normale gli elettroni che si liberano in un dato tempo al polo negativo compaiono nello stesso tempo al polo positivo, chiudendo il circuito.

Un esempio di conduttività elettronica e ionica insieme è dato da una pila chiusa su circuito metallico. Supponiamo, per semplicità, di considerare una pila di Volta. Le molecole di H_2SO_4 sono nella soluzione dissociate in ioni (in percentuale tanto maggiore quanto più la soluzione è diluita); sotto l'azione delle forze elettromotrici di contatto gli ioni H_2 tendono ad andare verso il Cu, gli ioni SO_4 verso lo Zn. Se il circuito è chiuso il moto degli ioni è continuo e per ogni ione molecolare (bivalente) lo Zn libera due elettroni, i quali sono spinti nel circuito esterno, e attraverso a questo arrivano al Cu. Secondo la reazione chimica ben nota, l'ione positivo di Zn entra in soluzione nell'acido e l'H si sviluppa all'anodo, avendosi H e Zn SO_4 allo stato neutro.

In sostanza nel rame si muovono due elettroni per ogni molecola H_2 decomposta.

In effetto sul Cu a contatto dell'acqua acidulata si liberano elettroni come nello zinco; tanto il rame che lo zinco sono elettronegativi rispetto al bagno, ma il rame assai meno dello zinco; il Cu (2, 8, 18,1) perde un elettrone per ogni atomo, e due atomi di Cu ne lasciano 2 per ogni molecola H_2; contemporaneamente due atomi di Zn (2, 8, 18, 2) lasciano 4 elettroni; al netto gli elettroni che vanno dallo Zn al Cu sono due per ogni molecola di H_2, come abbiamo ammesso.

Nella pila depolarizzata con soluzione di Cu SO_4 (tipo Daniell) invece dell'H_2 si muove il Cu, ione biatomico; le reazioni sono quelle note, cioè il Cu si deposita all'anodo e la soluzione del Cu SO_4 si acidifica.

Come la f.e.m. della pila è la *differenza* tra le due f.e.m. di contatto (Zn-elettrolito e Cu-elettrolito), così l'energia chimica che si trasforma in energia elettrica è la differenza tra le due: quella che lo Zn cede trasformandosi in solfato, e quella che il Cu assorbe separandosi dal $CuSo_4$. Il *calore di reazione* (in joule), differenza tra i calori di reazione delle due reazioni parziali, essendo noto, il suo rapporto ai coulomb viaggianti dà la f.e.m. della pila ([5]); i risultati dei calcoli concordano perfettamente con quelli empirici.

Se applichiamo ad un cubo di salgemma di qualche cm^3 di volume, mantenuto a temperatura elevata (conduttore piroelettrico), una tensione adatta di corrente continua, il sodio si deposita al catodo sotto forma di spesse ramificazioni violette; invertendo la corrente i filamenti di sodio, dopo essere spariti, ricompaiono all'altro elettrodo; la natura ionica del cristallo, identica a quella delle soluzioni elettrolitiche, è dunque dimostrata dalla natura della conduttività.

La conduttività unilaterale della galena (rivelatore a cristallo) si spiega come effetto della conduttività elettrolitica del cristallo, il cui reticolo è pure formato di ioni regolarmente disposti. Il Pb, anione, va al catodo e lo S, catione all'anodo; i due contatti sul cristallo sono una placca e una punta; la corrente passa solo nel senso placca-punta, perchè fin che lo zolfo, isolante, si deposita sulla placca non disturba la conduttività; ma se la corrente si inverte, cioè lo S va sulla punta, anche minime traccie, data la piccolezza della superficie, impediscono la conduttività.

Velocità degli elettroni e degli ioni.

La massima velocità degli elettroni è 297.000 km/sec (solo di 1/10 minore di quella della luce) nei raggi β del radio C. Negli ultimi tubi Coolidge, per raggi Lénard (tensione per elemento 350.000 volt) la velocità di arrivo degli elettroni sulla finestra di uscita è 240.000 km/sec; in una valvola radio la velocità degli elettroni è di 5000 km/sec. La velocità degli elettroni nei conduttori metallici ([6]) è dell'ordine di cm/sec, e dipende dall'intensità di campo applicabile senza fondere il conduttore ([7]), dello stesso ordine di grandezza è la mobilità degli ioni nell'aria (resa conduttiva mediante raggi X o radiazioni del radio) valori maggiori in quest'ultimo caso non sono possibili, nonostante l'attrito minore che in un metallo, per la massa relativamente grande delle particelle in moto.

La mobilità degli ioni nelle soluzioni elettrolitiche è dell'ordine di $10^{-4}\ \dfrac{\text{cm/sec}}{\text{volt/cm}}$; questo può anche confermarsi con esperienze su ioni colorati; difatti gli ioni e i macroioni, oltre che avere grande massa, si muovono in un mezzo di attrito considerevole.

Poichè la velocità degli elettroni, o degli ioni, è proporzionale alla tensione applicata, nella corrente alternativa la velocità degli elettroni cambia di segno ad ogni semionda della corrente alternata; gli elettroni oscillano, cioè si spostano lungo il filo da una parte e dall'altra di una posizione media secondo lo stesso periodo della corrente alternata, e la loro velocità varia in ogni istante in relazione alla tensione. Se v_0 è la velocità massima, cioè corrispondente alla tensione massima che si ha per $t = \dfrac{T}{4}$, sussiste la relazione:

$$v = v_0 \operatorname{sen} 2\pi f t$$

e tra gli spostamenti, a partire dal punto di equilibrio, l'altra:

$$x = x_0 \cos 2\pi f t.$$

Lo spostamento massimo x_0 (che corrisponde al raggio del circolo individuante il moto pendolare) è dato da:

$$x_0 = \frac{v_0}{2\pi f}.$$

Ad es. per la velocità già vista dell'elettrone di 46 cm/sec, supposta eguale al valor massimo, l'ampiezza della oscillazione elettronica per frequenza della corrente 50 periodi al 1'', sarebbe di 1,5 mm da una parte e dall'altra della posizione di equilibrio.

Significato elettronico della corrente e della diff. di potenziale.

Un ampere equivale al moto di sei miliardi di miliardi di elettroni al secondo ([8]); puri elettroni se si tratta di conduttività nel vuoto per effetto termoelettronico o di conduttività metallica; cariche elementari positive e negative di elettricità, se si tratta di conduzione elettrolitica, o nei gas ionizzati.

Non ostante le velocità enormi, la corrente delle ampolle in alto vuoto è generalmente piccola, perchè in esse tutti gli elettroni sono emessi dal catodo e non intervengono fenomeni di ionizzazione, o comunque contributo di elettroni lungo il tragitto. In un kenotron che fornisca 0,25 ampere, la superficie catodica dà essa sola ogni secondo 1,5 miliardi di miliardi di elettroni.

La diff. di potenziale tra le armature d'un condensatore, o tra i poli di una pila o di un generatore qualunque a circuito aperto, proviene dalla differenza tra i numeri di elettroni liberi sulle due superfici. Diciamo che la tensione fra le due armature d'un condensatore piano, distanti 1 cm, è di 1 volt, quando ciascun cm^2 del con-

---

([5]) Il calore di reazione è riferito alla molecola-grammo; la carica di una molecola-grammo è n 96.500 coulomb, se n è la valenza.

([6]) La velocità degli elettroni in un filo di rame sotto l'intensità di campo di 1 volt/cm è 46 cm/sec. L'intensità della corrente è:

$$I = k e s v$$

ove k è il numero di elettroni liberi in un cm^3 del metallo (dando il rame un elettrone per atomo, un grammo contenendo 10^{22} atomi, ed 1 cm^3 pesando 8,5 grammi, si ha $k = 8,5 \cdot 10^{22}$), e è la carica dell'elettrone, s la sezione del filo in cm^2, v la velocità degli elettroni in cm/sec.

D'altra parte dalla legge di Ohm:

$$V = RI = \rho \cdot \frac{1}{s} I$$

deducesi:

$$I = \frac{Vs}{\rho\, 1}$$

onde si ha, eguagliando i due valori di I e sopprimendo il fattore comune s,

$$\frac{V}{\rho\, 1} = k e v\text{, cioè } v = \frac{1}{\rho k e} \cdot \frac{V}{1}.$$

Per il rame si ha appunto $\dfrac{1}{\rho k e}$ (mobilità degli elettroni) = 46 cm/sec.

([7]) L'intensità di campo di 1 volt per cm nel rame, vorrebbe dire una densità di corrente di $\dfrac{1}{1{,}7 \cdot 10^{-6}} = 6.10^5$ ampere/cm^2 a cui il metallo non può sussistere; la velocità degli elettroni, a seconda della densità di corrente, sarà di due o di tre potenze del 10 minore di quella sopra ricavata.

([8]) Un ampere $= \dfrac{1}{1{,}6 \cdot 10^{-19}}$, cioè 6.10^{18} elettroni al sec.

duttore a più alto potenziale possiede 1.100.000 elettroni di meno che 1 cm^2 del conduttore di segno opposto (9).

La superconduzione.

Il fenomeno della superconduzione (Kammerling, Onnes, 1911) per cui in vicinanza dello zero assoluto la resistenza elettrica di certi metalli (Pb a 7°,3 K, Hg a 4°,3 K, Sn a 3°,8 K) cade bruscamente ad una frazione trascurabile (10^{-12}) del suo valore alla temperatura ordinaria (difatti la corrente d'induzione prodotta dalla variazione *momentanea* di un campo magnetico vicino, in una spira raffreddata mediante elio liquido, impiega *qualche giorno* a ridursi a valore metà), si spiega pensando che a così bassa temperatura gli atomi sono estremamente vicini e pressochè immobili (agitazione termica nulla); il lavoro per far passare l'elettrone da un atomo all'altro diventa estremamente piccolo, praticamente s'annulla, e la resistenza dispare.

Il caso opposto è quello di temperature estremamente alte, come all'interno delle stelle (10^6 a 10^7 gradi). Quivi l'agitazione termica è così viva, che le molecole ed atomi presumibilmente non possono esistere in forma intera, perchè spezzati ogni momento dai violentissimi urti reciproci; la materia sarà sotto una forma incompleta, frammenti di nuclei ed elettroni mescolati in disordine e agitantesi vertiginosamente.

Radiazione e induzione.

Si ha radiazione, propagazione del campo elettromagnetico, trasporto di energia per induzione dielettrica e magnetica, ogni qualvolta varia il *numero* (10) o la velocità degli elettroni liberi. L'intensità del campo dielettrico (volt/cm) dipende dal numero di elettroni liberi che una delle armature di un condensatore, contiene in più, o in meno, dell'altra; l'intensità del campo magnetico (spireampere/cm) dipende dalla velocità degli elettroni (i quali accelerano, cioè la corrente cresce, sotto tensione crescente, e decelerano sotto tensione decrescente).

Quando, per effetto della corrente setssa se alternativa, oppure alla chiusura, od apertura d'un circuito in genere, l'elettrone passa dallo stato di riposo alla velocità massima o da questa deve tornare alla velocità zero, in senso ancora più lato ogni volta che in un circuito qualsiasi l'elettrone varia bruscamente la sua velocità, si sprigiona da esso una *radiazione* di energia in tutte le direzioni, la cui velocità è (limite superiore) 300.000 km/sec.

Questa radiazione raggiungendo un altro circuito, di dimensioni adatte alla lunghezza dell'onda incidente, *induce* in esso una oscillazione o perturbazione corrispondente degli elettroni; nello scambio o trasformazione di energia questo circuito indotto è il *secondario*, il circuito inducente è il *primario*.

L'azione tra induttore e indotto nel trasformatore industriale è magnificata dal ferro, il quale accresce il campo con le spire ampere invisibili dei suoi circuiti molecolari; nella radio, o nelle azioni a breve lunghezza d'onda, è magnificata dall'alta frequenza, che accresce l'energia in giuoco ad ogni 1'', cioè la potenza agente.

Che l'onda elettromagnetica sia continua, o a struttura granulare come la materia che la genera, che trasporti essa stessa energia (teoria dell'indulazione di Maxwell), o piloti semplicemente i *fotoni*, grani di radiazione, o quanta d'azione (11) associati con essa (meccanica ondulatoria di De Broglie, 1923, e Schroedinger, 1926) questo costituisce il punto di svolta della fisica attuale, e la sintesi dei due punti di vista è impazientemente attesa. Che questo ponte gettato tra le due rive del continuo e del discontinuo, tra la teoria dell'ondulazione e dell'emissione, possa unire dei principii finora ritenuti inconciliabili, è il problema di attualità.

L'ipotesi dei *quanta* ha trovato una delle sue più evidenti ragioni di esistere per la spiegazione del trasferimento di energia, da radiazione a elettroni, nella cella fotoelettrica; con luce debole i fotoni, cioè i *quanta* essendo in numero minore, o meglio avendo minore probabilità di presenza, daranno un numero minore di atomi colpiti e di elettroni espulsi. Mentre ammessa per la radiazione d'energia una struttura *continua* è meno facile capire come l'indebolimento d'energia dovuto alla minor ampiezza della radiazione, non porti un decrescimento dell'energia cinetica degli elettroni espulsi, bensì una diminuzione del loro numero.

L'esperienza di Davisson e Germer (1927) per cui un fascio di raggi catodici dopo aver attraversato un reticolo di cristallo di nickel si addensa e si dirada secondo frange, analoghe a quelle dei raggi luminosi, ha indotto a ritenere che anche all'elettrone sia associata un'onda (onda di fase), stazionaria, priva d'energia, semplicemente pilotante, la cui frequenza è dell'ordine dei raggi γ.

La frequenza attribuita al protone è 2000 volte più grande, superiore a quella dei raggi cosmici, e rappresenterebbe il massimo assoluto nella scala delle frequenze elettromagnetiche.

Il fenomeno di induzione, elettrica e magnetica, è paragonabile a quello che è il *contraccolpo* in meccanica attraverso i mezzi elastici; un proiettile che esce dalla bocca da fuoco comunica attraverso l'aria parte della sua forza viva ai corpi lontani. Le onde elettromagnetiche provenienti da una variazione di velocità degli elettroni comunicano attraverso il campo elettrico la loro energia cinetica agli elettroni del circuito investito, sia questo un circuito indotto ordinario o un edificio atomico da cui si estraggano elettroni (cella fotoelettrica).

Diverso è l'effetto del proiettile contro il bersaglio. Gli elettroni che colpiscono l'anticatodo nel tubo per raggi X, o quelli che Coolidge ha portato fuori del suo tubo raggi catodici per il bombardamento di sostanze varie, agiscono per *colpo diretto* e la loro azione ha gli effetti ben noti.

(9) Difatti $V = f \cdot 1$ (la tensione applicata ad un condensatore è data dal prodotto del gradiente medio del potenziale per la distanza tra le armature), $q = \epsilon \cdot f$ (la densità del flusso dielettrico è data dal prodotto della costante dielettrica assoluta per il gradiente) quindi $V = \frac{q}{\epsilon} 1$, dove per l'aria o per il vuoto $\epsilon = 8{,}8 \cdot 10^{-14}$. La carica q per cm^2 essendo di segno opposto per le due armature, la differenza di carica per cm^2 di armatura è $2\,q$; essendo e (carica dell'elettrone) $= 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ coulumb, dello k il numero di elettroni che ciascun cm^2 del piatto negativo contiene *in più* del positivo, si ha:

$$2\,q = k \cdot e = K \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \text{ coulomb},$$

$$V = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19}}{2.8{,}8 \cdot 10^{-14}} K\,1 = 9.10^{-7}\,k \cdot 1,$$

onde per $1 = 1$ cm, $k = 1.100.000$ V.

(10) Poichè *numero* di elettroni nel campo dielettrico vuol dire *tensione*, e dalla tensione dipende la velocità degli elettroni, i due concetti sono inseparabili, come quelli dei campi dielettrico e magnetico.

(11) L'energia d'un fotone è data dal prodotto del quantum d'azione per la frequenza dell'onda associata.

FISSAGGIO DEI TRALICCI IN FERRO AI BLOCCHI DI FONDAZIONE

I. BONAZZI

L'autore nella sua breve memoria, si richiama al sistema ideato dall'Ing. Salerni nel 1920, per fissare i sostegni a traliccio in ferro ai blocchi di fondazione (descritto nel fascicolo N. 3, vol. VII, anno 1920, de L'Elettrotecnica), *e pone in rilievo i rilevanti vantaggi che l'esperienza di 12 anni ha ormai sancito.*

Nel fascicolo n. 3, vol. VII, anno 1920, de *L'Elettrotecnica* l'Ing. Vittorelli, Consigliere Delegato della Società Elettrica della Venezia Giulia, pubblicò una breve memoria sul sistema ideato dall'Ing. Salerni e applicato dalle Officine di Battaglia di Padova, per fissare i sostegni a traliccio in ferro, ai blocchi di fondazione.

L'idea non era nuova, ma l'applicazione pratica dei sistemi precedentemente tentati non aveva dato risultati soddisfacenti e ciò perchè essi richiedevano una tale esattezza di corrispondenza fra l'armatura in ferro annegato nel blocco e le membrature del sostegno, che ad essa dovevano venir collegate, che in pratica difficilmente si poteva raggiungere. Se si considera che i sostegni delle grandi condutture elettriche distano da 150 a 250 metri l'uno dall'altro, risulta evidente quanto sia arduo semplicemente allinearli, specialmente in terreni boscosi e accidentati. Si noti poi che nella battitura del calcestruzzo è impossibile che l'armamento non subisca qualche spostamento, e ciò rende vana l'opera del tracciatore più scrupoloso ed esatto.

Il sistema dell'Ing. Salerni ha ovviato a tali inconvenienti perchè permette di correggere gli eventuali errori di tracciato, o di posizione dell'armatura del blocco, spostando di 10-15 cm il sostegno rispetto all'armatura stessa, nel senso trasversale alla linea.

Esso si è dimostrato veramente pratico ed economico, e perciò dopo dodici anni di esperienza credo interessante darne notizia ai colleghi, riportando alcuni dati che possono interessarli e che comprovano l'ottimo successo del sistema.

Le principali linee elettriche costruite col sistema dell'Ing. Salerni dalle Società del Gruppo della Società Adriatica di Elettricità sono le seguenti:

1. Fadalto - Portomaggiore	130 kV	km	181
2. Caneva - Trieste	130 kV	»	114
3. Caneva - Marghera	130 kV	»	62
4. Maser - Marghera	130 kV	»	45
5. Trieste - Pola	50 kV	»	101
6. Udine - Trieste	50 kV	»	62
7. Portomaggiore - Bologna	50 kV	»	41
8. Treviso - Padova	50 kV	»	42

Oltre a queste vennero costruite molte altre linee di minore importanza. Complessivamente, alla fine del 1930 erano stati costruiti 971 km di linee da 50 a 130 kV con *5500* sostegni, dal solo Gruppo S.A.D.E., senza contare le applicazioni minori, cioè sistemazioni di attraversamenti, spostamenti e linee di bassa tensione.

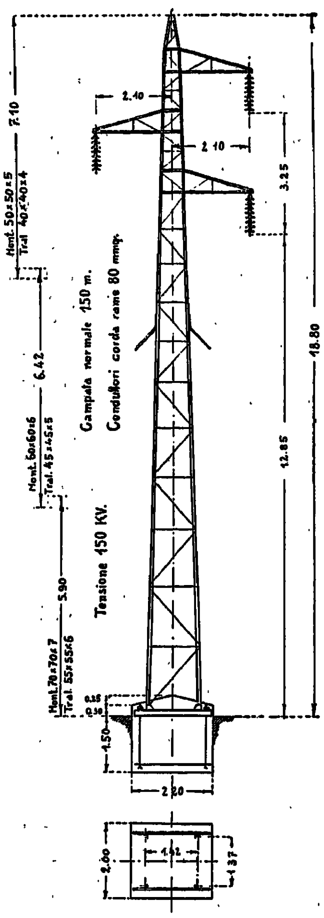


Fig. 1.

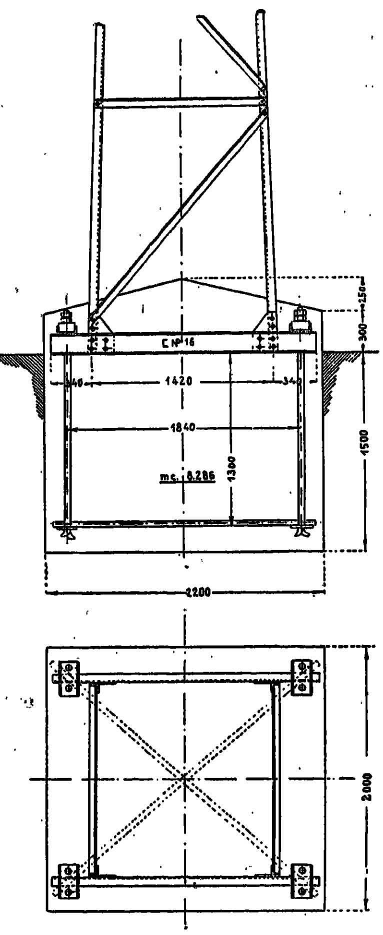


Fig. 2.

Permettendo il sistema di costruire blocchi di buonissimo calcestruzzo con un tenore di kg 150 di cemento per metro cubo, in luogo dei 200 kg che occorrono normalmente quando il sostegno è infisso direttamente, e calcolando su un blocco medio di 8 m³ il risparmio

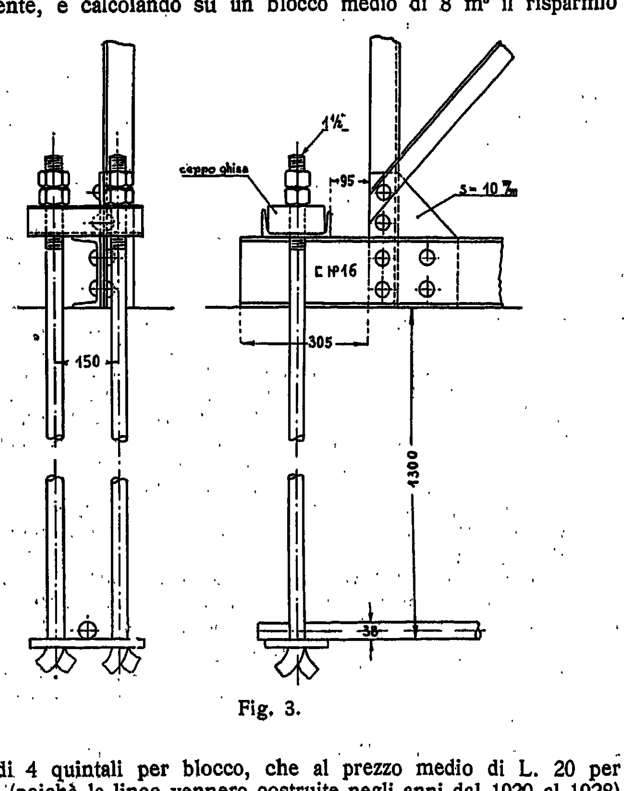


Fig. 3.

risulta di 4 quintali per blocco, che al prezzo medio di L. 20 per quintale (poichè le linee vennero costruite negli anni dal 1920 al 1928) rappresenta una economia di 5500 × 4 × 20 = 440.000 lire, senza contare quella derivante dagli altri vantaggi.

Credo opportuno riepilogare un'altra volta detti vantaggi:

1) Guadagno di tempo nella costruzione della linea potendosi preparare i blocchi mentre i sostegni sono ancora in lavorazione.

2) Costruzione del calcestruzzo con tenore di cemento molto basso, potendo lasciare ad essi un lungo periodo di presa. Si è fatto uso anche di una miscela di cemento e di calce idraulica, con ottimi risultati.

3) Facilità di erezione del sostegno risultando esso metri 1,50-2,50 più corto di uno infisso direttamente nel blocco.

4) Facilità di metterlo in perfetta verticalità.

5) Possibilità di spostamenti laterali di parecchi centimetri.

6) Possibilità di togliere o aggiungere un sostegno a una conduttura *in meno di un'ora*. Ciò risulta da ripetute esperienze fatte dal Gruppo S.A.D.E. Infatti preparando il blocco coi tirafondi qualche giorno prima, e montando gli isolatori al sostegno da interpolare, l'interruzione di corrente sulla linea si riduce al tempo necessario all'erezione del sostegno e a fissare i conduttori agli isolatori. Il soprablocco può essere completato in seguito con tutto comodo.

Eguale facilità si ha nella rimozione di un sostegno bastando demolire il solo soprablocco e svitare i bulloni.

Le figure 1, 2, 3, rappresentano i particolari dell'amarraggio del sostegno normale della linea Caneva-Trieste (tronco del Carso) della Società Elettrica della Venezia Giulia.

Si noti che tale linea, costruita nell'anno 1926, è esposta alla *bora*, vento caratteristico del Carso che nell'anno 1928 ha raggiunto la velocità di 160 km all'ora.

Il sistema, logicamente, è pratico e convenientissimo per sostegni che abbiano una sezione di base superiore a m 0,60 × 0,60. Sotto questa misura l'amarraggio diventerebbe una inutile complicazione.

Proprietarie del brevetto sono le Officine di Battaglia, di Padova.

Trieste, 2 maggio 1931 - IX.

UN CONTATORE A FRENO MECCANICO E SUE APPLICAZIONI □ □ □ □

F. VITALE

Descrizione di un contatore d'energia elettrica che presenta particolari interessanti caratteristiche di funzionamento e si presta specialmente per misurare i consumi oltre un forfait base prestabilito.

Col diffondersi della distribuzione di energia elettrica per usi domestici si è reso più sentito il bisogno di ricorrere a tariffe speciali atte a tenere conto delle diverse esigenze di molte categorie di utenti. La questione è complicata dal fatto che occorre tenere in considerazione le abitudini e la mentalità degli utenti stessi; così, ad esempio, il sistema del contatore a moneta o a gettone, che ha trovato larga applicazione al'estero, non ha incontrato favore in Italia dove è stato abbandonato dopo i tentativi fatti da qualche Società distributrice.

Lo scopo della presente nota è quello di richiamare l'attenzione su di un tipo di contatore, fra i moltissimi messi in commercio dalle Case costruttrici, il quale presenta delle caratteristiche interessanti e che si basa su un principio costruttivo che può essere fecondo di utili applicazioni.

Si tratta del contatore W8 s, della Siemens, perfezionamento del precedente tipo W5 s della stessa Casa. Esso è caratterizzato da un dispositivo dinamometrico che rende possibile di effettuare la misura della energia consumata in eccedenza ad un certo valore di forfait contrattuale. Ciò si ottiene mediante una molla regolabile, la quale crea una coppia antagonista che permette al disco del contatore di ruotare soltanto quando la potenza assorbita dall'impianto supera il limite prestabilito.

Nella fig. 1 è indicato sommariamente lo schema costruttivo dell'apparecchio.

Solidale coll'asse del contatore è montato un supportino *S* il quale porta quattro bracci disposti ad angolo retto fra loro e muniti alla loro estremità di un piolo *m*. Durante la rotazione dell'albero del contatore, i pioli *m* vengono ad impegnarsi contro un braccio *B* portato dalla estremità di una molla elicoidale *x* (1), avvolta attorno ad un alberello verticale, *non coassiale* con quello del disco. La molla è fissata con l'altro estremo ad una ruota *C*, comandabile con altra ruota *M* (fig. 2) che porta un indice mobile su disco graduato; manovrando la ruota *M* è quindi possibile regolare la tensione della molla.

Come si vede dalla fig. 3, che rappresenta schematicamente il dispositivo visto dall'alto, in conseguenza della non coassialità dell'albero principale e di quello della molla, i pioli *m* impegnano il braccio *B* e lo trascinano in rotazione per un certo angolo α, dopo il quale il braccio viene ad essere libero e ritorna alla sua posizione iniziale per impegnarsi col piolo successivo, e così via.

(1) Effettivamente esistono non una, ma due molle, diverse fra loro, le quali permettono di regolare i limiti di eccedenza permessi sul carico indicato, rispettivamente entro il 10 ÷ 30 % e il 20 ÷ 60 %.

E' evidente che questo dispositivo, realizzato con piccole varianti anche da altre Ditte costruttrici, introduce un momento resistente che può essere fatto variare a piacere regolando la tensione della molla per mezzo della rotella *M*. Il disco del contatore non potrà ruotare fino a tanto che la coppia applicata al suo alberello non supererà il momento resistente fornito dalla molla al momento del disimpegno, cioè fino a quando la « potenza erogata » non supera un certo valore di forfait prestabilito.

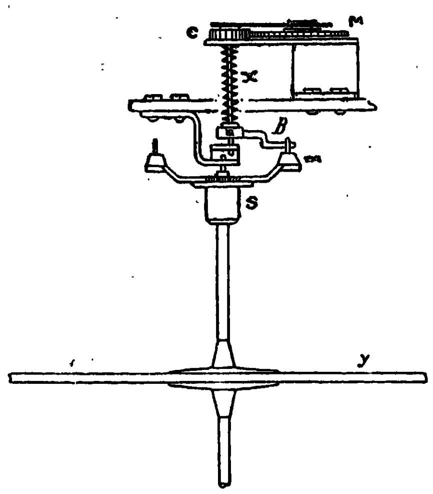


Fig. 1.

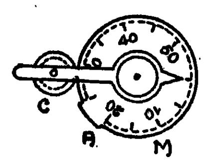


Fig. 2.

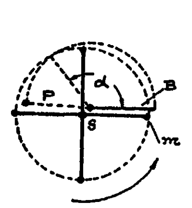


Fig. 3.

Essendo l'alberino della molla spostato dall'asse dell'albero principale, è possibile portando il braccio *B* nella posizione *P* (fig. 3), disimpegnare completamente i pioli *m*. In queste condizioni l'apparecchio diventa un ordinario contatore, ossia è regolato per un forfait nullo.

In fig. 4 sono riportate le curve di taratura di un apparecchio del genere di quello descritto: la Δ_I si riferisce alle condizioni di completo disimpegno, la Δ_{II} e Δ_{III} al contatore predisposto per due diversi valori di forfait.

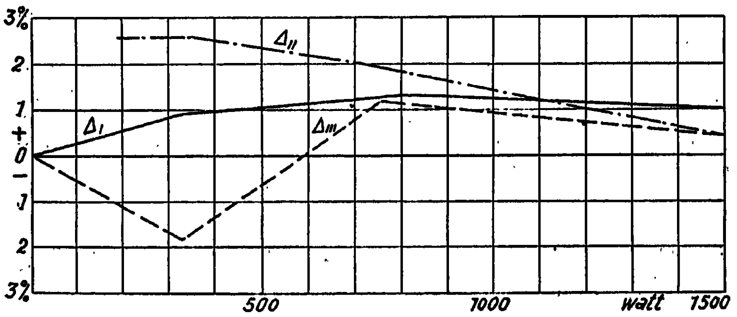


Fig. 4.

L'apparecchio così costruito si presta anche ad evitare frodi o errori derivanti p. es. da errata inserzione. Infatti, qualora, per una causa qualunque, il contatore tendesse a girare in senso inverso al normale, uno dei pioli verrebbe subito ad impegnare il braccio *B* e, poichè questo ha la rotazione inversa impedita, il contatore si arresterebbe.

Il tipo di istrumento descritto presenta a mio parere i seguenti vantaggi: Permette di applicare la tariffa a forfait pur lasciando all'utente la possibilità di impegnare una potenza maggiore della contrattuale, pagando la corrispondente energia consumata, e facilita così la diffusione delle applicazioni domestiche dell'elettricità; ad esempio, si può usare un forfait per l'illuminazione e praticare una tariffa speciale di favore per le eccedenze dedicate alle varie applicazioni famigliari.

E' inoltre di costruzione assai più semplice e robusta dei contatori ad orologio e non è soggetto agli errori per variazioni di frequenza, che intervengono nei contatori con motorino a induzione.

Napoli, dicembre 1930.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via Annunciata, 4 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

F. GRAUL e L. KUMLIK — **Contributo allo studio dei tempi di chiusura degli interruttori in olio.** (E. T. Z., N. 49 del 4 dicembre 1930, pag. 1675).

Gli AA. considerano il periodo di chiusura nel funzionamento degli interruttori in olio e ricordano come sia opportuno che la chiusura avvenga il più rapidamente possibile. Quando si fa l'inserzione a mano, la rapidità dipende dall'abilità dell'operatore e dal tipo del comando dell'interruttore.

Coll'uso di solenoide di chiusura si ottiene in generale il funzionamento dell'interruttore per mezzo di pulsanti che chiudono un circuito ausiliario, nel quale sono inseriti dei relais. Quindi bisogna eccitare il campo del solenoide prima che possa avvenire la chiusura dei contatti.

Si deve perciò distinguere il tempo proprio del comando e quello dell'interruttore. Malgrado ciò, il tempo di inserzione con comando a solenoide è molto inferiore a quello del comando a mano fatto anche da un operatore molto abile, poichè si ottengono tempi variabili da 0,2 sec. a 0,6 sec., a seconda della grandezza dell'interruttore. La potenza richiesta dai comandi elettrici è per altro notevole e può giungere fino a 40 kW per gli interruttori più grandi. Si è perciò cercato di ridurre la potenza richiesta e di eliminare i comandi a corrente continua che richiedono l'impiego di batterie di accumulatori. Si sono perciò studiati dei comandi a molla, nei quali un motorino provvede a caricare il dispositivo di chiusura, che deve poi compiere al momento opportuno il lavoro per l'inserzione dell'interruttore. Così il lavoro di preparare l'interruttore per la chiusura può essere fatto in un tempo abbastanza lungo riducendo la potenza impiegata per tale lavoro, e così pure si può usare per questo servizio corrente alternata.

D'altra parte si ottiene in questo modo anche una sensibile diminuzione del tempo di chiusura. Per esempio per chiudere un interruttore per 100 kV con uso di un solenoide si devono impiegare 35 kW per 0,4 sec cioè si deve compiere un lavoro di 14 kWs, mentre per mettere in tensione la molla di un comando a molla dello stesso interruttore si devono impiegare 2 kW per 20 sec. e cioè si deve compiere un lavoro di 40 kWs. E' chiaro pertanto che in ragione del maggior lavoro compiuto si potrà in questo secondo caso ottenere una maggior velocità di chiusura. *T. S.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

S. SANDELOWSKY — **Il processo di saldatura Langmuir in atmosfera di idrogeno atomico.** (E. T. Z., N. 48, 27 novembre 1930, pag. 1649).

Anche in Germania si è recentemente diffuso il processo di saldatura di Langmuir in atmosfera di idrogeno atomico. Questo processo non è che un sistema di saldatura ad arco in un'atmosfera di protezione di idrogeno: l'arco avviene fra due elettrodi di tungsteno e le molecole di idrogeno vengono dall'arco stesso scisse negli atomi che le costituiscono. Il calore così sottratto all'arco viene poi restituito al bordo della fiamma colla ricostituzione delle molecole di idrogeno, con che si raggiunge una temperatura di 3000 ÷ 4000 gradi, molto favorevole al lavoro di saldatura. Con questo sistema viene colmato il vuoto tra le saldature ad arco e la saldatura autogena: esso riunisce i vantaggi di entrambi i sistemi. Si può applicare a qualunque metallo e anche all'alluminio che di solito non si riesce a saldare.

Per questo sistema di saldatura si sono dovuti realizzare apparecchi e dispositivi speciali: l'arco viene mantenuto da una corrente alternata che a vuoto deve raggiungere la tensione eccezionale di 300 volt, perchè talvolta l'arco non si forma fra gli elettrodi di tungsteno: la tensione di saldatura oscilla tra 80 e 110 volt: la corrente, a seconda dello spessore delle lamiere da saldare, deve poter variare da 20 a 70 ampere. La General Electric Co. in America ha per altro già realizzato impianti per forti intensità di corrente fino a 150 ampere. L'installazione comprende un trasformatore e il saldatoio che porta i due elettrodi. Il trasformatore deve essere provvisto di dispositivi che fanno abbassare la tensione col crescere dell'intensità di corrente. La G. E. Co. ha disposto il trasformatore come un pannello, nel quale si possono inserire spine per variare il numero delle spire. Il cannello o bruciatore è costituito da una manopola isolante, che porta un tubo di acciaio fisso e un altro spostabile a molla, nonchè le condutture di corrente elettrica e del gas. *T. S.*

APPLICAZIONI VARIE.

H. EDLER — **Sulla depurazione elettrica dei gas.** (E. T. Z., N. 50, 11 dicembre 1930, pag. 1705).

L'A. mostra quale influenza esercita nel funzionamento degli impianti elettrici di depurazione dei gas la scarsa mobilità nel campo elettrico delle particelle di raggio piccolissimo in sospensione.

Come è noto, la depurazione elettrica dei gas si è sviluppata spe-

cialmente in questi ultimi dieci anni: le difficoltà che si incontrano in questi impianti dipendono specialmente dal fatto che le particelle in sospensione sono di dimensioni diverse. La depurazione elettrica dei gas è basata sul fatto che le particelle elettriche in sospensione vengono caricate elettricamente e vengono avviate in una corrente di ioni di una scarica per effetto corona: le particelle così cariche di elettricità vengono, attraverso un campo elettrico, spinte contro una parete, dove per adesione si depositano. In pratica i gas vengono fatti passare attraverso tubi dal diametro di 30 cm, nel cui asse è teso un filo metallico sottile del diametro di un mm. Il filo è isolato verso il tubo e viene portato ad un tale potenziale che da esso si ha una scarica per effetto corona che produce gli elettroni od ioni necessari. Allora le particelle cariche vengono condotte nel campo elettrico fra filo e tubo.

Si sono fatti molti studi sull'influsso che esercitano le dimensioni delle particelle sulla loro carica: si è visto che la carica è tanto più piccola quanto minori sono tali dimensioni: $q_{max} = E_0 K_{min} a^2$ dove q è la carica, E_0 il campo, K_{min} una costante e a il raggio delle particelle assunte sferiformi: e allora la mobilità delle particelle è data:

$$\alpha = \frac{E_0 a}{\eta} \cdot \frac{k_{min}}{6\pi}$$, dove η è il coefficiente di attrito del gas.

Da quanto sopra viene la conseguenza che, poichè le particelle contenute nei gas sono di dimensioni molto diverse, gli impianti di depurazione funzionano male quando predominano le particelle di piccole dimensioni.

Per eliminare questi inconvenienti l'A. consiglia di inserire in parallelo coll'impianto di depurazione una resistenza: però per grandi impianti si preferisce iniettare acqua nei gas caldi provenienti dai forni e che devono essere depurati: si determina allora un processo di condensazione, per il quale si ha un aumento delle dimensioni delle particelle in sospensione: proporzionando convenientemente la quantità d'acqua, la temperatura del gas e il periodo di raffreddamento si possono ottenere buoni risultati. *T. S.*

CONDUTTURE.

R. W. Wilbraham — **Il cavo sottomarino a 75000 V per la centrale di Diepwater.** (J. A. I. E. E., novembre 1930, pag. 913).

La centrale di Deepwater è situata su una sponda del fiume Delaware, e deve fornire energia anche alla sponda opposta. Scartata per difficoltà inerenti ai pericoli per la navigazione aerea, l'idea di una grande campata aerea, si decise la posa di un cavo subacqueo a 66.000 V. Una prima difficoltà sorse pel fatto che le Case costruttrici non erano equipaggiate per costruire un tronco della lunghezza occorrente (la distanza fra le sponde era di oltre 1500 m). Si dovettero costruire piattaforme avanzate entro l'acqua per ridurre la distanza fra le testate a 1250 m.

Si adottarono cavi monofasi per 75.000 V (66.000 V di esercizio) del tipo a conduttore unico, a isolamento in carta, schermato elettrostaticamente, con rivestimento di piombo e armatura di acciaio: furono posati 8 cavi che formano due circuiti trifasi, con un conduttore di riserva ciascuno. Ogni circuito è capace di portare 60.000 kVA (525 A per conduttore) con un riscaldamento del conduttore non superiore a 60° (in aria).

I cavi sono posti in trincee scavate sul fondo, di m 13×3 a una profondità massima di oltre 20 m sotto il livello medio delle acque. La posa fu resa difficile dalle forti correnti esistenti, e dalla cattiva natura del fondo. *R. S. N.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

E. L. E. Wheatcroft — **Il calcolo delle armoniche presenti in una corrente raddrizzata.** (J. I. E. E., Londra, dicembre 1930, pag. 100).

Il diagramma del funzionamento di un raddrizzatore di corrente ideale si può rappresentare in un diagramma tensione-corrente mediante una spezzata costituita da 2 rette di cui una coincidente coll'asse delle tensioni e l'altra parallela a quello delle correnti. Questa retta parallela all'asse della corrente rappresenta l'attitudine del raddrizzatore a lasciarsi attraversare dalla corrente in un dato senso, mentre la retta parallela all'asse dei volt si riferisce all'attitudine che esso possiede ad impedire il passaggio delle correnti inverse. In realtà la prima retta è sempre un pò inclinata rispetto all'asse corrispondente onde tenere conto anche della c.d.t. nel raddrizzatore e della sua f.c.e.m. La forma dell'onda di corrente prodotta può determinarsi con relativa facilità quando il raddrizzatore debba alimentare un resistenza pura; in caso contrario la presenza nel circuito di una reattanza smorza le oscillazioni della corrente attorno al valore medio ed attenua l'ampiezza delle armoniche nell'onda di corrente risultante. La determinazione della forma d'onda della corrente si può fare tenendo separati i due periodi nei quali il raddrizzatore (ideale) si comporta rispettivamente come un conduttore perfetto e come un isolante perfetto. Parlando di questo metodo classico l'A. muove anche qualche appunto alla trattazione fattane dalla Steinmetz.

L'A. propone di semplificare il metodo esprimendo la corrente e la c.d.t. del raddrizzatore in funzione delle rispettive armoniche tenendo incogniti i parametri di queste; poichè il prodotto della corrente per la c.d.t., in un raddrizzatore ideale perfetto, è nullo, è facile determinare il valore dei parametri uguagliando a zero i prodotti dei termini (coseno e seno) di eguale frequenza che rappresentano le armoniche nelle due grandezze suddette. Il metodo così semplificato si presta per essere applicato per successive approssimazioni e l'A. ne fà un'applicazione dando le equazioni che si dovrebbero risolvere nel caso di un raddrizzatore alimentato con c. a. bifase, (sfasamento fra le fasi di 180°) e collegato ad un circuito di utilizzazione che contenga resistenza, reattanza ed una sorgente di f.e.m. continua. *I. L.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

E. W. Boehne — **Oscillazioni di tensione negli avvolgimenti di armatura sotto onde d'impulso.** (J. A. I. E. E., novembre 1930).

L'A. ha compiuto uno studio sperimentale allo scopo di spiegare le oscillazioni che si manifestano negli avvolgimenti delle macchine quando sono soggetti a onde di tensione a fronte ripido. Lo studio sperimentale fu eseguito mediante rilievi all'oscillografo a raggi catodici su tre macchine diverse, da un piccolo motore a induzione a 2200 V, ad un condensatore sincrono a 24.000 V. Gli oscillogrammi hanno dimostrato la possibilità che si verifichino tensioni oscillanti interne sugli avvolgimenti fino a un valor massimo pari a 200 % di quello applicato. Col neutro isolato la tensione massima è doppia e la frequenza dell'oscillazione è metà di quella con neutro a terra. Le oscillazioni misurate in vari punti dell'avvolgimento sono praticamente in fase fra loro, sia col neutro isolato che a terra.

Nel complesso l'avvolgimento di una macchina si comporta a questo riguardo come una linea di trasmissione di alcuni chilometri coi relativi fenomeni di riflessione e propagazione delle onde come in una linea aperta. A neutro isolato, la massima tensione negli avvolgimenti verso terra, arriva al doppio della tensione di scarica dello scaricatore eventualmente inserito a monte della macchina. L'impedenza delle macchine osservate rispetto alle onde d'impulso è risultata fra 600 e 1000 ohm; la velocità di propagazione delle onde, nelle porzioni di avvolgimento entro i canali è risultata di circa 160.000 km/s.

Come metodo di protezione, il migliore è costituito dagli scaricatori. La messa a terra del neutro con impedenze costruite in thyrite, funziona come neutro isolato nelle condizioni normali, mentre nel caso di onde d'impulso funziona da neutro a terra coi relativi vantaggi agli effetti della protezione della macchina.

Capacità in parallelo cogli scaricatori migliorano la protezione nei riguardi dell'isolamento fra spire; inoltre, in caso di neutro aperto, risultano anche ridotte le oscillazioni interne. Anche il principio della schermatura, adottato pei trasformatori, può essere applicato agli avvolgimenti delle macchine. In generale per le grandi unità direttamente connesse alla linea e con neutro isolato, è necessario ricorrere a qualche protezione addizionale, oltre agli scaricatori, per assicurarsi che le tensioni interne non superino quella dello scaricatore, e per proteggere l'isolamento fra spire. *R. S. N.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Il Codice tedesco dell'illuminazione. (Licht und Lampe, 15-29 maggio 1930, pp. 535-575).

La Società tedesca degli Ingegneri Illuminotecnici, ha emanato una serie di Norme per gli impianti d'illuminazione, Norme studiate d'accordo coi ministri del Lavoro e del Commercio, l'alto personale della Polizia berlinese e l'Associazione degli Installatori-elettricisti.

Una prima parte delle Norme tratta dei principi e dei dati fondamentali pratici, la seconda parte è consacrata alle delucidazioni necessarie. Fra l'altro sono da notare tre tabelle che danno i valori dell'illuminazione media raccomandata, media minima e minima minimorum per i locali di lavoro, ambienti domestici e simili, strade, piazze, ecc. In riguardo alle ombre si hanno dei dati interessanti: si ammette che sul piano di lavoro il flusso luminoso debba arrivare direttamente almeno nella proporzione del 20 % (coefficiente d'ombra 0,2). D'altro canto, le ombre non debbono essere troppo dure: il coefficiente d'ombra non deve oltrepassare il valore di 0,8. Altri dati riguardano i valori limiti dello splendore delle sorgenti luminose e fra essi hanno particolare interesse quelli relativi alle lampade ed apparecchi d'illuminazione installati nei locali di lavoro. *G. Co.*

Un Codice dell'illuminazione industriale (Transactions of the Illuminating Engineering Society, settembre 1930, pag. 607).

Il Codice dell'illuminazione industriale, emanato dalla Illuminating Engineering Society degli Stati Uniti, è stato ora rivisto e la materia è distinta in tre parti: la prima mostra i vantaggi di una buona illuminazione, la seconda contiene raccomandazioni d'indole generale e la terza suggerisce regole e minimi d'illuminazione che potrebbero essere accettate dalle autorità interessate alla sicurezza degli operai.

Nella prima parte si fa notare che nel 1919 — negli Stati Uniti — si è verificato un infortunio ogni 14 persone salariate, di modo che attribuendo — secondo i calcoli della Travelers Insurance Company — il 18 % degli infortuni a condizioni insufficienti d'illumina-

zione, si conclude che queste sono la causa di una perdita annuale di lavoro da parte di 125.000 operai. A parte il lato umanitario della questione, si calcola che la maggior spesa incontrata, provvedendo le officine di una buona illuminazione, sarebbe largamente compensata dall'economia che si realizzerebbe nei premi da pagare alle Compagnie d'Assicurazione, dato che l'entità di tali premi è stabilita in base alla statistica degli infortuni per l'industria e l'officina considerata. D'altro canto, si stima che — a causa della cattiva illuminazione — un operaio perde 30 minuti al giorno il che significa, alla fine di ogni anno, corrispondergli inutilmente 60 dollari (circa 10 volte la spesa per fornirgli un'illuminazione sufficiente).

Nella seconda parte si tratta del grado d'illuminazione necessario per i differenti tipi di processi industriali: il valore raccomandato raggiunge, in alcuni casi, i 1000 lux, mentre i valori da 50 a 250 lux sono, ordinariamente, consigliati. Si suggeriscono gli accorgimenti da usare per evitare l'abbagliamento, per la disposizione degli interruttori, per la manutenzione degli apparecchi d'illuminazione, ecc.

Infine si propongono un certo numero di regolamenti, destinati a servire da modello a quelli che emanano gli Stati dell'Unione, al semplice scopo della prevenzione degli infortuni. Fra l'altro, è da notare una tabella sui valori minimi necessari alla sicurezza degli operai, secondo la quale il valore dell'illuminazione non dovrebbe scendere al disotto di 5 lux (per lavori molto grossolani) ed al disotto di 10, 20, 40 e 80 lux rispettivamente per lavori grossolani, medi, fini e richiedenti una particolare acuità visiva. *G. Co.*

A. Dresler e W. Arndt — **Il problema dell'illuminazione con l'introduzione del concetto dell'illuminazione spaziale.** (Licht und Lampe, 2 e 30 ottobre, 13 novembre 1930, pagine 997, 1092, 1142).

Secondo gli AA. si può essere indotti ad errori giudicando l'illuminazione di un locale in base al valore dell'illuminazione sul piano utile. Con l'introduzione del concetto dell'illuminazione spaziale (illuminazione sulla superficie di una sfera) si ha un'idea, oltre che dell'intensità, della diffusione dell'illuminazione, espressa dal rapporto fra l'illuminazione prodotta dalle sorgenti primarie e l'illuminazione prodotta dalle sorgenti secondarie. Sono esposti i principi della nuova teoria e si danno le formule ed i diagrammi necessari al calcolo delle illuminazioni spaziali medie primaria (Em_{pr}) e secondaria (Em_{sec}).

Fra l'altro è da notare che, secondo la nuova teoria, si ha una buona diffusione, quando: $0,4 < \dfrac{Em_{pr}}{Em_{sec}} < 1,8$ e si ha assenza di abbagliamento, allorchè (indicando con F il flusso luminoso, con S la superficie generale — in m² — dei piani delimitanti il locale e con ρ_m il coefficiente di riflessione medio del locale) si verifica che l'illuminazione massima, in lux spaziali, è:

$$E_{max} \leq 16.000 \sqrt[3]{\frac{F}{S} \cdot \frac{\rho_m}{1-\rho_m}}$$

Infine si fanno alcuni esempi pratici ed è riportata la discussione cui ha dato luogo l'esposizione di tale teoria. *G. Co.*

IMPIANTI.

F. Niethammer — **Collegamento delle reti elettriche e regolazione.** (V. D. I., 1931, 7 marzo, N. 10, pagg. 289-294, figg. 13).

L'A. si occupa in primo luogo del collegamento di reti ad uguale frequenza, esamina i vantaggi che si hanno per il miglior sfruttamento degli impianti, e si occupa più particolarmente dei provvedimenti opportuni per fronteggiare le conseguenze dei guasti. Coll'estendersi dei collegamenti diventa sempre più importante il potere isolare immediatamente i soli elementi colpiti dai guasti, ma col crescere delle potenze in giuoco, si giunge, in caso di corto circuito, a potenze transitorie dell'ordine perfino di 10.000.000 di kVA, e permanenti di 2.000.000 di kVA, che nessun interruttore può sopportare.

Si ricorre quindi a regolatori rapidi di corto circuito che, agendo su l'eccitazione dei generatori, riducono la corrente erogata a valori sopportabili senza pericolo dagli interruttori che devono mettere fuori servizio la parte guasta. Occorre avere un'eccitazione rapida per poter riportare a regime le macchine sane, prima che l'abbassamento generale di tensione le faccia uscire di passo. Uno schema illustra come tale eccitazione si possa ottenere, oltrechè con regolatori rapidi di tensione, specie nel caso di condensatori sincroni, anche mettendo nel circuito di campo una tensione proporzionale a quella della rete, ottenuta con convertitore, in opposizione ad una tensione d'eccitazione costante. Riguardo alla regolazione del fattore di potenza, l'A. esamina i vantaggi di maggior stabilità e minor corrente di corto circuito, che gli asincroni uniti a macchine Scherbius presentano sui sincroni, e dà schemi di tali istallazioni.

L'estendersi dei collegamenti ha portato allo studio fin d'ora linee di 500 e 600 kV; ma con quest'ordine di tensioni sono da tenersi presenti i numerosi vantaggi che presenterebbe la possibilità di effettuare tali trasporti a corrente continua.

Circa il collegamento di reti a diversa frequenza, l'A. si occupa soprattutto dell'accoppiamento di reti industriali con reti ferroviarie. Dopo esame (specie per quanto riguarda l'attutimento delle oscillazioni di frequenza delle reti ferroviarie), delle varie soluzioni possibili — sincrono-sincrono, macchina asincrona usata come trasformatore di frequenza, sincrono-asincrono con regolazione reostatica dello scorrimento, asincrono-asincrono pure con regolazione reostatica— l'A. conclude a favore dell'accoppiamento generatore sincrono-motore asincrono con macchina Scherbius, e analizza parecchi tipi di impianti esistenti tra cui quello di Mezzocorona.

La regolazione più completa si ottiene iniettando nel rotore dell'asincrono tre componenti di f.e.m. alla frequenza di scorrimento: una in fase ed indipendente dallo scorrimento con cui si regola la velocità del gruppo e si ripara alle oscillazioni di frequenza, una in fase e dipendente dallo scorrimento, che agisce sullo scambio di potenza attiva, ed infine una componente in quadratura colla f.e.m. indotta nel rotore, che governa la potenza reattiva e la tensione della rete industriale.

Quando la rete ferroviaria non ha centrali proprie, i gruppi nelle stazioni di collegamento devono essere regolati in modo da dare fino al massimo della potenza prevista con la minima oscillazione di frequenza; se la ferrovia ha centrali proprie di base, i regolatori dei gruppi convertitori devono far iniziare l'erogazione di potenza solo quando la frequenza scende al di sotto di un certo limite; se le centrali indipendenti dal sistema ferroviario sono di punta, la regolazione delle stazioni di conversione deve essere fatta in modo da dare fino ad un massimo di potenza con la minima oscillazione di frequenza. *S. S.*

Philip Sporn — **Quadri in miniatura.** (J. A. I. E. E., novembre 1930, p. 949).

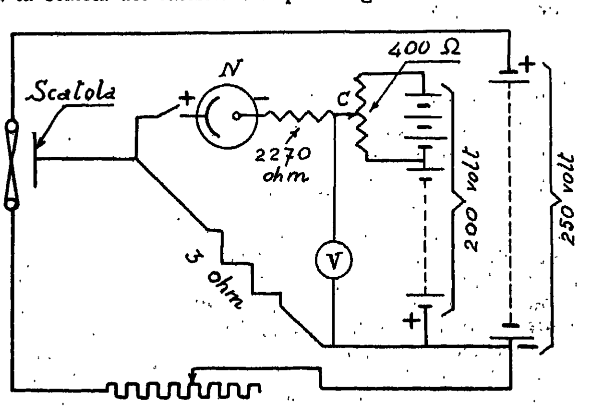
L'A. rileva come nei grandi impianti moderni il moltiplicarsi degli istrumenti e degli apparecchi necessari alla sorveglianza e al controllo, abbia avuto per conseguenza un continuo aumento delle dimensioni dei quadri di comando i quali sono diventati così vasti e composti di così numerosi pannelli che riescono difficilmente visibili dall'operatore centrale. Il progresso nella costruzione dei quadri non ha seguito nel suo ritmo vertiginoso quello del macchinario e delle altre parti degli impianti elettrici.

La soluzione moderna delle difficoltà sta nella adozione dei nuovi tipi di quadri di dimensioni ridottissime e dei tipi di apparecchi, pure piccolissimi appositamente costruiti per essi. L'A. ricorda le modalità costruttive principali di questi «quadri miniatura» e l'adozione delle segnalazioni luminose per aumentare la sicurezza delle operazioni di manovra, nonchè la semplificazione degli organi stessi di manovra mediante l'adozione di comando a relais. Fra i vantaggi di questi tipi di quadri, l'A. ricorda la grande compattezza di costruzione e la facilità di montaggio, il risparmio di spazio, la maggior facilità di manovra, la maggiore agevolezza di sorveglianza, e anche l'eleganza dell'aspetto. *R. S. N.*

MISURE.

P. D. Morgan, H. W. Baxter — **La rivelazione degli archi temporanei nei fusibili chiusi in tubo metallico.** (J. I. E. E., Londra, dicembre 1930, pag. 95).

E' noto che i fusibili protetti con una scatola metallica possono dar luogo a degli archi di brevissima durata verso la scatola quando il fusibile fonde; gli AA. hanno studiato un mezzo molto economico per mettere in evidenza il fenomeno, basato sull'uso di una valvola al neon. Questa valvola ha la proprietà di mantenersi accesa anche quando la sovratensione che ha adescato la scarica nella valvola si è annullata; essa viene perciò inserita in parallelo con una resistenza collegata fra la scatola del fusibile e il polo negativo della batteria di



alimentazione. Il dispositivo permette di apprezzare delle correnti comprese fra 15 e 20 ampere e della durata di 1 millesimo di secondo; la posizione del cursore C viene stabilita in modo da applicare fra gli elettrodi della lampada N una d.d.p. di 1 volt minore di quella necessaria per adescare la scarica, così questa si produce appena circola una corrente di almeno 1 ampere nella resistenza di 3 ohm. Se la lampada al neon riceve luce diffusa la tensione di adescamento della scarica risulta del 0,5 % minore che al buio; ma con una illuminazione di 130 lux e una durata dell'arco di 0,001 secondi, la sovratensione necessaria per produrre la scarica è circa la metà di quella che occorrerebbe al buio. Si è quindi messa la lampada in una speciale custodia in cui può essere esposta ad una illuminazione regolabile. Un aumento della temperatura della valvola

da 20 a 40° C fa aumentare anche del triplo il valore minimo della sovratensione che adesca la scarica.

Più importante è l'influenza della durata dell'onda di sovratensione sulla tensione di scarica; questa ricerca è stata condotta con l'aiuto di un oscillografo in modo da determinare tanto la durata quanto l'ampiezza dell'onda di tensione. La tensione di scarica è ad es. di 50 volt quando la durata è di 0,0005 sec e di soli 2 volt quando la durata è di 0,008 sec. Per una durata della sovratensione di 0,001 secondi basta che il valore massimo sia di 30 volt ciò che corrisponde ad una corrente di 10 ampere nella resistenza di 3 ohm detta sopra. Questo dispositivo non permette di dedurre il valore della corrente nell'arco ma ne apprezza l'esistenza quando è di intensità maggiore di 10 ampere, ciò che in pratica è già sufficiente. Prima di adoperare la lampada conviene farla funzionare per circa 10 minuti avanti di inserirla in circuito, così il suo funzionamento diventa più stabile e più sicuro; la taratura della valvola si mantiene inalterata per circa 200 prove. Una lampada avente le caratteristiche dette sopra costa di solito meno di 100 lire. *I. L.*

P. De La Gorge — **Realizzazione di una resistenza per le altissime tensioni.** (Génie Civil, 17 gennaio 1931, pag. 68, fig. 1).

Nelle resistenze destinate alle misure di altissime tensioni, quand'anche si sia realizzata una perfetta compensazione dell'effetto capacitivo ed induttivo di ogni singola bobina avvolta in doppio, si ha sempre l'effetto della capacità tra la resistenza e la terra, che può portare a sfasamenti dell'ordine di un grado, a cinquanta periodi.

In una resistenza usata nel Laboratorio centrale di elettricità in Francia, si è posto riparo a tale inconveniente costruendo la resistenza di misura con bobine anulari sovrapposte in modo da formare un cilindro; altre bobine di diametro maggiore, disposte secondo un cilindro coassiale ed esterno al precedente, costituiscono una resistenza di guardia; un capo di questa resistenza è collegato all'alta tensione, unitamente ad un capo della resistenza di misura, l'altro estremo di questa è collegato alla terra attraverso gli strumenti di misura, mentre la resistenza di guardia è posta a terra direttamente.

Le cose sono disposte in modo che tra punti della superficie esterna della resistenza di misura e di quella interna della resistenza di guardia non si abbia differenza di potenziale, con che ogni corrente di capacità viene eliminata dal circuito di misura. Tutto l'insieme è immerso in olio per evitare gli effluvi e dissipare il calore prodotto dall'effetto Joule. *S. S.*

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

A. M. Rossman — **Un nuovo sistema di regolazione della velocità per i motori a corrente alternata.** (J. A. I. E. E., novembre 1930, pag. 930).

Il motore che deve subire la regolazione di velocità è un motore sincrono o a induzione, a velocità costante, ma di costruzione speciale perchè, oltre al rotore, è mobile anche la carcassa del motore la quale è, a sua volta montata su appositi supporti. Essa è connessa meccanicamente con una macchina a corrente continua in modo che può muovere quella o essere mossa da essa. La macchina a corrente continua, in derivazione ma con eccitazione indipendente, è a sua volta connessa elettricamente, mediante un apposito gruppo di conversione motore-dinamo alla sorgente di corrente alternata che alimenta il motore principale da regolare.

La macchina a corrente continua può essere fatta funzionare come motore, in modo che faccia ruotare la carcassa del motore principale nello stesso senso del rotor e in tal caso la velocità dell'albero del motore risulta eguale alla somma della velocità normale del rotore più la velocità della carcassa. Si può invece fare in modo che la carcassa del motore ruoti in direzione opposta a quella del rotore, comandando così la macchina a corrente continua che funziona allora da dinamo e restituisce energia, attraverso il gruppo convertitore, alla rete a corrente alternata; in questo caso la velocità dell'albero del motore principale è la differenza fra la velocità normale del rotor e quella della carcassa. La direzione di rotazione e la velocità della macchina a corrente continua si stabilisce mantenendone costante l'eccitazione e variando la tensione applicata ai morsetti dell'armatura da parte della dinamo del gruppo convertitore per mezzo di un reostato inserito nel circuito di campo.

Il dispositivo è stato specialmente applicato pel comando di ventilatori dimostrandosi più semplice e meno costoso di altri sistemi noti e avendo minore consumo di energia. Esso è però suscettibile di molte altre applicazioni. *R. S. N.*

RADIOTECNICA.

E. G. Watts — **Considerazioni sul progetto di una supereterodina.** (Proc. I. R. E., Vol. 18, N. 4, aprile 1930, pag. 690).

La caratteristica uniformità nella selettività e nell'amplificazione su tutta la gamma di sintonia, avvicina sotto questo aspetto la supereterodina al tipo di ricevitore ideale. Nonostante la necessità di tubi e di parti che non cooperano direttamente all'amplificazione, è certo tuttavia che una supereterodina ben progettata può essere costruita con minore materiale e in minore spazio di un altro tipo di ricevitore che abbia le stesse caratteristiche.

L'inconveniente principale della supereterodina, la così detta doppia ricezione, può essere eliminato filtrando il segnale in arrivo, prima del cambiamento di frequenza, mediante due circuiti sintonizzati, ed usando una frequenza intermedia non inferiore a 150 kc/s. L'uso di una frequenza intermedia molto più alta (400 ÷ 500 kc/s) non porterebbe seri vantaggi, mentre diminuirebbe troppo la selettività. In tal modo si rende completamente inudibile la modulazione della stazione disturbatrice. Più difficile è eliminare il fischio, dovuto alla differenza dei battimenti dell'oscillatore con la portante della stazione che si riceve e con quella della disturbatrice. L'A. sostiene essere conveniente che la frequenza intermedia abbia un valore numerico terminante per 2,5 o 7,5, espresso in kc/s, se è di 10 kc/s, l'intervallo di due stazioni trasmittenti contigue del servizio di radiodiffusione. Così il fischio ha una frequenza di circa 5000 c/s e sarà perciò più debole, causa la minore amplificazione delle alte frequenze di modulazione per parte del ricevitore. [Tuttavia un buon ricevitore dovrebbe dare un'attenuazione non maggiore del 50 % per la frequenza di 5000 c/s, ed è quindi discutibile il provvedimento suggerito dall'A. Se invece la frequenza intermedia fosse multipla dell'intervallo fra due stazioni contigue, il disturbo avrebbe una frequenza prossima a zero e darebbe forse meno noia. - *N. d. R.*].

Altro punto da curare nella supereterodina è la costanza della tensione fornita dall'oscillatore al primo tubo rivelatore (impropriamente detto modulatore), al variare della frequenza dell'oscillatore stesso. Si ha notevole vantaggio nell'usare la polarizzazione automatica di griglia per il rivelatore.

Non è difficile realizzare il comando unico dei condensatori dell'oscillatore e dei circuiti sintonizzati ad alta frequenza. *M. B.*

V. M. Graham e B. Olney — **Controllo tecnico della produzione dei radioricevitori.** (Proc. I. R. E., Vol. 18, N. 8, agosto 1930, pag. 1351).

Descrizione dei metodi di controllo adottati presso la Stromberg-Carlson. Le singole parti usate nella costruzione dei ricevitori prima di essere sistemate sono sottoposte ad accurata verifica: come esempio sono citati un apparecchio per la ricerca delle spire in corto circuito delle bobine, ed uno per controllare l'uniformità dei condensatori variabili. Così pure ogni altoparlante è provato mediante microfono elettrostatico. I ricevitori ultimati sono tutti sottoposti a prove sommarie di sensibilità, selettività e fedeltà, mentre un certo numero di essi viene prelevato per essere sottoposto a prove più complete e accurate. *M. B.*

E. Sibley — **Comunicazioni radio per l'aeronautica.** (J. A. I. E. E., novembre 1930, pag. 918).

L'A. riferisce circa i servizi radio che sono in uso o in progetto negli Stati Uniti nei riguardi della navigazione aerea. I competenti uffici governativi stanno impiantando una completa rete di stazioni trasmettenti delle quali circa 70 addette al servizio metereologico e circa 110 destinate a guidare le rotte; attualmente sono in servizio 39 stazioni del primo tipo e 14 del secondo tipo; le altre sono in via di rapida attuazione. Il servizio meteorologico è stabilito in modo che ogni tre ore ciascuna stazione trasmetta un completo bollettino metereologico che riguarda la particolare rotta su cui si trova, per una lunghezza di 160 km lungo la essa. Queste stazioni sono coordinate con quelle di rotta le quali interrompono al momento opportuno la loro trasmissione per far posto a quella del bollettino metereologico. Inoltre ogni quarto d'ora viene pure trasmesso un breve rapporto metereologico. Le trasmissioni avvengono in modo che l'aviatore a bordo può ricevere sia i segnali direttivi sia le notizie metereologiche senza compiere alcuna manovra sul suo apparecchio ricevente.

Inoltre è previsto il servizio corrente radiotelefonico da terra agli aeromobili da passeggeri e viceversa; a questo scopo sono state riservate tre bande speciali di frequenza.

Eperienze e studi sono in corso per stabilire un comodo e sicuro sistema di segnalazioni per rendere possibile l'atterraggio di apparecchi anche in caso di visibiltà nulla. *R. S. N.*

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

Roy B. Ashbrook, F. B. Doolittle — **La rete di comunicazioni della South-Calif. Edison Co.** (J. A. I. E. E., novembre 1930, pag. 905).

Messa in evidenza l'importanza grandissima dei sistemi di comunicazione fra le diverse parti di una vasta rete elettrica, gli AA. descrivono quella della South. Calif. Edison Co., che è estesissima comprendendo circa 10.000 chilometri di linee, 650 km di cavi e 1400 telefoni, rappresentando un investimento di oltre due milioni e mezzo di dollari.

I telefoni devono essere protetti con dispositivi di sicurezza i quali devono essere capaci di resistere senza sfasciarsi nel caso di scariche derivanti da accidentali contatti fra le linee di energia e linea telefonica, e devono poter sopportare le correnti che possono manifestarsi per effetti induttivi nel caso di guasti nelle linee di energia. A tale scopo è stato costruito un apparecchio speciale detto « Serjdetour » il quale è capace di sostenere la scarica derivante da un contatto della linea telefonica con quella di energia senza altro inconveniente che la fusione e la saldatura di elettrodi; se ciò avviene, basta manovrare quattro viti per poter facilmente sostituire gli elettrodi con altri nuovi e così rimettere l'apparecchio di nuovo in condizioni di funzionare. Il « serjdetour » è essenzialmente costituito da tre gruppi di due elettrodi ciascuno, connessi rispettivamente fra ciascun

filo e la terra e fra i due fili; gli elettrodi sono formati da cilindretti di rame contenuti in blocchetti di acciaio, e lasciano un piccolo intervallo di scarica, regolabile, fra le facce opposte argentate, rese lucidissime e mantenute perfettamente parallele fra loro. L'apparecchio ha dato ottimi risultati.

Sulle linee a 220 kV si fa uso anche del sistema a onde convogliate. Molte notizie generali sono date sulla rete telefonica e gli apparecchi connessi. *R. S. N.*

TRASFORMATORI.

H. PETRACK, G. STEIN — **Distribuzione delle correnti e perdite nelle reti trifasi con carico monofase.** (E. u. M., N. 46, 15 novembre 1930).

Sulla scorta di alcuni esempi, e con una dimostrazione di carattere generale, gli AA. provano che le perdite causate da un carico monofase in una rete trifase sono indipendenti dai collegamenti del trasformatore trifase-monofase impiegato. *V. D. Ma.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

E. HANSSON — **La protezione contro le fulminazioni dal punto di vista della Società esercente.** (J. A. I. E. E., novembre 1930, pag. 901).

Viene riferito circa l'esperienza fatta dalla Pennsylvania Water and Power Co., la quale installò nel 1910 le sue prime linee a 66.000 volt, con terne disposte in un piano verticale. L'A. espone gli studi, le esperienze, gli insucessi e i progressivi miglioramenti che da quell'anno in poi gradatamente condussero a migliorare grandemente la sicurezza di esercizio delle linee nei riguardi delle sovratensioni.

Nel 1924, quando l'isolamento delle linee fu portato ad un grado molto soddisfacente cominciarono viceversa a verificarsi gli inconvenienti sui trasformatori installati all'estremità delle linee stesse. Si ricorse allora a ridurre il grado di isolamento delle linee nei pressi delle centrali e delle cabine; successivamente si installarono in quei punti degli scaricatori che si dimostrarono molto efficaci tanto che il loro uso fu esteso a tutte le cabine e a tutti i trasformatori

Buoni risultati sono stati ottenuti con uno scaricatore costituito da due piatti affacciati, coi bordi rivoltati indietro, e messi in serie con una valvola fusibile, la cui sostituzione dopo bruciatura avviene automaticamente.

Confrontando il comportamento delle diverse terne in parallelo sulla stessa linea e perciò in identiche condizioni, l'A. arriva alle seguenti conclusioni. Il modo più sicuro per migliorare l'esercizio di una linea è quello di aumentare l'isolamento: vi è però un limite economico dipendente dalla maggiore spesa per le palificazioni. Il filo di terra è utile ma in proporzioni molto variabili da caso a caso, a seconda della possibilità di assicurare una messa a terra efficace. Gli scaricatori sono utili per proteggere gli apparecchi ma è necessario che ci sia un largo margine fra la tensione di scarica e il grado di isolamento del trasformatore che si vuol proteggere. *R. S. N.*

K. DOHRN — **Scambi internazionali di energia elettrica.** (E. T. Z., N. 47 del 20 novembre 1930, pag. 1607).

Si può calcolare che oggi nel mondo l'1 % dell'energia elettrica prodotta è oggetto di scambio internazionale: gli Stati interessati sono in Europa la Svizzera, l'Italia, l'Austria, la Germania e la Francia.

La Svizzera esporta il 28 % della sua produzione di energia elettrica specialmente in Germania ed in Italia: il controllo dell esportazione di energia elettrica in Svizzera è demandato ad una speciale Commissione, la quale concede il permesso di esportare solo dopo aver constatato che l'energia ceduta eccede i bisogni del paese.

Un altro paese, che si avvia ad essere forte esportatore di energia elettrica, a cagione della sua ricchezza di risorse idroelettriche, è l'Austria. Anche qui i permessi di esportazione son concessi da una speciale Commissione all'uopo costituita.

La Germania invece importa ed esporta contemporaneamente energia elettrica; l'importazione supera però l'esportazione.

Anche in America si ha un forte scambio di energia elettrica tra Stati Uniti e Canadà: questo territorio è ricco di risorse idroelettriche e scarso di popolazione e può perciò convenientemente cedere agli Stati Uniti il sovrappiù di produzione di energia elettrica.

E' ora in progetto lo sfruttamento in grande scala delle enormi risorse idroelettriche della Scandinavia: l'esportazione dovrebbe avvenire in tutta Europa per mezzo di una rete internazionale ad altissima tensione, di cui è stato fatto cenno anche all'ultimo Congresso dell'energia mondiale di Berlino. *T. S.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

N. KOTSCHUBEY — **Sottostazioni ambulanti con raddrizzatori a vapore di mercurio.** (Revue Brown Boveri, N. 12, dicembre 1930).

L'impiego delle sottostazioni ambulanti di conversione è particolarmente raccomandabile nelle reti tranviarie urbane o suburbane, per le quali, verificandosi spesso condizioni di carico gravose in una determinata parte della rete, la possibilità di sussidiare le sottostazioni fisse, alimentanti la zona molto caricata, con un'impianto mobile comporta a realizzare una economia negli impianti.

Basandosi su questi criteri, l'Azienda Tranviaria della Città di Calgary nel Canadà ha messo in servizio una sottostazione ambulante, con raddrizzatori a vapori di mercurio, capace di fornire una potenza di 600 kW a 550 V, destinata a funzionare in parallelo con altre sottostazioni fisse equipaggiate con commutatrici e raddrizzatori. Il raddrizzatore è di costruzione normale Brown Boveri ed è fissato sopra un telaio con isolatore in porcellana: il suo equilibrio è assicurato da sei tiranti che lo collegano al telaio stesso. Quest'ultimo è poi collegato ad un altro telaio fisso mediante un sistema di molle che consentono lo spostamento relativo dei due telai ed equilibrano il sistema durante la marcia del carro.

Il cilindro e la pompa a mercurio relativa sono raffreddati mediante acqua distillata circolante in ciclo chiuso, che attraversa un refrigerante ad alette.

L'equipaggiamento della sottostazione comprende: un interruttore tripolare in olio con comando a motore, un trasformatore ausiliario, il trasformatore principale, il raddrizzatore esafase, un quadro, il gruppo refrigerante, un dispositivo di accensione ed eccitazione a corrente alternata, l'apparecchiatura a corrente continua ed un filtro per l'eliminazione delle armoniche dell'onda di tensione raddrizzata.

Il servizio dell'impianto è completamente automatico ed il gruppo è messo in o fuori servizio da un interruttore orario a contatti. Durante il servizio, il funzionamento del gruppo è controllato da un apparecchio a servomotore che provvede alla reinserzione multipla degli automatici scattati per sovraccarico o cortocircuito, eseguisce i comandi trasmessi a distanza e segnala esentuali perturbazioni in un posto di controllo.

Un'apparecchiatura analoga assicura il buon funzionamento del gruppo di pompe per il vuoto e segnala, all'occorrenza, i disturbi che si possono verificare nei circuiti che interessano la pompa a mercurio e quella rotativa. *V. D. Ma.*

H. C. GRIFFITH — **La messa in servizio dell'elettrificazione di una linea ferroviaria.** (J. A. I. E. E., novembre 1930, pag. 942).

L'A. descrive le modalità seguite per arrivare a mettere in regolare servizio di elettrificazione tronchi di linea ferroviaria fra Philadelphia e Trenton, e Philadelphia e Norristown. L'operazione era delicata essendovi urgenza di iniziare il servizio di trazione elettrica, ciò che costrinse a sovrvapporre in parte al periodo di costruzione quello delle verifiche e delle prove sotto tensione.

Fu studiato a questo proposito un piano di operazione accuratamente preparato, di cui l'A. fa cenno e che venne cominciato in antecedenza a tutti i capi riparto e i direttori dei lavori. Contemporaneamente si procedeva alla istruzione e all'allenamento del personale addetto ai nuovi servizi elettrici. L'esercizio dipende essenzialmente da un direttore centrale il quale ha autorità su tutto quanto riguarda gli impianti elettrici; alla sua responsabilità sono affidati gli ordini per porre rimedio agli eventuali guasti, alla messa fuori servizio di tronchi per la manutenzione, ecc. Alcune notizie sono anche date riguardo alle misure di protezione usate per il personale durante i lavori di riparazione o di manutenzione. *R. S. N.*

O. KOOB — **Progetto di ferrovie industriali a trazione elettrica.** (A. E. G. Mitteilungen, n. 9, 1930, pag. 588).

L'A., in un breve, ma denso articolo, riassume i dati necessari per il progetto di un servizio ferroviario elettrico industriale. Viene dapprima lo scartamento dal quale dipende il tipo di locomotiva e il limite della potenza motrice prevedibile; limite che l'A. indica per vari scartamenti da 450 a 1435 mm. Il profilo della rotaia determina il carico massimo ammissibile per le ruote secondo la formula approssimata:

$$P = \frac{w \cdot k_b \cdot 4}{l}$$

dove w è il momento resistente della rotaia, k_b la sollecitazione a flessione $= 1000 \div 1200$ kg/cm², ed l l'interasse medio delle traversine.

Il carico massimo delle ruote determina il peso massimo della locomotiva; quello effettivo dipende invece dallo sforzo di trazione massimo probabile. L'A. indica il sistema di calcolo di questo sforzo, indicando i valori applicabili per la resistenza in marcia, quella d'accelerazione e quella delle curve, e calcola il peso aderente necessario rispetto al peso della macchina.

Indispensabile poi per il progettista è il profilo longitudinale e un tracciato generale indicante le pendenze e le curve e le disposizioni particolari del tracciato: come schiene d'asino, passaggi stretti, ecc. Riguardo alla capacità della rete non bastano indicazioni generali come la tara e il numero dei vagoni da manovrare nella giornata, ma occorrono indicazioni precise sulla natura del traffico in modo che il progettista possa orientarsi su tutte le manovre che la locomotiva deve eseguire, e determinare le tonn/km in modo da poter scegliere con precisione il tipo più adatto. La capacità della rete non deve essere determinata solo approssimativamente giacchè è facile cadere in errori molto gravi. Il lavoro delle locomotive sarà naturalmente tanto più economico quanto più il traffico sarà uniforme durante il servizio.

Per completare il progetto è poi necessaria l'indicazione della tensione trifase disponibile per elaborare la sottostazione di trasformazione e una carta a grande scala indicante gli edifici utilizzabili per l'ancoraggio dei fili aerei per poter eseguire il progetto e il preventivo della linea aerea di contatto. *A. Bs.*

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

Il parafulmine «corona» a camera di ionizzazione viene descritto in R. G. E., del 20 settembre 1930, pag. 441, da Frank che mette in evidenza l'influenza dei sali radioattivi sull'estinzione dell'arco. Elemento caratteristico dell'apparecchio è la camera di ionizzazione in cui si favorisce il passaggio della scarica a terra introducendo dischi metallici convenientemente spaziati e ricoperti da sali radioattivi, realizzando artificialmente un «effetto corona». *G. Cc.*

APPLICAZIONI VARIE.

Alcuni tipi di *installazioni di motori elettrici per il comando dei compressori* sono descritti in *The El. J.*, (gennaio 1931, pag. 55). I compressori per ammoniaca che hanno una velocità media di 350 giri/1' sono accoppiati con motori sincroni veloci quando la potenza è maggiore di 55 kW e con motori asincroni quando la potenza è inferiore al limite detto; il collegamento può essere fatto o con cinghia di cuoio oppure con cinghie speciali in tessuto gommato a sezione trapezia, molto flessibili e adatte per piccole distanze fra gli alberi. L'accopiamento diretto si realizza convenientemente con un motore sincrono lento avviabile anche a pieno carico come asincrono. Nei compressori per l'aria e per l'anidride carbonica a cilindri multipli si usa anche disporre il motore elettrico direttamente montato sull'albero lateralmente o più raramente fra i cilindri; un'installazione interessante è quella nella quale un solo motore comanda due compressori distinti con interposizione di giunti di disinnesto. I turbocompressori sono sempre di tipo molto veloce e si accoppiano tanto coi motori asincroni come coi sincroni; questi ultimi sono particolarmente vantaggiosi perchè la coppia all'avviamento è sempre bassa (dal 15 al 20 % del valore normale) e la coppia di sincronizzazione può essere ridotta al $40 \div 50$ % a condizione di fare l'avviamento a vuoto con la valvola di scarico chiusa.

Altri tipi di pompe rotative ad aria sono costruiti sullo stesso principio delle pompe a capsulismi per i liquidi e di quelle a settori rotanti; le prime hanno una velocità compresa fra 150 e 400 giri/1' e la potenza richiesta non supera mai i 75 kW. Le pompe a settori sono di solito più veloci. Queste pompe rotative si possono adoperare per produrre dei vuoti modesti; per ottenere dei vuoti molto più spinti quali sono necessari nei condensatori delle macchine a vapore si usano le pompe a stantuffo. La coppia all'avviamento per le pompe a stantuffo è dal 20 al 30 % della coppia massima e la coppia di sincronizzazione è dal 50 al 70 % della medesima. *I. L.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

Per l'accoppiamento in parallelo della rete trifase a bassa frequenza che alimenterà la linea di trazione Parma-Spezia delle FF. SS., con la rete industriale delle Acciaierie e Ferriere Lombarde, saranno installati *tre gruppi convertitori di frequenza* nella centrale di Pontremoli. Ciascuno di questi gruppi comprenderà: un motore sincrono a quatro poli da 75.000 kVA a $\cos \varphi = 0,67$, $462 \div 513$ giri/minuto; $3600 \div 4000$ V, $15.4 \div 17.1$ per/sec, inserito nella rete di trazione; una macchina asincrona, con numero di poli commutabile da 10 a 12, della potenza di 5500 kVA, a $\cos \varphi = 1$, $462 \div 513$ giri/min, $6000 \div 6600$ V, $47.2 \div 51.7$ per/sec, oppure $39.6 \div 43.4$ per/sec; un complesso di regolazione costituito da una macchina a collettore direttamente accoppiata e di un convertitore di frequenza che permette il funzionamento della macchina sincrona a 50 ed a 42 per/sec; un gruppo di eccitazione separato, costituito da due eccitatrici trifasi, da un motore asincrono che le comanda entrambe, da un regolatore ad induzione doppio, un regolatore di potenza ed un regolatore di fase. (*Révue Brown Boveri*, gennaio 1931). *V. D. Ma.*

IMPIANTI.

Una critica dei progetti di utilizzazione dell'energia delle maree è fatta in modo generale da T. Rich in *The Elec.* del 5 dicembre 1930, a pag. 709, basandosi sul fatto che bisogna prevedere installazioni di accumulazione dell'energia nei periodi in cui le condizioni della marea non permettono la produzione diretta. Il sistema con accumulatori di vapore e doppia trasformazione di energia, meccanica in termica e poi ancora in meccanica, avrebbe un rendimento globale troppo scarso e risulterebbe antieconomico. *G. Cc.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

I nuovi tipi di *trasformatori ad intensità costante per illuminazione* sono immersi completamente in olio e sono quindi racchiusi in un cassone metallico (*The El. J.*, gennaio 1931, pag. 52); la loro forma compatta li rende adatti per il montaggio all'aperto su palo. Il movimento verticale della bobina mobile è preferito a quello angolare perchè dà una migliore regolazione della corrente a valore costante a tutto vantaggio della durata delle lampade in circuito. A circuito aperto la bobina secondaria si appoggia su quella primaria, il peso della bobina è quasi totalmente bilanciato da un contrappeso; tutto il flusso magnetico prodotto dalla bobina primaria segue il nucleo di ferro e si concatena con la secondaria, la tensione ai morsetti di questa è massima. Chiudendo il trasformatore sul circuito delle lampade si esercita una ripulsione fra il secondario e il primario che fa allontanare le bobine, la corrente che allora circola nel secondario determina un flusso contrario a quello principale; la bobina secondaria si ferma ad una distanza tale dalla primaria da riportare la corrente al valore normale per il quale il contrappeso è stato previsto. Fra le due bobine è messa di solito una molla a spirale di bronzo fosforoso per evitare che si urtino quando il carico si interrompe bruscamente. La bobina mobile è montata su cuscinetti a sfere in modo da rendere l'apparecchio sensibile anche alle minime variazioni di corrente; la presenza dell'olio assicura inoltre un energico smorzamento ed elimina le oscillazioni della bobina quando il carico è rapidamente variabile. L'ingombro di un regolatore da 30 kW è così piccolo da permetterne la sistemazione in fori cilindrici di 76 cm di diametro; si può anche montare due regolatori uno sopra all'altro. *I. L.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Lo sviluppo mondiale delle elettrificazioni ferroviarie viene seguito dalla N.E.L.A. (National Electric Light Association) e l'*Energia El.* del gennaio 1931 riporta i dati principali dell'ultimo resoconto annuale. Esso dà un quadro molto interessante di tutte le reti del mondo ultimamente trasformate da trazione a vapore a trazione elettrica. *I. P.*

:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

Movimento delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Soc. An. per le Forze Idrauliche di Trezzo sull'Adda «Benigno Crespi» - Milano — Capitale L. 112.500.000.

Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio chiuso con un utile di L. 10.848.268 che consente di distribuire un dividendo di L. 33 per azione.

Soc. Gen. Elettrica dell'Adamello - Milano — Cap. L. 450.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio con un utile netto di L. 1.220.849 riportato a nuovo.

ELTE - Società Elettrotelefonica — Milano - Cap. L. 100.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio un un utile netto di L. 9.985.889 che consente di distribuire un dividendo del 9 %.

Soc. Nazionale per lo sviluppo delle Imprese Elettriche - Milano — Capitale L. 40.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio chiusosi con un utile netto di L. 3.439.759 che consente di distribuire un dividendo del 10 %.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Soc. Nazionale per lo sviluppo delle Imprese Elettriche — Milano.

Venne approvato l'aumento del capitale sociale da L. 40.000.000 a L. 100.000.000 mediante emissione di 240.000 nuove azioni da L. 250.

Soc. An. Forze Idrauliche Alto Cadore — Roma.

Venne deliberato l'aumento del capitale da Lire 5.000.000 a L. 10.000.000 emettendo 50.000 azioni da L. 100.

Soc. An. Fongaro e C., Conduttori Elettrici — Milano.

Aumenta il capitale da L. 10.000 a L. 1.000.000.

Soc. per le Forze Idrauliche della Liguria - Genova — Capitale L. 36.000.000.

Venne deliberato di emettere 20.000 obbligazioni al 6 % da L. 500.

Soc. Idrotermica Produzione Elettrica e Distribuzione — Milano.

Aumenta il capitale sociale da L. 10.000 a L. 400.000.

Soc. Fabbrica Isolanti Elettrici in Bakelite Giorgi e Vinci — Milano.

Venne deciso di ridurre il capitale da L. 1.250.000 a L. 800.000.

Soc. An. Lampade Elettriche Spezia — Spezia.

Riduce il capitale da L. 500.000 a L. 365.000.

Soc. An. Bordoni Imprese Elettriche Industriali — Torino.

Venne deliberato di ridurre il capitale da L. 350.000 a L. 297.500 elevandolo successivamente a L. 400.000 mediante emissione di nuove azioni.

COSTITUZIONI E SCIOGLIMENTI DI SOCIETA'.

Soc. Elettro-Agricola Mantovana — Mantova.

Venne costituita col capitale di L. 10.000.

Soc. An. Industria Radiotelefonica — Firenze.

Venne costituita col capitale di L. 100.000.

Soc. An. Iidroelettrica Sile — Treviso.

Venne deliberato lo scioglimento anticipato della Società.

Soc. Jesina di Elettricità - Jesi — *Soc. Idroelettrica Schioppo* — *Soc. Ligure Trasporti e Imprese Elettriche.*

Venne deliberata la fusione delle 3 Società mediante incorporazione delle 2 ultime nella prima.

Rassegna economica del mese di giugno.

Un piccante episodio politico-economico che ha messo in rilievo la diversità di concezione che distingue attualmente la Francia dall'Inghilterra e, si potrebbe aggiungere, dall'Italia, si è avuto a proposito della grave crisi economica attraversata dall'Austria in occasione del pericolo corso dal Credit Anstalt. Il salvataggio della grande banca nazionale austriaca non poteva avvenire se non col concorso estero. La Francia aveva colto l'occasione per offrire il suo aiuto subordinandolo però all'accettazione di certe clausole politiche che ripugnavano all'Austria.

Improvvisamente l'Inghilterra interveniva versando alla Banca nazionale austriaca la somma necessaria di 150 milioni di scellini, stroncando così il tentativo francese. In Austria l'intervento inglese è stato salutato con gioia, mentre il malumore francese è stato più che evidente. Coll'intervento inglese anche la crisi ministeriale che era stata provocata dalle richieste francesi è stata rapidamente superata col mantenimento di Schober agli Esteri.

La Francia intanto, rinunciando ad uno dei cardini della sua politica estera, ha decisamente iniziato trattative colla Russia per nuovi accordi commerciali.

Il governo russo ha emesso un prestito interno di 1600 milioni di rubli all'interesse del 10 %.

Le elezioni politiche rumene hanno dato piena vittoria al Gabinetto presieduto da Jorga il quale così viene ad avere l'autorità necessaria per affrontare il vasto piano di riforme che si considera indispensabile. Continuano intanto le trattative per l'accordo commerciale rumeno-tedesco.

La situazione nella Spagna è sempre tumultuaria e confusa per lo sgretolarsi dei partiti e i dissidi in seno allo stesso Gabinetto. Le elezioni per le Cortes hanno dato luogo a episodi sanguinosi. Si annuncia che la Banca di Francia appoggerà la nuova repubblica colla concessione a favorevoli condizioni di un credito destinato alla difesa della peseta, dietro deposito di una quantità d'oro corrispondente.

Anche in Bulgaria la situazione politica è piuttosto incerta dopo l'esito delle elezioni. In Ungheria invece le elezioni hanno segnato una netta vittoria pel Governo del Conte Bethlen.

Una grandiosa operazione finanziaria è stata eseguita agli Stati Uniti colla emissione di un prestito di 800 milioni di dollari, pari a 15 miliardi di lire. Il prestito è stato coperto più volte.

*

Il mondo politico e finanziario europeo è stato messo a soqquadro da una iniziativa del Presidente Hoover, che ha costituito un vero colpo di scena nella questione delle riparazioni e dei debiti.

Non è qui certo il caso di rifare la storia della *vexata quaestio,* storia che è ben presente alla mente di tutti coloro che da presso o da lontano seguirono le vicende politiche ed economiche dei nostri tempi. La impossibilità pratica, inequivocabile ed evidente, di proseguire il programma massimo stabilito all'atto della conclusione della pace per quanto riguarda il pagamento delle riparazioni da parte della Germania, ha portato prima della conclusione del così detto Patto Dawes; successivamente, apparso insostenibile anche questo, lo si sostituì col Piano Young, che parve dover essere l'ultima parola in proposito. Intanto si sistemavano, consolidandoli, i debiti di guerra fra gli ex-alleati.

Ma a poco a poco anche il Piano Young si andò dimostrando insostenibile. Da prima velatamente, poi sempre più in modo chiaro e deciso la Germania cominciò a lanciare appelli di soccorso, segnalando l'onere eccessivo a cui era sottoposta, preavvisando la rovina della sua economia e il crollo di tutto il suo organismo finanziario. Le sue proteste furono da qualche parte accolte con molto scetticismo ma i fatti si incaricarono di dimostrarne di giorno in giorno l'attendibilità. La depressione economica tedesca prendeva proporzioni gravissime e trascinava con sè alla crescente rovina la già pericolante economia austriaca. Col malessere economico si sommava l'inquietudine politica, e l'aumentarsi delle tendenze nazionaliste estreme.

La situazione si era andata facendo così grave che da molte parti si ritornava su una idea, già sostenuta a suo tempo dall'Italia, ma non voluta allora accettare, di arrivare ad una revisione complessiva del sistema economico creato sulla base delle riparazioni e dei debiti dando una passata di spugna sulle une e sugli altri, cancellando queste propaggini della guerra che infestavano tutta l'economia di pace.

Tutto questo è storia di ieri ed è ben nota. Ma è noto altresì che un ostacolo insormontabile si opponeva all'attuazione di un simile programma cioè la condotta dell'America, che come creditrice generale era arbitra della situazione. A più riprese l'America aveva nettamente rifiutato di ammettere qualunque connessione fra la questione dei debiti e quella delle riparazioni tedesche, e ad ogni tentativo di approcio e ad ogni invito più o meno ufficioso aveva costantemente opposto una decisa ripulsa. L'atteggiamento americano si era fatto anche più egoistico dopo l'avvento della grande crisi industriale che aveva colpito duramente la sua economia.

Questo assentarsi dell'America dal mondo economico europeo e questo suo astrarsi dalla realtà economica del momento erano arrivati a tal punto da sembrare non solo illogici ed illegittimi ma nettamente contrastanti coi suoi veri e più diretti interessi. Era nato così uno stato di pessimismo e quasi di fatalismo pel quale si era rinunciato a guardare all'occidente come ad una possibile fonte di salvezza e si tendeva a considerare l'economia europea chiusa in se stessa con tutti i suoi pericoli e con le sue scarse possibilità di salvezza.

Non erano per verità mancate anche in America voci autorevoli ad invocare una più larga considerazione delle cose e ad avvertire il pericolo prossimo e grave di un prolungarsi della situazione per tutta l'economia mondiale e quindi anche per l'America che avrebbe visto chiudersi, col fallimento dell'Europa, il suo più ricco mercato. Ma erano rimaste voci isolate e senza seguito, alle quali era sempre giunta, come unica risposta, una secca smentita da fonte ufficiale.

Intanto la situazione in Europa precipitava. L'Austria si portava sull'orlo del crollo economico e il suo salvataggio avveniva, come si è detto, all'ultimo momento mediante un precipitato intervento inglese. La Germania vedeva la sua disoccupazione aumentare a proporzioni inverosimili, il bilancio statale presentare disavanzi colossali, la pressione tributaria salire a valori insostenibili. Il suo collasso finanziario si presentava ormai inevitabile, a breve scadenza di mesi, forse di settimane.

L'Inghilterra preoccupatissima della situazione correva ai ripari. Si arrivava così a quei colloqui di Chequers che tanto malumore suscitarono in Francia, e nei quali i Ministri tedeschi Bruning e Curtius si intrattennero con Mac Donald e Henderson illustrando le necessità della Germania e discutendo le misure per mettervi riparo.

Come risultato di tali colloqui venne nuovamente affermata la necessità di un cordiale spirito di collaborazione internazionale per arrivare ad una soluzione delle presenti difficoltà. Sebbene non chiaramente dichiarato, si è fatto intendere che era stata considerata la opportunità di una revisione del Piano Young che permettesse un più largo respiro alla Germania.

Ma le possibilità di soluzione, finchè si rimaneva chiusi nella cerchia dell'economia europea erano troppo limitate per arrivare ad una soluzione concreta e soddisfacente.

E infatti il risultato dei colloqui dei Chequers minacciava di restare piuttosto platonico e formale, e non arrivava a soddisfare alcuno. In Germania il malcontento rimaneva vivissimo poichè la gravità della situazione e l'imminenza della crisi facevano sentire la necessità prescindibile di un aiuto concreto immediato.

In Francia d'altra parte si suscitava una forte inquietudine ed una agitazione manifesta poichè si temeva che la Germania riuscisse a trarre dalla sua l'Inghilterra preparando l'evoluzione di una nuova sistemazione a tutto danno dei fortissimi crediti vantati dalla Francia. Si correva in qualche modo ai ripari progettando una replica dei Chequers, cioè parlando di futuri eventuali ritrovi di personalità francesi e tedesche per esaminare la situazione economica e studiarne le possibilità: il che era quanto dire rimandare alle calende greche ogni serio tentativo di sistemazione.

Intanto in Germania si ripetevano le manifestazioni di nazionalisti estremi che riuscivano a fare una sempre più grande propaganda nella popolazione esasperata dalla depressione economica. La riunione degli Elmetti di acciaio a Breslavia dava luogo ad una parata grandiosa degna replica di quella Colonia dello scorso anno, e sintomo evidente dello stato d'animo tedesco.

Il fallimento della progettata unione doganale coll'Austria, respinta a Ginevra e rimandata all'esame della Corte dell'Aia, era, più o meno giustificatamente, citato dal Governo tedesco come un ultimo colpo portato ad un disperato tentativo di salvataggio e gli dava motivo di ripetere le sue profezie di sventura e i suoi appelli di allarme.

Tutti si attendevano ormai come imminente la domanda da parte della Germania di una moratoria nel pagamento delle riparazioni, moratoria prevista, come è noto, dal Piano Young. Ma tale richiesta non giungeva perchè la Germania affermava che tale misura sarebbe stata insufficiente e non avrebbe valso a fermare l'economia tedesca sulla china rovinosa sulla quale oramai era stata portata.

Si affermava recisamente il dilemma: o rovina completa della Germania, con tutte le sue gravissime conseguenze per l'economia europea, o provvedimenti immediati di larghissima portata che valessero a raddrizzare il corso degli eventi mediante un intervento esterno poichè ogni risorsa interna era riuscita vana.

*

Le cose erano a questo punto, gravissimo e pericoloso, quando si sparse la notizia che il Ministro del Tesoro americano, A. Mellon, si recava in Europa per affari privati. La notizia suscitò subito il più alto interesse poichè si intravide immediatamente che sotto il pretesto degli affari privati si nascondeva una missione che non poteva non avere uno stretto legame colla situazione europea. L'alta personalità scelta per tale missione dava la prova della serietà colla quale il Governo di Washington aveva preso in considerazione la cosa.

Infatti il Ministro americano, recatosi immediatamente a Londra e poi in altre capitali europee, svolse subito una vasta attività prendendo contatto con molte personalità politiche e della finanza.

Pochi giorni dopo giungeva in Europa anche il Ministro degli Esteri americano, Stimson, il quale pure prendeva subito contatto coi Ministri delle principali nazioni di Europa. Intanto cominciavano a correre delle voci circa un nuovo atteggiamento assunto dal Presidente Hoover nei riguardi della situazione europea. I capi della opposizione al Senato americano facevano delle dichiarazioni assolutamente contrastanti cogli intendimenti manifestati fino allora, dando ad intendere che avrebbero potuto prendere in benevola considerazione una iniziativa americana a favore degli Stati europei angustiati dalla grave crisi attuale.

L'America deve insomma l'impressione di avere improvvisamente veduto la situazione generale, per la prima volta, sotto la sua vera

luce. Quanto a ciò abbiano contribuito i rapporti mandati a Washington dall'ambasciatore americano a Berlino, quanto le ripercussioni della crisi industriale e la restrizione delle esportazioni in Europa causata dalla diminuita capacità di acquisto delle nazioni del vecchio mondo, quanto finalmente l'opera assidua ed accorta svolta in tutte le occasioni da molte personalità politiche e finanziarie europee e spesso anche italiane, è difficile dire. Certo è che in tutti rimase l'impressione di un improvviso cambiamento di rotta nell'atteggiamento americano e di una nuova impostazione mentale nel considerare le cose.

Tutto ciò aveva preparato gli animi all'annuncio di un intervento imminente, in una forma o nell'altra, da parte dell'America nella situazione europea. E l'intervento si manifestò infatti, in una forma che nessuno avrebbe supposto soltanto un mese fa, col messaggio rivolto il 22 giugno dal Presidente Hoover alle nazioni europee.

In questo messaggio il Presidente propone la proroga, per un anno, di tutti i pagamenti di debiti fra Governi concernenti i debiti e le riparazioni di guerra, sia per i capitali che per gli interessi. Da parte sua l'America concederà la proroga di un anno per tutti i pagamenti che i Governi esteri avrebbero dovuto effettuare nell'anno finanziario dal 1 giugno 1931 al 30 giugno 1932. Il messaggio rileva, particolare importante, che la proposta è già stata approvata da un gruppo di rappresentanti della Camera e del Senato, fra i quali si notano i nomi dei principali esponenti dell'opposizione.

Il Presidente Hoover chiarisce che la iniziativa ha lo scopo di poter dedicare il prossimo anno alla ripresa economica del mondo, liberando il campo dalle influenze ritardatrici che si esercitano all'estero contro le forze di restaurazione che già fanno sentire la loro benefica influenza negli Stati Uniti. Mette in rilievo come le condizioni eccezionali presenti abbiano reso molto più gravoso di quanto poteva essere previsto, il pagamento dei debiti fra Governi. L'afflusso continuo di oro verso gli Stati Uniti, provocato da un complesso di cause, ha minato il credito in molti Paesi diminuendo il potere d'acquisto con evidenti dannose ripercussioni sull'andamento industriale americano.

Tuttavia il Presidente trova modo di riaffermare che non ammette nessuna relazione fra il pagamento dei debiti interalleati e quello delle riparazioni tedesche che vengono considerate ancora come una questione esclusivamente europea. Tale dichiarazione formale può causare qualche sorpresa perchè è chiaro che l'attuale intervento costituisce di fatto una prova del riconoscimento della stretta relazione esistente fra le due questioni; ma probabilmente la dichiarazione ha uno scopo di politica interna, intesa a dare un contentino all'opposizione che di tale riconoscimento fu sempre acerrima nemica. Senza di ciò non si capirebbe in verità come il Presidente insista tanto su questa proposizione formale per chiarire e giustificare la quale occupa buona parte del suo messaggio.

Un'ultimo spunto che può avere la sua importanza e che riafferma una delle idee fondamentali dell'azione politica americana di questi ultimi anni, è il richiamo che viene fatto alla prossima Conferenza del disarmo il quale viene additato come mezzo efficace per concorrere alla restaurazione economica del mondo.

L'interesse suscitato dalla mossa americana è stato naturalmente grandissimo ed immediato. Si è avuto l'impressione che qualche cosa di nuovo e di sostanziale era avvenuto, ed è sembrato che una folata di vento purificatore fosse penetrata nel tenebroso ambiente europeo. Le possibilità di sviluppo della iniziativa si sono tosto fatte sentire proiettando le loro conseguenze ben oltre il piccolo termine di un anno posto esplicitamente nel messaggio. Si è riconosciuto insomma che si era mosso un primo passo sulla strada giusta che era stata finora inesorabilmente chiusa fino all'arrivo del messaggio americano.

La Germania ha visto l'ancora di salvezza e si è affrettata a proclamare la sua accettazione, e a ringraziare l'America della iniziativa assunta. In Inghilterra la accettazione è stata senz'altro esplicita tanto da dare l'impressione che la cosa fosse già stata preparata ad arte.

L'Italia è stata anche questa volta coerente alla sua politica di pace e di ricostruzione; non possiamo infatti dimenticare che la mossa attuale di Hoover non fa sostanzialmente che riprendere una proposta già da parecchi anni lanciata dal nostro Governo, ma respinta allora quasi universalmente. L'eloquenza dei fatti si è incaricata di dimostrare quanto preveggente, logica ed opportuna fosse quella proposta che, accettata allora, avrebbe probabilmente risparmiato all'Europa e al mondo intero alcuni anni di disagio e di travaglio economico.

Ben diverso è stato l'atteggiamento della Francia. Sebbene ufficialmente non si sia voluto prendere un aspetto di vera e propria opposizione, si sono subito avanzati una quantità di dubbi e di riserve. La opinione pubblica e parlamentare non sembra affatto entusiasta della proposta americana e si è ripreso il vecchio motivo dell'intangibilità dei Trattati.

L'opposizione francese ha costretto ad una battuta di arresto, e vivaci discussioni sono in corso fra il Governo francese e i Ministri americani. Appare tuttavia assolutamente inverosimile che la Francia voglia assumersi la responsabilità di far fallire anche questa iniziativa di tanta importanza e dalla quale può dipendere tutta la ricostruzione economica dell'Europa. Non bisogna d'altra parte dimenticare, per comprendere l'atteggiamento di Parigi, che la Francia è la più forte creditrice della Germania e perciò la più direttamente toccata dal nuovo stato di cose che si vuol creare.

Come messa a punto generale, è interessante precisare che dall'armistizio al 15 giugno 1931, la Germania ha pagato per riparazioni 26.526 milioni di marchi oro, che equivalgono a 92.367 milioni di lire, al corso attuale. Durante lo stesso periodo l'Italia ha versato, all'Inghilterra e all'America, come pagamento di debiti di guerra rispettivamente 23 milioni di sterline e 30.620.000 dollari; la Francia analogamente ha pagato 436 milioni di sterline e 200 milioni di dollari.

*

Mentre durano a Parigi le discussioni, l'Italia si è messa decisamente sulla via delle realizzazioni. La Germania che ha subito rilevato la buona volontà dell'Italia, ha manifestato il desiderio di trattare direttamente le questioni dipendenti per rendere più facile una convergenza delle linee di azione dei due Pasi e sgombrare il terreno dalle difficoltà che potessero insorgere.

Su desiderio espresso dall'ambasciatore tedesco a Roma, venne così stabilito che nei primi giorni del mese di luglio il Cancelliere Bruning e il Ministro degli Esteri, Curtius, si recheranno a Roma per incontrarsi col Capo del Governo italiano. Si accenna anche che la visita avvenga in occasione della prossima venuta a Roma del Ministro americano Stimson.

Certo è che questo diretto scambio di vedute fra i Ministri dei due Paesi potrà essere molto utile in questo delicato momento. E' da prevedersi che i colloqui di Roma non si limiteranno a considerare le conseguenze e le modalità di applicazione della proposta americana, ma si estenderanno a tutta la situazione politica presente ed alle sue prospettive. La questione dell'Unione doganale, forse quella dell'Anschluss, certo quella della prossima Conferenza del disarmo, potranno essere esaminate e discusse verbalmente in modo assai più efficace e proficuo di quanto sia possibile di fare attraverso le lungaggini e le complicazioni delle solite vie diplomatiche.

A proposito di disarmo, va ricordato che l'ormai famoso Patto navale italo-francese è più che mai in alto mare; staremmo quasi per dire che esso è ormai dimenticato e sepolto. La Francia non ha indietreggiato di un dito dal suo atteggiamento e le trattative non hanno potuto condurre ad alcun risultato. Che anzi le discussioni avvenute alla Camera francese riguardo al bilancio della Marina e al programma navale hanno riconfermato l'impressione che nessuna tendenza esista a dare seguito all'accordo di Roma dal 1 marzo.

Attentamente seguite dal nostro Governo sono le vicende della Repubblica Austriaca. Come è noto l'Italia ha sempre fatto tutto il possibile per aiutare il consolidamento del giovane Stato che avrebbe interesse di vedere sistemato e sicuro. Il Comitato Internazionale di Controllo dell'Austria è, come si sa, presieduto da un italiano, l'On. Bianchini, il quale si è recentemente recato a Vienna per incarico del nostro Governo, insieme all'On. Suvich per studiare le ragioni del persistente malessere finanziario dell'Austria e avvisare ai metodi possibili di porvi rimedio. Essi hanno riferito lungamente in proposito al Ministro Grandi e al Capo del Governo.

Un'altro Stato alla prosperità del quale l'Italia è fortemente interessata, è l'Albania. Il nuovo Stato si trova attualmente in pieno periodo di riassetto e di sviluppo. Grandi programmi di lavori pubblici e di opere di pubblica utilità sono in corso di sviluppo mentre tutta la struttura economica, civile e politica del Paese è in corso di riorganizzazione.

Tutto ciò esige naturalmente un forte impegno finanziario al quale l'economia locale non può in alcun modo bastare. Si è reso quindi necessario un nuovo intervento italiano il quale si è concretato sotto la forma di concessione di un concorso annuo finanziario di 10 milioni di franchi-oro per la durata di dieci anni, a integrazione del bilancio albanese. Tale concorso finanziario sarà concesso a condizioni di assoluto favore cioè sotto forma di prestiti annuali, senza interessi e rimborsabili quando la situazione economica dello Stato albanese lo permetterà e in particolare quando le entrate del bilancio saranno arrivate a 50 milioni di franchi oro.

La conclusione di questi accordi ha dato luogo alla Camera albanese a cordiali manifestazioni di simpatia pel nostro Paese alle quali si è esplicitamente associato il Presidente del Consiglio di Tirana.

Larghe e cordiali accoglienze sono state fatte dal Governo dei Soviet agli industriali italiani recatisi in Russia. La missione industriale italiana è stata accolta ufficialmente a Leningrado dai rappresentanti del Governo di Mosca, e fatta oggetto di manifestazioni di cordialità e di simpatia.

La missione ha visitato i principali centri agricoli e industriali della Russia, spingendosi fino nel Caucaso. Durante il viaggio avvennero numerosi abboccamenti con uomini della politica e della finanza e venne tracciato il piano di una prossima Conferenza fra i rappresentanti della industria italiana e delle organizzazioni economiche russe. Si afferma anche prossimo un nuovo accordo commerciale, in aggiunta a quello recentemente stipulato, che comporterebbe la fornitura di merci per altri 200 milioni di rubli.

Pare anche sia stata trattata la questione della concessione di una zona di porto franco a Trieste per le navi russe. E' stato pure annunziata la conclusione di un nuovo contratto fra la Società russa di esportazione del petrolio e la A.G.I.P., per il quale sarebbe aumentato il quantitativo di benzina russa da importare in Italia durante il corrente anno.

*

Nel suo complesso il movimento commerciale coll'estero non si discosta dall'andamento ordinario di contrazione nelle esportazioni e nelle importazioni, con risultato complessivo di un alleggerimento del deficit commerciale.

Nel mese di maggio di quest'anno il valore delle merci importate in Italia è stato complessivamente di 1068 milioni di lire, mentre nel

maggio 1930 si era arrivati a 1473 milioni; si è verificata dunque una diminuzione di oltre 400 milioni di lire. Per le esportazioni si è passati da 1041 milioni di lire nel maggio 1930 a 812 milioni nel maggio 1931, con una diminuzione di circa 230 milioni. Ne è risultato durante il mese di maggio di quest'anno un disavanzo di 256 milioni di lire, con un miglioramento di 176 milioni in confronto a quello del maggio 1930 che era stato di 432 milioni.

Complessivamente nei primi cinque mesi dell'anno in corso si sono importate merci per 5236 milioni di lire e se ne sono esportate per 3987 milioni; nello stesso periodo dell'anno precedente si erano avute importazioni per 7551 milioni ed esportazioni per 5174 milioni. Il disavanzo nei cinque mesi è stato di 1250 milioni, contro 2077 milioni dell'anno precedente, con un alleggerimento di 1127 milioni di lire.

Anche migliori sarebbero stati i risultati nei riguardi della bilancia commerciale se, sulle importazioni, non continuasse a gravare la forte importazione di grano resa necessaria dai risultati della passata campagna granaria. Infatti nel periodo dei cinque mesi considerati si importarono circa 19 milioni di quintali di grano, contro meno di 9 milioni nel 1931; si è avuto quindi un aumento di oltre 10 milioni di quintali in 5 mesi!

L'andamento del movimento commerciale si ripercuote, come è naturale, anche nel movimento della navigazione nei porti.

Nel maggio 1931 approdarono nei porti italiani 18.115 navi sbarcando 2.179.467 tonnellate di merci; nello stesso mese partirono 17.958 novi imbarcando 664.211 tonnellate di merci. Nel maggio dello scorso anno il movimento portuale era stato di 18.206 navi approdate con 2.309.432 tonnellate di merci sbarcate, e di 18.218 navi partite con 762.330 tonnellate di merci imbarcate.

Le nostre industrie lottano con ogni energia e con ogni sforzo contro la crisi imperante e i risultati sono visibili poichè il peggioramento nel movimento delle nostre esportazioni è relativamente assai minore di quello che si verifica nelle altre nazioni. Grazie ad un'ottima organizzazione di produzione e allo spirito di sacrificio degli industriali e delle maestranze, l'Italia riesce a battere nettamente la concorrenza straniera in parecchi campi.

E' interessante osservare come ciò susciti un forte malcontento in parecchi Paesi usi a godere di un invincibile primato e che posseggono una vecchia e magnifica tradizione industriale. L'Inghilterra in particolare non si può convincere di dover cedere di fronte alla concorrenza italiana e il malcontento che suscita questa brutta sorpresa prende delle forme aspre e quasi diplomatiche.

Si è infatti messo in circolazione la voce che le industrie italiane lavorino in regime di dumping cioè siano sussidiate dal Governo allo scopo che esse possano vendere sotto costo e battere in tal modo la concorrenza sul mercato estero. La voce già fatta circolare l'anno scorso a proposito dell'attività dei cantieri navali, si è rinnovata insistente quest'anno a proposito dell'industria laniera in seguito alle crescenti esportazioni di prodotti italiani in Inghilterra.

Della questione si è avuto una ripercussione anche alla Camera dei Comuni dove era stata presentata una interrogazione in proposito; ed è curioso osservare che il Segretario parlamentare del Board of Trade rispondendo all'interrogante aveva fatto capire di ritenere egli pure che il Governo italiano concedesse speciali privilegi e facilitazioni agli industriali esportatori.

La cosa ha avuto per risultato una netta smentita ufficiale da parte italiana, con l'affermazione recisa che nessun sussidio diretto o indiretto viene concesso dallo Stato o da altri Enti all'industria per l'esportazione in Inghilterra e in altri Paesi. La smentita poteva sembrare superflua a chi conosca non soltanto la rigida politica economica del Governo italiano ma anche la nostra situazione economica attuale la quale non è certamente così favorevole da lasciare disponibili dei margini per sussidiare l'industria!

E' noto che l'unica facilitazione concessa alle esportazioni consiste nella assunzione da parte dello Stato di una quota di garanzia di credito. Recentemente tale quota, per l'esercizio 1930-31 è stata elevata da 200 a 300 milioni di lire.

Quanto al movimento commerciale coll'Inghilterra è da osservare che le correnti dei traffici tendono a incrementarsi quantitativamente sebbene il loro ammontare in valore risenta naturalmente l'effetto del crollo dei prezzi. Nel 1930 l'Italia mandò in Inghilterra merci per un valore complessivo di 1185 milioni di lire, mentre importò merci inglesi per 1653 milioni di lire; la bilancia commerciale ci è dunque ancora sfavorevole e ciò aumenta l'inopportunità delle lamentele inglesi circa i nostri sforzi per migliorare la situazione.

Un miglioramento notevole si è avuto negli scambi commerciali colla Francia. Nei primi 3 mesi del corrente anno il movimento complessivo si è chiuso a nostro favore per un totale di 68 milioni. Si tratta di un margine minimo ma pur degno di essere rilevato poichè è la prima volta che la bilancia commerciale italo-francese si chiude a nostro favore. Infatti nel 1929 avevamo avuto un saldo passivo di 740 milioni di lire, che si era ridotto a 270 milioni nell'anno 1930.

Sempre molto dibattuta è, da qualche tempo, la situazione degli scambi commerciali colla Jugoslavia. La questione sollevata dalla persistente avversità politica di quel paese e dal boicotaggio più o meno larvato ivi esercitato contro le merci di provenienza italiana, ha messo in chiaro una situazione veramente intollerabile.

Infatti l'Italia rappresenta il principale cliente dell'Jugoslavia. Nei primi 3 mesi dell'anno le esportazioni iugoslave in Italia hanno rappresentato il 26,6 per cento del valore totale delle esportazioni iugoslave, contro il 14,7 % spettante all'Austria, il 13,4 % alla Germania, il 9,3 % alla Cecoslovacchia e il 9,9 % alla Ungheria. Specialmente per alcune voci l'Italia rappresenta un fattore essenziale della economia industriale iugoslava. Oltre la metà delle esportazioni di legname (che rappresentano il 15 % di tutte le esportazioni iugoslave) viene in Italia, insieme all'85 % del bestiame, il 92 % del pollame, il 26 % della carne fresca mandati all'estero dal vicino Stato.

Di fronte a questa situazione sta il fatto che l'Italia figura soltanto al quarto posto fra i Paesi esportatori in Jugoslavia con 160 milioni di dinari, contro 242 milioni della Germania, 230 milioni della Ceco-Slovacchia e 205 milioni dell'Austria. La bilancia commerciale del primo trimestre di quest'anno si è chiusa a nostro svantaggio per 160 milioni di dinari il che signica che noi vendiamo in Jugoslavia per un valore metà di quello che vi acquistiamo.

Tenute presenti queste cifre e considerando che le merci che attualmente andiamo a comperare in Jugoslavia ci possono facilmente essere fornite da altri Paesi amici o comunque meno aspramente avversi nei rapporti politici si capisce come una revisione di queste correnti commerciali si imponga e come tale reazione possa agevolmente portare a soddisfacenti soluzioni.

*

Il Conto del Tesoro al 31 maggio porta finalmente una attesa novità cioè la scomparsa del disavanzo mensile che, dalle cifre assai elevate raggiunte nei primi mesi dell'esercizio si era andato gradatamente e continuamente riducendo.

Durante il mese di maggio gli accertamenti di entrate nella parte effettiva del bilancio sono saliti a 2223 milioni di lire, mentre gli impegni di spesa si limitavano a 1931 miloni. Si realizzava così un avanzo attivo di 292 milioni di lire.

Il deficit della parte effettiva del bilancio, accumulatosi durante i primi 10 mesi dell'esercizio e che era salito a 1289 milioni di lire, si trova così ad essere ridotto al disotto del miliardo. Non bisogna dimenticare che l'avanzo netto mensile sopra indicato si è realizzato nonostante la inscrizione al passivo delle spese non trascurabili per la grandiosa operazione del prestito per la conversione dei Buoni novennali.

E' da attendersi che il disavanzo di bilancio venga a ridursi ulteriormente nell'ultimo mese dell'esercizio nel quale confluiscono sempre parecchie voci di attività che non vengono precedentemente computate.

La situazione nel capitolo del movimento capitali si trova completamente invertita in seguito ai risultati del nuovo prestito. Esso chiude con un attivo di 953 milioni dovuti appunto alla emissione dei nuovi Buoni in misura eccedente il valore di quelli che scadevano il 15 novembre prossimo.

La situazione di Cassa a fine maggio presenta un fondo liquido di 2695 milioni di lire, di cui 2470 milioni presso la Banca d'Italia e 225 milioni alla Tesoreria, alla Zecca o presso i corrispondenti all'estero.

Un leggero aumento, di 182 milioni, dovuto al debito fluttuante si è verificato nei debiti pubblici interni saliti così a 89.586 milioni di lire.

Sempre in progressiva contrazione si mantiene la circolazione bancaria ridottasi a 14.722 milioni, con una diminuzione di 158 milioni durante il mese di maggio.

Un notevole gettito attivo mancherà quest'anno alla chiusura del bilancio dell'esercizio in seguito ai risultati dell'esercizio dell'Azienda Ferroviaria. La crisi violenta che ha investito tutto il mondo industriale ha avuto forti ripercussioni sui traffici e quindi sui risultati finanziari delle aziende ferroviarie del mondo intero.

Perfino negli Stati Uniti dove si manifesta un complesso di cause favorevoli all'esercizio economico delle ferrovie, si è presentato un largo margine di deficit che, per le ferrovie principali, supera il miliardo di dollari. Per 7 Compagnie ferroviarie francesi l'esercizio 1930 si è chiuso con un disavanzo di 1300 milioni di franchi, e dal 1 gennaio al 31 maggio 1931 già si è manifestato un deficit di circa mezzo miliardo di franchi. In Germania il deficit è salito a 311 milioni di marchi sebbene si siano licenziati circa 30.000 agenti realizzando una economia di 110 milioni di marchi. Complessivamente negli 8 principali Stati europei, per effetto della riduzione dei traffici, si è verificata una diminuzione di circa 10 miliardi di tonnellate-chilometri; ciò illustra bene la gravità della crisi.

In Italia la riduzione dei prodotti del traffico si è fatta pure fortemente sentire, essendo essi rimasti di 719 milioni inferiori alle previsioni. Tuttavia viene ora ufficialmente annunciato che l'esercizio 1930-31 se pur non lascerà ancora un margine attivo, chiuderà però certamente in pareggio senza registrare alcun deficit.

Il risultato deve considerarsi molto soddisfacente nelle condizioni attuali e attesta della perfetta organizzazione tecnica ed amministrativa delle nostre Ferrovie dello Stato.

La crisi che imperversa fa sentire i suoi effetti anche sull'andamento della disoccupazione la quale è bensì in diminuzione ma in misura molto più lenta di quanto sarebbe desiderabile.

Infatti durante il mese di maggio il numero di disoccupati è diminuito soltanto di 35.000 unità passando da 670.353 a 635.979 persone.

La diminuzione è dovuta più che altro a fenomeno stagionale e non ad una chiamata da parte dell'industria.

La crisi delle industrie ha avuto anche una curiosa ripercussione nell'andamento apparente del risparmio nazionale il quale sembra essere aumentato durante lo scorso anno con un ritmo singolarmente rapido, superiore a quello degli anni precedenti. Infatti i depositi, esistenti presso gli Istituti di credito nelle loro varie forme, ammontavano a

34.184 milioni di lire alla fine del 1927, per salire a 37.484 milioni alla fine del 1928, e a 39.264 milioni alla fine del 1929; al 31 dicembre 1930 essi erano saliti a 41.296 milioni di lire. Gli aumenti annuali sono stati di 1130 milioni nel 1927, di 3300 nel 1928, di 1780 milioni nel 1929 e di 2032 milioni nel 1930.

Questa apparente contradizione di un forte aumento del risparmio in un anno di crisi trova la sua spiegazione nel fatto che, durante il 1930, appunto per la crisi industriale, si è verificato una notevole riduzione negli investimenti di capitali in impegni produttivi. Resta tuttavia una constatazione soddisfacente quella della esistenza di una forte massa di capitali liquidi per oltre 40 miliardi di lire, che costituisce uan preziosa risorsa per la ripresa industriale e commerciale appena essa si manifesti.

Il rapido precipitare dei prezzi all'ingrosso ha creato delle preoccupazioni nell'ambiente agricolo e ha provocato il tempestivo intervento del Governo. Si è anzitutto voluto evitare che gli agricoltori sotto la pressione economica del momento fossero costretti a svendere il loro grano a qualunque prezzo aggravando le condizioni del mercato. Si è quindi provveduto a facilitare il credito e gli Istituti di Credito hanno stanziato alcune centinaia di milioni per anticipazioni di prestiti su pegno di cereali.

Inoltre si è cercato di aumentare il consumo del grano nazionale stabilendo che i mulini debbano macinare una percentuale di grano nazionale non inferiore al 95 % del totale macinato. L'amministrazione militare da parte sua ha stabilito forti acquisti di grano nazionale.

Quanto ai risultati della campagna granaria che si sta chiudendo sembra che essi si presentino più favorevoli di quelli dello scorso anno.

*

Durante il mese di maggio l'andamento delle nostre Borse è stato intonato se non a ottimismo, almeno ad una buona fermezza quale da parecchio tempo non si manifestava. Anche il volume degli affari è andato gradatamente aumentando cosicchè considerato il grigiore dei tempi il mese borsistico può ritenersi se non brillante almeno soddisfacente.

Nell'ultima ottava poi la proposta americana della vacanza nel pagamento dei debiti internazionali è giunta a portare une insolita animazione ed una ventata di deciso ottimismo. Le quotazioni hanno generalmente segnato uno sbalzo in avanti ricuperando in molti casi rapidamente il terreno perduto in qualche mese antecedente. Da parecchio tempo non si vedeva alle nostre Borse una intonazione di mercato così favorevole: tutto sta naturalmente a vedere se essa continuerà come sarebbe logico attendersi data la situazione tecnica del mercato.

Ottimo, come sempre, il comportamento dei titoli di Stato ben sostenuti, con oscillazioni ristrettissime e immediatamente sensibili ad ogni buona intonazione del mercato. Particolarmente favorita e ricercata la Rendita.

I titoli bancari rimasti pressochè immobili durante il mese segnano una vivace ripresa in chiusura.

Attività ristretta e limitata ai titoli maggiori, fra i tessili i quali pure però si dimostrano sensibilissimi alla ripresa delineatasi in fine mese.

Una buona attività si è notata fra i titoli meccanici e metallurgici e specialmente nelle Fiat. Fra i trasporti, in forte agitazione le Rubattino, abbastanza resistente il resto del comparto. In forte aumento i saccariferi, poco variate le Esportazioni e gli Immobiliari.

I titoli elettrici dopo un andamento un po' incerto segnano in chiusura una vivacissima e quasi generale ripresa.

RENATO SAN NICOLÒ.

*

Variazioni dei titoli elettrici nel mese di giugno.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	500	536,—	536,—	596,—
Lombarda	500	421,—	421,—	471,—
Bresciana	200	178,—	177,—	189,—
Adamello	250	152,—	141,—	149,—
Unione Esercizi Elettrici	50	58,—	60,—	65,—
Elettrica Alta Italia	250	137,—	135,—	141,—
Officine Elettriche Genovesi	250	258,—	255,—	261,—
Adriatica	100	171,—	168,—	188,—
Compagnia Imprese Elettriche Liguri	175	178,—	184,—	192,—
Ligure Toscana	200	218,—	234,—	242,—
Generale Elettr. della Sicilia	100	68,—	67,—	73,—
Elettrica Brioschi	250	370,—	340,—	346,—
Emiliana Esercizi Elettrici	350	338,—	325,—	360,—
Forze Idrauliche Crespi	375	418,—	399,—	380,—
Elettrica Valdarno	100	165,—	166,—	174,—
Tirso	250	152,—	160,—	158,—
Terni	400	345,—	345,—	367,—
Meridionale di Elettricità	250	247,—	270,—	271,—
Idroelettrica Piemontese	125	118,—	110,—	118,—
Dinamo	200	167,—	168,—	180,—
Elettricità e Gas di Roma	500	704,—	700,—	737,—

*

Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di giugno.

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI

Carboni da vapore:			
Cardiff primario	L. 164,—	a L. 166,—	alla tonn.
Americano	» 155,—	» » 157,—	»
Slesia	» 135,—	» » 137,—	»
Sarre	» 150,—	» » 152,—	»
Antraciti:			
Inglese primaria (in pezzatura)	» 240,—	» » 275,—	»
Tedesca (in pezzatura)	» 249,—	» » 272,—	»
Coke:			
Coke da gas nazionale	» 180,—	» » 190,—	»
» metallurgico inglese	» 178,—	» » 180,—	»
» » nazionale	» 197,—	» » 202,—	»
Petrolio	» 183,—	» » 203,—	al Q.le
Nafta:			
Per Diesel	» 475,—	» » 550,—	alla tonn.
Per caldaie	» 270,—	» » 320,—	»
Benzina in fusti	» 211,—	» » 271,—	al Q.le

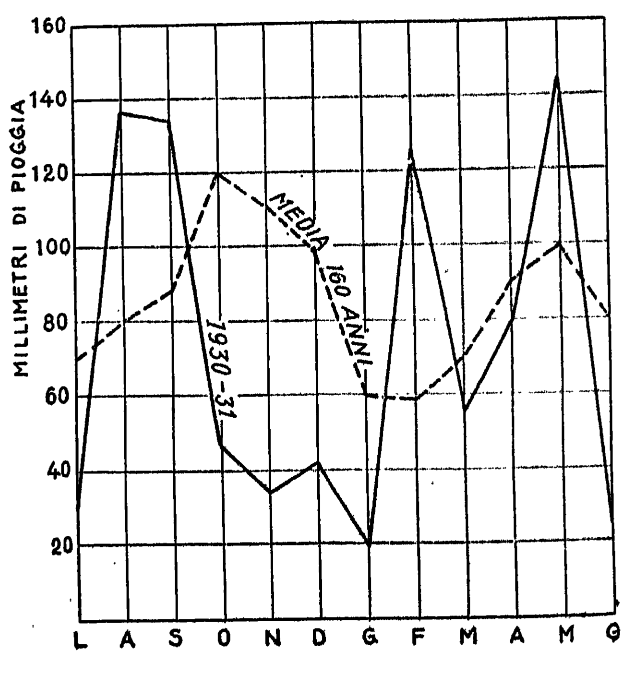
METALLI

Ghisa:			
Eglinton N. 1	» 580,—	» » 585,—	alla tonn
Middlesbrò N. 3	» 465,—	» » 470,—	»
Ematite	» 500,—	» » 505,—	»
Lussemburgo-Lorena	» 390,—	» » 395,—	»
Ferro:			
Laminato omogeneo	» 74,50	» » 83,50	al Q.le
Poutrelles	» 81,50	» » 83,50	»
Lamiere da 4 mm. in più	» 100,—	» » —,—	»
Acciaio:			
Rapido per utensili	» 350,—	» » 2000,—	»
Martin resist. 50-70	» 100,—	» » 140,—	»
Tubi bollitori	» 275,—	» » 330,—	»
Rame:			
Elettrolitico	» 420,—	» » 430,—	»
In fogli comuni	» 630,—	» » 640,—	»
In barre tonde e quadre	» 635,—	» » 675,—	»
Stagno in pani	» 1100,—	» » 1150,—	»
Zinco in pani 1ª fusione	» 165,—	» » 175,—	»
Piombo in pani 1ª fusione	» 145,—	» » 155,—	»
Antimonio in pani	» 445,—	» » 465,—	»
Ottone in barre	» 410,—	» » 420,—	»
Alluminio in pani	» 750,—	» » 800,—	»

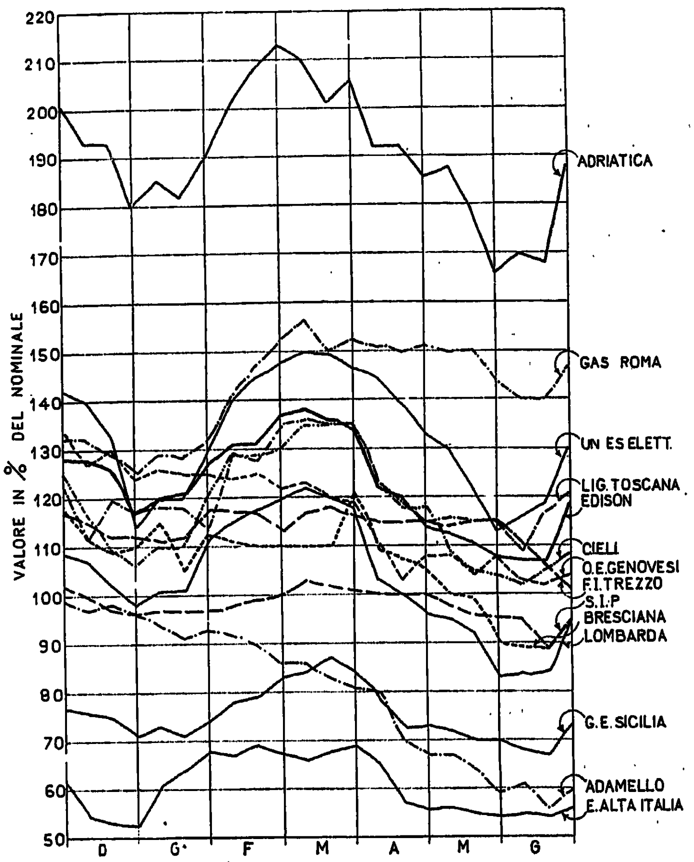
*

Dati pluviometrici mensili per la Città di Milano

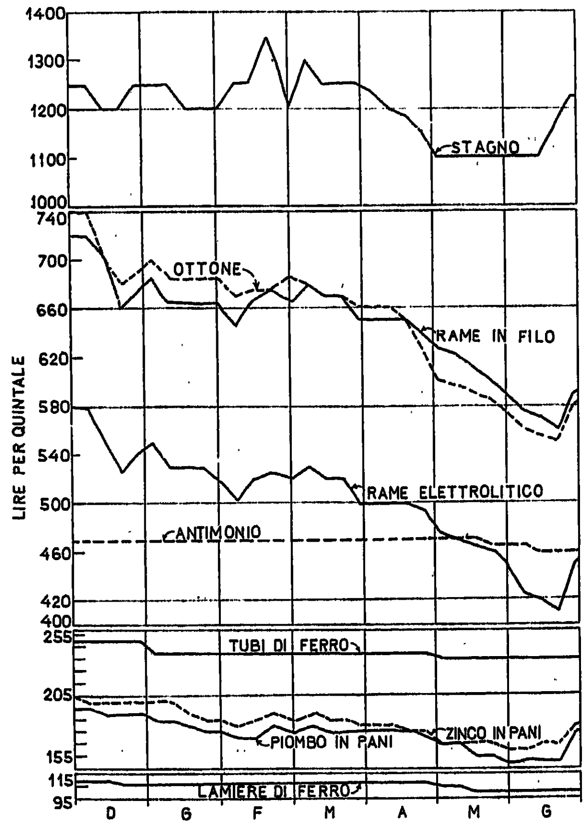
(Riassunto annuale)



Titoli delle principali Società Elettriche
(Riassunto semestrale)



Prezzi dei Metalli
(Riassunto semestrale)



L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

RUDOLF MOSSE. — *Zeitungs Katalog*, 1931. - Berlino, 57ª edizione. - Pubblicato a cura della Casa: «Annoncen Expedition Rudolf Mosse». — Un volume di cm 20×29, di pag. 592 + 616, con 30 carte geografiche.

Abbia dato recentemente ampia notizia (vedi *L'Elettrotecnica* del 15 giugno 1931, pag. 414) di questa utile e pregevole raccolta della stampa periodica mondiale. Ci perviene ora la nuova edizione del 1931, che riproduce sostanzialmente le caratteristiche e i pregi della precedente. E' stata però eseguita una accurata revisione e un aggiornamento delle notizie contenute.

La cinquantasettesima edizione è quindi, meglio delle altre, fonte di riferimento molto comoda e pratica per tutti coloro che per qualunque ragione, hanno ad interessarsi della stampa periodica mondiale.

*

ASSOCIAZIONE PER LE ACQUE PUBBLICHE D'ITALIA. — *Annuario delle Acque d'Italia*. — Milano, 1931. — Edito a cura della Associazione. — Un volume di cm 12×18, di 572 pagine con molte figure, tabelle e diagrammi. — Prezzo L. 18.

Ecco una pubblicazione utile ed opportuna che si distingue, fra la pletora di Annuari di ogni genere che innondano il mercato librario, per il serio intendimento con cui è concepita e per il criterio pratico e la grande accuratezza colla quale è compilata. Raccogliere in un volume un complesso di notizie d'ogni genere riguardanti le acque non è cosa difficile; più arduo assai è saper distinguere fra la molta materia disponibile «il troppo e il vano» per compilare un volume organico, utile e di facile consultazione. Questo risultato è stato raggiunto in modo molto soddisfacente in questa prima edizione dell'Annuario delle Acque, e lo sarà indubbiamente in modo sempre migliore nelle successive edizioni.

Il volume, dopo alcune pagine introduttive destinate a far conoscere la organizzazione e l'opera della Associazione per le Acque Pubbliche d'Italia, contiene una prima parte nella quale sono riportate notizie e studi inerenti al problema idrico nazionale. Rileviamo in modo particolare una bella serie di diagrammi nei quali è riassunto l'andamento medio, e quello particolare di alcuni anni, delle precipitazioni atmosferiche in un grande numero di zone e di regioni del nostro Paese; questi diagrammi giovano, assai meglio che le lunghe tabelle numeriche a individuare le caratteristiche pluviometriche, così importanti sotto molteplici aspetti, delle zone prescelte. Non meno utili sono i diagrammi e le tabelle relativi alle portate dei nostri fiumi.

La seconda parte, statistica e legale, riporta il testo di molti dispositivi di legge riguardanti le opere idrauliche in generale, le bonifiche e i rimboschimenti. Vengono inoltre riportate notizie, tabelle e diagrammi, relativi all'andamento delle utilizzazioni idroelettriche, e delle opere di bonifica. Questa parte riesce, non meno della prima, una fonte di riferimento molto comoda ed utile per una grande schiera di tecnici.

In una terza parte vengono descritti partitamente alcuni dei più recenti lavori compiuti: impianti idroelettrici, impianti di irrigazione, bonifiche e risanamento agrario di terreni, ecc.

La quarta e ultima parte illustra anzitutto la vasta organizzazione tecnica della Associazione per le Acque Pubbliche; segue un elenco dei Consorzi di Bonifica e Irrigazione, e un altro elenco, molto utile, di Ditte specializzate nel campo della tecnica delle acque. Un'aggiunta curiosa è quella dell'elenco dei rabdomanti italiani, che l'Associazione ha potuto compilare in seguito ad una inchiesta condotta in occasione degli studi da essa promossi sull'argomento della rabdomanzia.

L'Annuario delle Acque merita quindi di essere conosciuto ed apprezzato da tutti i tecnici che abbiano a trattare di argomenti inerenti a questioni idrauliche e idrotecniche.

*

F. DELFORNO. — *La riparazione degli apparecchi radio*. — G. Lavagnolo. — Torino, 1931. — Un volume di cm 12×17, di 172 pagine con 71 figure e molti schemi.

L'A. si è proposto di mettere in grado un dilettante di radio che abbia qualche cognizione tecnica di determinare, in caso di guasto al suo apparecchio, la natura e la posizione del guasto stesso, e di procedere alla sua riparazione.

Una buona parte del volumetto è dedicata a descrivere gli apparecchi elettrici di misura nei vari tipi. Vengono esaminati gli incidenti e i guasti che più facilmente possono verificarsi in un apparecchio radio e vengono indicate le operazioni da compiere per arrivare ad individuarli. L'esposizione è resa più efficace dalle molte figure inserite. Seguono poi parecchie tavole che riportano gli schemi dei collegamenti dei principali tipi di apparecchi ricevitori che si trovano in commercio.

Il volumetto può essere utile ai dilettanti di radioricezioni.

*

M. GATTI. — *Magneto e Spinterogeno.* — Torino - G. Lavagnolo, 1931. — Un volume di cm 12×17 di 197 pagine con 117 figure. Prezzo L. 8.

Il volumetto che l'A. dedica ai « garagisti » (sic) è inteso a dare la conoscenza sommaria della costruzione e del funzionamento del magnete di accensione dei motori a scoppio specialmente per automobili. L'A. prende le mosse abbastanza da lontano, cominciando a parlare delle calamite permanenti e della natura della corrente elettrica.

Passa poi a descrivere sommariamente gli elementi costrutttivi da cui risulta costituito essenzialmente un magnete, e si intrattiene sul montaggio e sulla messa in fase.

Successivamente vengono descritti i sistemi di accensione colla batteria illustrandone gli organi meccanici ed elettrici secondo i tipi più in uso.

AEI Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Verbale della Commissione per l'aggiudicazione della BORSA DI STUDIO "ALESSANDRO VOLTA" istituita dalla Italy America Society di New York

In questo giorno 25 giugno 1931, IX - E. F. si è riunita la Commissione per l'aggiudicazione della Borsa di Studio « A. Volta » della Italy America Society, alle ore 10, come a regolare convocazione, presso la Sezione di Roma dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, Via delle Coppelle, 35, Roma.

In seguito alle relative deleghe, la Commissione è costituita nelle persone dei Signori:

Prof. Ing. Ugo Bordoni, Presidente Generale dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, e Presidente della Commissione stessa;

S. E. l'Ing. Don Gelasio Gaetani di Sermoneta;

Sig. Giovanni Fummi, rappresentanti delegati dal Consiglio Direttivo della Italy America Society;

Prof. Ing. Gr. Uff. Luigi Lombardi;

Prof. Ing. Cav. Uff. Gino Rebora, delegati dalla Associazione Elettrotecnica Italiana.

Segretario della Commissione è l'Ing. Cesare Redaelli, Vice Direttore dell'Ufficio Centrale dell'A. E. I.

La Commissione in un primo tempo ha esaminato i documenti presentati dai candidati ed ha fissato i criteri generali per procedere agli esami, mantenendosi sulle basi delle norme sancite nel Bando di concorso della Borsa di Studio.

La Presidenza dà notizia della domanda di inscrizione dell'Ing. Giuseppe Evangelisti, che non è stato ammesso per aver egli superato i limiti di età prescritti.

I candidati ammessi e presenti sono quindi:

1) Ing. Ernesto Jervis;
2) Ing. Roberto Einaudi.

Essi sono presenti in seguito a regolare invito loro rivolto giorni prima della data odierna.

La Commissione ha iniziato gli esami alle ore 10,30, facendo subire ad ogni candidato le prove fissate di lingua inglese parlata e di coltura tecnica generale e specializzata.

La Presidenza della Commissione ha fatto presente ai candidati le particolari condizioni che obbligheranno probabilmente ad apportare delle modifiche allo Statuto della Borsa stessa. I candidati ne prendono atto con esplicita dichiarazione di consenso.

I candidati hanno presentato un saggio di inglese scritto.

Tenendo presenti tutti gli elementi risultanti dai titoli presentati dai candidati e delle prove subite, e lo spirito del Bando di concorso, la Commissione è unanime nel riconoscere in entrambi i candidati la idoneità al perfezionamento cui aspirano; ma, nel giudicare del merito relativo, è pure unanime nel trovare più maturo il Sig. Jervis, sia sotto il riguardo tecnico scientifico che quello linguistico. La Borsa di Studio « A. Volta, 1931 » rimane quindi assegnata all'Ing. ERNESTO JERVIS.

La seduta viene tolta alle ore 12,45.

LA COMMISSIONE:

firmati: UGO BORDONI - G. CAETANI - GINO REBORA - LUIGI LOMBARDI - GIOVANNI FUMMI.

Il Segretario: firmato: REDAELLI CESARE.

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

La sera del 30 aprile il Comm. Prof. **Emilio Bianchi**, Direttore del R. Osservatorio Astronomico di Brera, dietro invito anche del Sindacato Provinciale Fascista Ingegneri, ha riferito sul tema: « **Il problema della parallasse solare** ».

Il Conferenziere, dopo aver precisato i termini della questione e dopo averne messe in rilievo le difficoltà intrinsiche e l'altissimo significato dal punto di vista astronomico, ha dato uno sguardo sintetico ai diversi metodi per la determinazione della parallasse media solare, ossia della distanza media terra-sole. Ha trattato dapprima dei metodi puri trigonometrici coi quali, attraverso la parallasse di un pianeta che sia adatto alla ricerca, si arriva alla determinazione della parallasse solare: ha trattato poi dei metodi così detti gravitazionali, e successivamente di quelli che si basano sulle velocità radiali delle stelle, sulla rotazione solare e sul suo periodo, ecc.

Alla fine della conferenza il Prof. Bianchi ha riassunto in un quadro i valori della costante parallattica, che debbonsi ritenere come i più attendibili, deducendone una media la quale rappresenta il dato per oggi meritevole di maggior fiducia. Dalla esposizione del Conferenziere ebbe conferma l'immane sforzo fatto dall'astronomia teorica e da quella osservativa per un soddisfacente assestamento metrico del nostro sistema solare ed insieme è risultato chiaro quello che oggi deve ritenersi come un primo tentativo di assestamento metrico di tutto il sistema siderale.

Furono poi comunicate notizie precise circa la campagna internazionale parallattica chiusasi nei mesi scorsi ed alla quale hanno preso parte ben 64 specole del mondo, di cui 8 italiane, campagna che è stata favorita dalla imponente attrezzatura strumentale e dalle peculiari contingenze orbitali, nelle quali il pianeta « Eros » si è venuto a trovare verso la fine del 1930 e verso il principio del 1931.

La dotta comunicazione ha vivamente interessato i numerosi soci presenti.

* *

SEZIONE DI TORINO

Visita agli impianti elettrici della ferrovia Intra-Premeno - 14 giugno 1931.

I partecipanti alla gita sono stati una settantina, di cui metà provenienti da Novara ed appartenetnti a quel Sindacato Provinciale Fascista Ingegneri, d'accordo col quale la gita era stata organizzata.

Punto di ritrovo: Intra, dove i soci di Torino sono arrivati alle ore 11, dopo aver seguito il percorso Santhià, Borgomanero, Gozzano, Orta, Omegna. Una parentesi graziosa è stato offerta ai gitanti dal Lago d'Orta, colla sua sponda di levante ancor protetta dai raggi del sole, odorosa di magnolie in fiore, specchiantesi nella bellezza solitaria, apparentemente rude e pur tanto delicata del lago.

Ad Intra la numerosa comitiva, guidata dall'Ing. Comm. Pariani, ha preso posto sul terno elettrico speciale, gentilmente offerto dalla Direzione della Ferrovia, e, in poco più di mezz'ora, ha raggiunto l'amenissima stazione climatica di Premeno a 850 metri sul livello del mare.

La ferrovia Intra-Premeno, a scartamento di un metro e ad aderenza naturale può considerarsi una delle più ardite d'Europa. Ha uno sviluppo di m 3.400 e vince un dislivello di circa m 600 con una pendenza massima del 73 per mille. Numerose sono le opere d'arte lungo il percorso: la più notevole è il ponte in cemento armato sul torrente S. Gillio di 100 metri in tre luci.

Le automotrici a carrelli pesano 30 tonnellate e sono equipaggiate con quattro motori a corrente continua da 60 kW, 600 giri, 750 volt, eccitati in serie, con poli ausiliari. Ogni motore è accoppiato ad un asse mediante ingranaggi con rapporto 1 :5,18. I motori sono connessi a due a due in serie, essendo la tensione di linea di 1350 volt; i due gruppi possono poi, a mezzo di controller, essere messi in serie o in parallelo.

La frenatura, oltrechè con freno a mano, freno ad aria compressa con comando a mano e freno Westinghouse automatico, può ottenersi anche chiudendo i motori in corto circuito su resistenze. Si sta studiando il ricupero dell'energia dei treni in discesa.

La corrente è fornita dalla centrale idroelettrica di Ramello che utilizza l'acqua dei torrenti Ganna e Nivia, con un salto di m 522; la potenza complessiva è di 1750 kW. La centrale è equipaggiata con tre ruote Pelton che comandano due dinamo da 300 kW-1350 volt ed una dinamo da 400 kW-1350 volt.

A Premeno la Direzione della Ferrovia ha cortesemente offerto un vermouth d'onore, quindi i gitanti si sono recati al Belvedere e al Pian del Sole dove si gode una vista meravigliosa dei foltissimi boschi, con annidati tratto tratto minuscoli paesetti, e il suggestivo panorama del lago Maggiore.

Alle ore 13 pranzo. Alle frutta si alza il Presidente della Sezione di Torino della A. E. I. e fa rilevare che se per un giorno si è potuto sfuggire all'afa cittadina per ritrovarsi in più spirabil aere, in quest'angolo verdissimo e tranquillo, ciò avviene anche per merito, certo col concorso, dell'Ing. Comm. Pariani, che dopo aver ideata e costrutta la ferrovia Intra-Premeno, l'ha messa oggi cortesemente a

disposizione dei gitanti. Manda un plauso ed un saluto alle molte gentili Signore e Signorine, che hanno voluto partecipare alla gita, portandovi una nota di squisita grazia.

Dire dell'opera dell'Ing. Pariani, dopo cinque anni dacchè la ferrovia nel suo sicuro esercizio ne ha dimostrato la fondatezza e il valore. è cosa oramai superata dal tempo: desidera tuttavia porre in evidenza come non inferiore al merito tecnico dell'impresa sia quello di aver concepito, voluto, attuato un'opera che ha cambiato la fisionomia di quelle plaghe lussureggianti e accresciuto il benessere di quelle popolazioni. Ringrazia l'Ing. Pariani come capo del Sindacato Fascista Ingegneri di Novara per il contributo dato dal Sindacato alla organizzazione della gita e per la numerosa rappresentanza dei suoi iscritti, coi quali si augura di trovarsi presto un'altra volta per i cordiali vincoli di cameratismo che nascono sempre da simili manifestazioni, segno sicuro di vincoli non meno cordiali anche nella attività professionale. Ringrazia infine l'Ill.mo Signor Podestà di Premeno di aver voluto essere presente a questa riunione.

All'Ing. Peri risponde l'Ing. Pariani, dicendosi gratissimo delle benevole parole che gli furono rivolte e in obbligo lui di ringraziare i soci della A. E. I. di Torino per il regalo che vollero fargli colla loro visita, della quale conserverà sempre ottimo ricordo. Illustra alcuni dati caratteristici della Ferrovia, particolarmente facendo risaltare come tra il preventivo e il consuntivo della spesa di impianto, la differenza sia stata minima, praticamente trascurabile, il che dà una idea della serietà e minuziosità con cui gli studi e i lavori furono condotti.

Ad Intra la comitiva si separa in due parti: una che visita la centrale di Ramello, l'altra, formata in gran parte di soci di Torino, che, stante l'ora già avanzata, si avvia al ritorno, seguendo l'itinerario Pallanza, Stresa, Arona lungo la mirabile cornice del lago.

* *

SEZIONE DI TORINO - DELEGAZIONE DI NOVARA.

Verbale della Riunione dei Soci dell'11 giugno 1931.

La sera di giovedì 11 corrente il nostro Presidente **Ing. Guido Peri** si è recato a Novara per tenere a battesimo quella già prospera Delegazione della Sezione. Il salone del Consiglio Provinciale della Economia, ove egli ha svolto la sua conferenza su « **Elettricità, Materia e Vita** », era stipato di pubblico sceltissimo, comprendente tutto quanto di migliore nella scienza e nell'industria conta la città; era anche presente il Vice Podestà di Novara Ing. Falcone.

L'oratore, dopo aver premesso un ringraziamento per l'onore fattogli dai colleghi della A.E.I. e dai colleghi del Sindacato Fascista Ingegneri di Novara, invitandolo a venire fra loro a tenere una conferenza, collo scopo essenziale, egli pensa, di formare o rinsaldare quei vincoli di cameratismo che sono caratteristici della Associazione nostra, dice di aver voluto scegliere un tema che, per la sua natura e l'attrazione che poteva presentare, lo rendesse meno immeritevole della considerazione che i colleghi avevano voluto dargli.

E' noto che tutto è elettricità o che tutto è etere. La tendenza moderna è di considerare gli elettroni come una condizione particolare dell'etere, nodi, pieghe o turbini; e poichè l'etere non sappiamo concepirlo se non come un mezzo ipotetico estremamente elastico, assolutamente privo di attriti, riempiente ogni spazio interatomico o interstellare, quella ammissione non può essere tacciata di errata. La tendenza di certi atomi o molecole, a perdere o acquistare elettroni, quelli della scorza periferica, sotto l'azione di forze esterne, crea ciò che elettricamente si chiama la conduttività o la coibenza, ed in chimica la valenza; le forze di affinità chimica sono forze elettriche.

I generatori di corrente, più che generatori sono trasformatori di energia elettrica, perchè questa esiste già allo intorno del conduttore, sia esso l'indotto dell'alternatore, il filo di linea o l'apparecchio utilizzatore; la liberazione di questa energia intermolecolare da tradursi in forma utilizzabile ai nostri scopi richiede (salve le perdite) la spesa di una energia equivalente che è quella necessaria alla fluttuazione del campo magnetico dell'alternatore, o il calore di reazione positivo (corrispondente a energia che si libera nella reazione) nelle pile ed accumulatori.

L'analisi spettrale ha riscontrato nei corpi celesti gli stessi elementi chimici della terra e sua atmosfera; la stessa materia prima, ioni ed elettroni, costituisce tutti i mondi ed i corpi. Tutto nell'universo è vita; vive il cristallo che si accresce, si difende, ripara le sue mutilazioni; vive il grano di sabbia nel turbinio degli elettroni che lo formano, fino a che un cataclisma, una reazione chimica non gli muteranno natura; vivono le stelle nell'infinito degli spazi, con una vita che può essere milioni d'anni, ma che certo ha un ciclo evolutivo come la nostra; e il loro respiro sono forse quelle onde eteree, che in parte percepiamo come luce, o calore, e in gran parte non percepiamo perchè privi di sensi adatti, ma che sentono i nostri nervi o le nostre cellule, come le rivela un elettroscopio che sotto la loro azione avvicina le sue foglioline.

Hanno una vita l'uranio, il torio, il polonio, il radio, che si disintegrano spontaneamente, sino a sparire entro un periodo che può essere di migliaia d'anni o di ore; può darsi che le sostanze che chiamiamo radioattive siano pur esse in via di trasformazione lentissima, e che anche le altre tutte che compongono i mondi siano pur esse in via di trasformazione così lenta che nulla ci permette non solo di controllarla ma nemmeno di rilevarla. Ogni volta che una stella precipita nell'immensità del cielo, dissociandosi nei suoi elementi costitutivi, altre stelle rinascono prodotte dagli stessi atomi ed elettroni che formavano la prima. Tutto nasce, decade e risorge, secondo un destino che non conosciamo, non v'è vita senza morte, e la morte è vita, gli elementi non si distruggono, ritornano al serbatoio universale di energia, alla sorgente primitiva inesauribile che, come il mare, non muta livello, perchè quanto dà riceve, e di là ripartono a formare altri corpi in un ciclo di trasformazione perenne, obbedendo ad una Forza Superiore che tutto dirige e di cui ci è ignota l'essenza e la finalità. Ciascuno di noi, disse Flammarion, porta in sè degli atomi che hanno appartenuto ad altri.

Nel miracolo della creazione dei mondi e degli esseri tutto è concatenato dall'infinitesimo all'infinito. Il metabolismo delle piante permette la vita degli animali, e viceversa; la amilasi della clorofilla trasforma la CO_2 in O CO il quale ultimo, a contatto della linfa, diventa aldeide formica e amido; l'ossidasi dell'emoglobina del sangue è il mezzo per cui l'ossigeno arriva e s'incorpora nella vita cellulare. Mettiamo sotto una campana di vetro a chiusura ermetica una pianticella; essa morrà quando avrà esaurito la CO_2 necessaria alla sua nutrizione; se sotto la stessa campana e chiusura ermetica poniamo un topo, esso morrà quando avrà esaurito l'O necessario alla sua respirazione; poniamo sotto la campana la pianticella e il sorcio insieme, essi vivranno, perchè la pianta fornisce al topo l'ossigeno di cui ha bisogno e il topo col suo metabolismo fornisce alla pianta la CO_2 che le è necessaria.

Le radiazioni cosmiche delle nebulose, stelle giovani, danno l'energia che a noi arriva dal sole come luce e calore; quest energia, incidendo nella fotosfera solare, di stella vecchia, è trasformata in radiazione a maggiore lunghezza d'onda. Da 1/2000 del raggio dell'atomo (lunghezza d'onda che è circa 1/100 di quella dei raggi gamma più duri) la radiazione è trasformata in lunghezza d'onda di millesimi di millimetro, cioè luce e calore.

Tutte le vite avendo il fattore comune elettricità, risentono l'influenza della elettricità. Le proprietà di certi cristalli, (tormalina, quarzo, di cui sono note le applicazioni in radio, o per la creazione o l'utilizzazione delle onde ultrasonore nello scandaglio dei mari) sono anche comuni, purchè s'impieghino a scoprirle metodi delicatissimi, ai metalli. I metalli reagiscono alle sollecitazioni meccaniche esteriori (urto, trazione, torsione) e assoggettati a corrente danno reazioni meccaniche; se l'eccitazione è continuata, i metalli si stancano, reagiscono meno; sotto l'influenza di certi acidi o sali, presentano uno stato di « anestesia » o « iperestesia », in analogia a quanto si verifica per il corpo umano. E' nota l'applicazione di simile proprietà al fonografo a filo d'acciaio: la struttura molecolare dell'acciaio, quando sia di natura convenientemente scelta, è stabilmente modificata da una corrente modulata e quindi può modulare a sua volta una corrente continua imprimendole lo stesso ritmo della corrente originaria modulatrice; la modulazione originaria è data da un microfono, la modulazione conseguente alla cambiata struttura molecolare aziona un altoparlante.

Un tronco di mimosa ferito da una punta metallica dà corrente rivelata da un galvanometro sensibilissimo; la deviazione dell'ago è in relazione all'offesa recata al tessuto; una corrente, applicata al tronco, genera reazioni meccaniche, registrate sotto forma di grafici precisissimi dal crescografo di Bose, con amplificazione di 10.000 volte. Certe piante narcotizzate acquistano un sonno artificiale; certi fiori dormono di notte come l'infanzia innocente, certi altri vegliano al chiaro di luna come le persone nervose.

Noi sentiamo l'influenza dell'oceano immenso di raggi in cui viviamo; dire che una persona ha la luna, o che ha una buona o cattiva stella, non sono modi campati in aria. Le curve di variazione dell'intensità del magnetismo terrestre, rilevate dagli osservatori astronomici, mostrano una coincidenza significativa coll'acutizzarsi di particolari forme nervose o di demenza, secondo le indicazioni degli istituti di cura. Le macchie solari, che indicano una perturbazione nella radiazione del sole, e i raggi lunari hanno degli effetti particolari su certe persone.

La vita, presa nel senso più rigoroso di attività biologica, è qualcosa di diverso da quello di una semplice esistenza; anzitutto è un processo di metabolismo, cioè di funzioni vegetative, poi manifestazione di funzioni superiori, volontà, intelligenza, anima. La vita è solo associata alla materia, o è prodotto, estrinsecazione della materia? Ognuno risponderà secondo il suo pensiero o la sua fede. Certo è che gli stessi elementi chimici di un tessuto vivente sono nel tessuto morto, gli stessi ioni ed elettroni compongono un cadavere ed un vivente, eppure le reazioni chimiche e le azioni elettriche nell'uno e nell'altro caso non sono le stesse; le forze fisico-chimiche più che la causa della vita, potrebbero sembrarne un modo di manifestarsi, più che il movente un effetto. Nessuna formula darà mai l'equivalenza tra l'energia fisico-chimica e l energia vitale, nessuna equazione porrà mai queste due energie sotto forma comparabile; forse perchè alla materia viva si sovrappone in un certo momento, non sappiamo dove, come o quando, la forza misteriosa denominata vita, immateriale e trascendente; forse perchè l'energie vitali, e correlatamente le psichiche, fanno capo anche loro, come le energie materiali, ad una sorgente universale, continuativa ed immutabile, ben distinta dalla prima, perchè di natura diversa, misteriosa. Quello che ora per noi è oscurità, potrà essere luce, quello che non conosciamo potrà essere rivelato, quando compiuto il ciclo evolutivo nostro e liberati dal fardello terreno saremo saliti nella scala delle intelligenze ad un livello superiore, che certo esiste negli esseri che non possono fare a meno di popolare gli altri infiniti mondi, perchè sarebbe incom-

prensibile che di tutta questa immensità di creazione, solo la terra, questo granello di sabbia sperduto nell'universo, debba essere popolata.

L'organismo vivente più semplice è la cellula; essa, colle sue colonie; forma i tessuti, gli organi, onde rimane costituito il corpo intero. La cellula comprende il protoplasma, col suo nucleo, delimitata dalla sua membrana; nel protoplasma si agitano incessantemente le micelle, milioni o miliardi di particelle ultra microscopiche, elettrizzate, cioè sotto forma di ioni, le quali cambiano perpetuamente aggruppamento, si incontrano, si urtano, tendono ad agglomerarsi; in questa attività delle micelle è l'origine prima della vita, da essa deriva l'attività funzionale della cellula (nutrizione, escrezione, scissione) e col tempo, quando i moti si sono attenuati e le masse fatte più grandi, la loro morte. Noi, oltre che un complesso di esseri vivi, siamo anche un cimitero ambulante. Chimicamente tutti gli esseri viventi, siano piante o formiche o uomini, e questi ultimi Dante od un bruto, sono ossinitracarburo di idrogeno, cioè albumina, la quale può acquistare innumerevoli varietà, diventare cellula ossea o nervosa, epatica, renale, col disbrigo di funzioni specifiche, onde deriva il processo vitale dell'intero essere, secondochè i mille e cento e più atomi che ne costituiscono la molecola, assumono un'architettura più che un'altra. Il metabolismo della cellula dipende dalla sua proprietà di colloide, in quanto le micelle non sono altro che i grani di una soluzione colloidale, animati, come sappiamo, dai rapidissimi movimenti browniani; la proprietà di colloide è analoga a quella dei catalizzatori e dei fermenti, cioè produce le più svariate reazioni chimiche.

E' possibile la creazione di un essere vivente, sia pure unicellulare, nel laboratorio? Le esperienze di un medico americano, citate dai giornali politici, non sembrano ancora tali da infirmare l'antico aforisma « ogni vivente vien da un vivente che l'ha preceduto ». Occorre sempre essere sicurissimi che tutte le precauzioni sono state prese per allontanare microbi o germi vitali; sono note a questo proposito le polemiche più che centenarie sulla generazione spontanea, stroncate dall'opera fondamentale di Pasteur. Chimicamente il problema è questo: trovare una sostanza nucleare, che serva di fermento alla sua propria sintesi, onde una volta formata, abbia a moltiplicarsi e rinnovarsi per virtù propria, cioè per virtù dei grani colloidali che la compongono e che devono appunto dare le reazioni chimiche che ne costituiscono il metabolismo.

Per chi crede al dualismo tra materia e spirito, fra somatico e psichico, tra fisico e metafisico, e ammette una diversa natura alle forze materiali ed a quelle spirituali, il problema acquista un altro riverbero; è possibile all'uomo, il quale non può creare materia senza materia (principio della conservazione della materia) non può creare energia senza energia (principio della conservazione dell'energia) creare una vita senza vita? I problemi affacciati non ammettono risposte categoriche, sono solo una impostazione di questioni, che forse non risolveremo mai. *Felix qui potuit rerum cognoscere causas*, scrisse Virgilio; è nell'istinto umano la tendenza a perfezionarsi, a vedere più in là; non è superbia questa, nè audacia, ma desiderio di progresso, sintomo del destino cui siamo chiamati nell'evoluzione nostra e dei mondi, segno della nostra qualità superiore, che ci permetterà un giorno, se avremo bene operato, di avvicinarci alla Divinità.

*

La brillante conferenza è stata vivamente applaudita: molte personalità presenti si sono recate a congratularsi coll'oratore, esprimendo l'augurio di riaverlo presto a Novara per una seconda riunione del genere.

* *

SEZIONE DI TRIESTE

La sera del 3 giugno venne tenuta la consueta riunione mensile della Sezione, colle caratteristiche di ritrovo famigliare già altre volte rilevate.

Tema tecnico della discussione era il seguente: «**I motori a doppia gabbia di scoiattolo**». Alla discussione molto interessante per la pratica applicazione industriale di questi tipi di motori hanno partecipato, oltre al Presidente, Ing. Bonazzi, i soci, Ingg. Pedretti, Pippa, Di Stefano, Manni, Salerni, Barbisio, Kodermatz, Plinio.

Venne decisa la pubblicazione di un opuscolo propaganda nel quale verranno riassunti i criteri dei singoli partecipanti alla discussione nella veste di costruttori, di utenti, e di esercenti linee di distribuzione elettrica.

Necrologio

Ingegnere ISIDORO PIANI.

Alto, diritto nella figura come nel carattere, sorridente per natura avendo il cuore sempre aperto, affabile con chiunque e nel tratto veramente signore, chi Lo aveva avvicinato una volta non Lo scordava più. Dava sempre più di quanto ricevesse; non sollecitò onori, anzi li rifiutò tutte le volte che Gliene fu fatto cenno, bastandogli la soddisfazione del dovere compiuto. E se la Sua vita che fu spesso battaglia, non andò priva di amarezze, Egli si rimetteva sempre al tempo, come Lui, galantuomo perfetto.

Nato nel 1855, si laureò brillantemente a Graz nel 1877. Da quell'epoca e fino a pochi anni fa quando si ritirò dalla vita fattiva, Trieste Lo ebbe vessillifero come patriota, esponente di tendenze lungimiranti nella trattazione dei grandi problemi tecnici cittadini, costruttore impeccabile nelle grandi opere che da Lui ebbero ideazione artistica, dirigenza oculata, rigorosissima amministrazione.

Di adamantina fede italiana fu dell'irredentismo intransigente, interprete nel pensiero e nell'azione. Consigliere comunale attivissimo quando più incalzava la lotta nazionale, voleva che ogni manifestazione, fosse tecnica, artistica, culturale, non perdesse mai aderenza con quello che pareva allora un folle sogno, mentre invece divenne luminosa raltà. La Sua vasta cultura, la perizia tecnica, il senso artistico rivelato nei Suoi primi lavori, richiamarono ben presto l'attenzione sopra di Lui e la Sua collaborazione fu non solo ricercata ma ambita da enti, associazioni, privati ed Egli portò dappertutto il Suo contributo fecondo e prezioso. Molte sono le opere architettoniche, le civili costruzioni, edifici di vario genere, scuole o stabilimenti industriali, dove Egli profuse la versatilità del Suo ingegno e la Sua vastissima cultura. Nè meno intelligente e preziosa fu l'attività da Lui spesa, insieme ai colleghi Suvich e Luzzatto, nella costruzione dei Magazzini Generali e nell'ampliamento del nuovo porto.

Amatissimo e oltremodo stimato dai colleghi per i Suoi sentimenti patriottici, per l'amore indefettibile alla Sua Trieste, per i Suoi insigni meriti di tecnico e di artista, fu più volte chiamato a presiedere la Società degli Ingegneri e Architetti e seppe darle impronte e indirizzi precisi. Si dibatterono colà i maggiori problemi cittadini, fra cui preminente quello dell'approvvigionamento idrico. Della nostra Associazione Elettrotecnica Italiana era socio ancor prima della Redenzione e fu felice d'entrare nel primo e vigoroso nucleo della Sezione Triestina dell'A.E.I. fino dalla sua fondazione.

Assertore della grandissima importanza, per la vicinissima Trieste, della piazza di Monfalcone, Lo troviamo nel 1905, insieme allo scrivente e ad altri pochissimi, fiduciosi nel promettente sviluppo del trasporto dell'energia elettrica a distanza, fondatore e presidente delle Officine Elettriche dell'Isonzo, le quali — se ebbero vita iniziale stentata per la incomprensione assoluta dei finanzieri triestini d'allora — avrebbero potuto con altri viatici costituire per Trieste il punto di partenza di una grande attività idroelettrica.

Riparò in tempo a Roma allo scoppio della guerra; la Sua personalità era troppo in vista e i Suoi sentimenti troppo conosciuti dal Governo di Vienna, per non finire in carcere. Ma a Roma prima e a Firenze poi fu informatore tecnico, prezioso, perchè pochi come Lui conoscevano profondamente quella striscia di terra che da Monfalcone a Sagrado si estende sotto quel ferrigno bastione del Carso, che conobbe l'indomito ardire e il sacrificio eroico della più salda gioventù italiana.

Rientrato festante a Trieste liberata con la sua famiglia, ebbe dal Governo onorifici e delicati incarichi in materia di danni di guerra e di riparazioni. Non più assorbito dalla attività di uno studio tecnico intensissimo, fu ancora consulente apprezzatissimo; mai rifiutò cooperazione e contributo alle manifestazioni filantropiche, per tante ragioni intensificatesi dopo la guerra, e diede ancora opera fattiva per tutto quello che rappresentava elevazione del cittadino prestigio.

Ben meritò dunque l'Ing. Isidoro Piani della Sua Trieste che Egli tanto predilesse ed amò, e la Sua memoria, resa più fulgida dalle rare doti e dalle preclari virtù di cittadino, vivrà onorata altamente. Sia questo il migliore conforto per la desolata famiglia, cui Egli diede in ogni momento tesori d'affetto e alla quale la A.E.I., inchinandosi reverente, invia l'espressione del suo profondo cordoglio.

G. SARTORI.

.. .. ATTIVITÀ DELLE SEZIONI .. ..

SEZIONE DI NAPOLI (Via Chiaia, 216).

7 Luglio - ore 21,30. — TOLOMEO Ing. Domenico: « Segnalazione luminosa del traffico stradale ».

21 Luglio - ore 21,15. — FOCACCIA Ing. Prof. Basilio: « Sulle perdite di trasformatori a corrente costante » e TOLOMEO Ing. Domenico: « Della distribuzione delle tensioni in circuito ad anello alimentato a corrente costante ».

SEZIONE DI TORINO (Via XX Settembre, 36).

19 e 20 Luglio. — Visita agli impianti ferroviari delle linee Savona-Ventimiglia e Ventimiglia-Cuneo, per gentile invito del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani, organizzatore della gita.

Fatevi Soci vitalizi!

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.* (I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 25 Luglio 1931 - ANNO IX N. 21

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Novità nel Giornale: Bibliografia - Documentazione.

In un numero precedente (vedi *L'Elettrotecnica* del 15 giugno, pag. 393) abbiamo accennato agli studi in corso per introdurre nel giornale alcune novità intese a facilitare il lavoro di consultazione e di documentazione. A questo proposito dobbiamo farci anzitutto queste domande: Che cosa chiedono i lettori? Quali esigenze essi hanno? Fino a qual punto è possibile accontentarli?

Considerando queste domande la redazione è stata indotta facilmente a « classificare » i lettori come segue:

i *rilegatori* che conservano le annate complete,

i *distruttori* che fanno scempio della rivista per conservare solo gli articoli che loro interessano.

La prima categoria è la più nobile e, inevitabilmente, gode della particolare simpatia di ogni redazione. Conservare il giornale in ben ordinati volumi è certamente il più simpatico, affettuoso riconoscimento dell'importanza assunta dalla rivista e del suo valore intrinseco. Bisogna però riconoscere che, per poche riviste che si ricevano, l'appesantimento annuo della biblioteca personale è considerevole. Da ciò la necessità, per molti tecnici di *estrarre* dalla rivista gli articoli che li interessano.

Ciascuna delle due categorie ha esigenze particolari.

I rilegatori hanno bisogno di una documentazione a schede (fiches). Gli indici annuali sono scomodi per ricerche assai estese nel tempo; gli indici quinquennali della R. G. E. segnano già un progresso notevole e sono di indiscussa utilità.

Anche la A. E. I. aveva cominciato a pubblicare gli indici, decennali e settennali degli Atti; si era pensato di farlo anche per *L'Elettrotecnica* ma vi si è dovuto rinunciare specialmente in vista della forte spesa necessaria.

Ad ogni modo gli indici anche riassuntivi, non potranno mai raggiungere la praticità della documentazione a schede, che ciascuna rivista dovrebbe fornire già pronte: basterebbe stampare su una delle facciate riservate alla pubblicità i talloncini bibliografici degli articoli pubblicati in quel numero (autore, titolo, sommario, rivista, data, da pag.... a pag...., n. figure).

I distruttori debbono invece classificare, in un ordine logico, i documenti estratti (strappati) dalla rivista. Questo lavoro di smembramento dovrebbe essere sempre possibile, per evitare noiosi richiami; ciò esige che tutti gli articoli comincino colla facciata di destra (in genere facciata dispari).

La rivista perfetta, cioè quella che accontenta insieme i desideri dei rilegatori e dei distruttori, dovrebbe dunque *alimentare automaticamente la bibliografia a schede e far cominciare gli articoli al principio della facciata di destra.*

Ci riserviamo di considerare in un prossimo numero che cosa può fare in questo campo *L'Elettrotecnica.*

La fotoelettricità e le sue applicazioni.

I fenomeni fotoelettrici forniscono forse uno dei più mirabili esempi di quel *doppio volto* che così spesso presentano le conquiste scientifiche. Mentre invero da un lato essi hanno fornito prove fra le più brillanti e convincenti a sostegno di quella teoria dei quanti che ha dominato e domina tuttora così gran parte della fisica teorica moderna, sono stati dall'altro sfruttati nelle applicazioni pratiche più svariate e vorremmo dire, per contrasto, più volgari. E' il medesimo fenomeno che mentre forniva quasi un substrato tangibile alle ardite concezioni di Planck, viene oggi piegato ad operazioni che potremmo chiamare di polizia nei così detti « sbarramenti invisibili », o addirittura ad operazioni di conteggio automatico di cose o di persone.

Pochi saranno i colleghi che non conoscano la costituzione o quanto meno la esistenza di quelle moderne cellule fotoelettriche senza inerzia apprezzabile, che costituiscono la base di applicazioni che vanno sempre più entrando nella consuetudine della vita di ogni giorno. Non molti saranno, per contro i lettori che conoscano del fenomeno fotoelettrico le particolarità meno appariscenti e gli ultimi sviluppi che la tecnica della fotoelettricità ha subìto, in ciò che concerne la realizzazione degli « *elementi* » e le loro innumerevoli possibilità di impiego.

Agli uni ed agli altri siamo certi tornerà particolarmente gradita la lettura della limpida memoria che dobbiamo al Prof. TODESCO e che dà un quadro completo e quanto mai suggestivo di ciò che finora si è fatto, in laboratorio e fuori, per far rispondere il fenomeno fotoelettrico alle più svariate richieste.

Teoria dei circuiti di raddrizzamento.

Il continuo estendersi delle applicazioni dei raddrizzatori rende ogni giorno più interessante lo studio dei dispositivi di livellamento della corrente raddrizzata. Questo problema è un caso particolare fra i molti, che dovrebbero essere compresi in una più vasta teoria dei circuiti elettrici, definiti da parametri (di resistenza, induttanza e capacità) non già costanti, ma variabili (1). Il raddrizzatore è infatti un caso tipico di elemento di circuito, la cui resistenza è variabile con la grandezza e principalmente col senso della tensione applicata.

Una tale teoria non è per ora formulabile, se non in termini assai generici, ma parecchi studi interessanti (2) vanno forse preparando le basi di una teoria più completa e concreta. Un contributo pregevole a tali studi ci sembra sia recato dalla nota del Prof. CARRARA, che pubblichiamo in questo fascicolo e che riguarda in particolare quei circuiti di raddrizzamento, in cui si usano i moderni interessanti diodi a catodo caldo e a vapore di mercurio. Si tratta di apparecchi in certa guisa intermedi fra i raddrizzatori elettronici ad alto vuoto e quelli ordinari a mercurio, che appariscono destinati a crescente diffusione.

Lo studio teorico non può farsi, se non partendo da una qualche ipotesi, che definisca il comportamento del raddrizzatore in sè stesso, che ne fissi cioè la così detta « caratteristica », ossia la relazione fra tensione e corrente. Per definire l'azione livellatrice delle reattanze il Carrara ha adottato l'ipotesi, che la resistenza del raddrizzatore si possa considerare infinita nel verso vietato e che la caduta di tensione possa ritenersi costante e indipendente dalla intensità di corrente nel verso permesso. Pur con ipotesi così semplici, lo studio analitico presenta non lievi difficoltà, che sono state ingegnosamente superate dall'autore col risultato di giungere a relazioni più utili e comprensive di quelle finora note, e basate sull'analisi armonica delle curve di tensione raddrizzata. Ci si può ad ogni modo fare un'idea della difficoltà di seguire e di padroneggiare con la teoria lo svolgimento dei fenomeni elettro-magnetici nei circuiti di raddrizzamento, se si pensa, che la trattazione ha dovuto limitarsi a considerare l'azione livellatrice di sole induttanze e non quella di combinazioni di induttanze e capacità, quali abitualmente si adottano nella pratica, proporzionandone gli elementi con criteri tuttora relativamente empirici.

LA REDAZIONE.

(1) G. VALLAURI: « Convertitori statici di corrente elettrica » - *L'Elettrotecnica*, 25 marzo 1926, vol. XIII, n. 9, pag. 182 e segg.

(2) Si vedano ad es. le note di G. SACERDOTE in questo giornale « Su una teoria dei circuiti raddrizzatori », 15 novembre 1929, vol. XVI, n. 32, pag. 718 e « Prove su raddrizzatori a ossido di rame » 15 febbraio, vol. XVII, n. 5, pag. 106.

LA FOTOELETTRICITÀ NEI SUOI RECENTI SVILUPPI TEORICI ED APPLICATIVI

G. TODESCO

In questo articolo di carattere monografico l'A. presenta un quadro sintetico delle questioni teoriche e dei problemi pratici inerenti al capitolo della Fotoelettricità.

Premesso qualche richiamo sugli effetti fotoelettrici di Hertz e di May-Smith, l'A. espone dettagliatamente i criteri costruttivi delle moderne cellule elettroniche e fotoresistenti. Segue lo studio dei vari sistemi di amplificazione termoionica delle correnti fotoelettriche e la descrizione delle principali applicazioni scientifiche e tecniche della fotoelettricità.

I risultati di qualche ricerca personale — specialmente in ciò che concerne l'amplificazione delle correnti fotoelettriche e l'applicazione delle cellule a misure polarimetriche, fotometriche e di ritardi ottici sono riferiti dall'A. nel corso dell'esposizione.

INTRODUZIONE.

Può sembrare strano che il fenomeno fotoelettrico, scoperto una quarantina d'anni or sono, abbia dato luogo solo recentemente a quell'enorme sviluppo di pratiche applicazioni che hanno grandemente arricchito il campo delle nostre possibilità tecniche, recandoci la desiderata soluzione di un certo numero di problemi, la cui importanza pratica si fa palese ormai — attraverso ad applicazioni ben note e diffuse — anche a coloro che non si occupano particolarmente di questioni scientifiche e tecniche.

La ragione di ciò si ricava da un duplice ordine di considerazioni. In primo luogo, la comprensione esatta dei principi teorici che presiedono alla manifestazione dell'effetto fotoelettrico si è maturata solo in tempi relativamente recenti con l'affermarsi della *teoria dei quanta* — enunciata dal Planck ed applicata dall'Einstein al caso che ci interessa — e con la enunciazione, per parte di Pohl e Pringsheim di leggi precise che, sceverando i vari aspetti del fenomeno, hanno apportato una notevole chiarezza nell'interpretazione dei complicati fatti osservati sperimentalmente.

D'altro canto, solo in questi ultimi anni il perfezionamento dei mezzi tecnici ha messo l'industria in grado di applicare razionalmente i resultati teorici di cui sopra, alla costruzione di congegni — cellule fotoelettriche o elementi fotoresistenti — che consentono lo sfruttamento, praticamente perfetto, del fenomeno fotoelettrico.

Si deve dire anzi a questo proposito, che nel campo della fotoelettricità — più che in ogni altro — si è dimostrata particolarmente evidente la proficua utilità di una stretta collaborazione fra scienza e tecnica. I frutti più cospicui di questa collaborazione, si son potuti cogliere associando alla cellula fotoelettrica un altro mirabile congegno elettronico che giusto di recente è stato portato ad un altissimo grado di perfezione: *la lampada a tre elettrodi o triodo.* Il binomio *cellula-triodo* ha permesso la realizzazione di svariati dispositivi originali ed interessanti, sia nell'ambito della Fisica propriamente detta che in quella della Radiotecnica; ed il campo delle possibili applicazioni, lungi dall'esaurirsi, va continuamente estendendosi.

Uno sguardo, per quanto sintetico, ai recenti sviluppi teorici e applicativi della fotoelettricità, presuppone il richiamo delle leggi e dei fenomeni fondamentali che costituiscono l'intima essenza del fenomeno fotoelettrico e lo studio dei metodi d'amplificazione delle correnti fotoelettriche che conducono alla realizzazione degli svariati dispositivi coi quali si sfrutta a scopo scientifico od applicativo la trasformazione di energia luminosa in energia elettrica.

Divideremo perciò il nostro studio come segue:

I. — Effetto fotoelettrico esterno (normale e selettivo).
II. — Effetto fotoelettrico interno o di conducibilità.
III. — Cellule fotoelettriche elettroniche (a metalli alcalini).
IV. — Cellule a fotoresistenza.
V. — Amplificazione delle correnti fotoelettriche.
VI. — Applicazioni allo studio di intensità luminose costanti (o a variazione lenta).
VII. — Applicazioni allo studio di intensità luminose rapidamente variabili.

I. - L'effetto fotoelettrico esterno (normale e selettivo).

1. - Esperienze di Hertz.

Lo studio dell'influenza della luce sui corpi carichi di elettricità — originato dalle celebri esperienze di Hertz del 1887 — aveva condotto sin da quell'epoca ad osservare che una lamina metallica, caricata negativamente, perde con rapidità la sua carica se è sottoposta all'azione di un fascio di raggi ultravioletti.

Il fenomeno è causato da una emissione di elettroni per parte della superficie investita dalle radiazioni, emissione che si effettua in tutte le direzioni possibili formanti angoli da 0 a 180° con quella dei raggi incidenti. Se davanti alla lamina caricata negativamente si pone un conduttore metallico collegato col polo positivo della batteria di carica, è possibile raccogliere in un galvanometro sensibilissimo posto in circuito con la batteria stessa, una *corrente fotoelettrica* e misurarne l'intensità che risulta funzione della lunghezza d'onda della radiazione incidente. Ad evitare che il fenomeno sia complicato da effetti di jonizzazione provocati sull'aria ambiente dalla luce ultravioletta, è necessario operare in un vuoto molto spinto. I risultati delle misure effettuate in tal modo mostrano che la corrente fotoelettrica I decresce rapidamente al crescere della lunghezza d'onda λ e si annulla per una lunghezza d'onda limite λ_0 che varia da metallo a metallo e che, per la maggior parte di essi, è situata nell'ultravioletto. (1)

2. - L'effetto fotoelettrico normale.

La curva $I = f(\lambda)$ ha in ogni caso l'andamento continuamente decrescente rappresentato in fig. 1 ed è caratteristica dell'effetto fotoelettrico che chiameremo *normale* per distinguerlo da un altro tipo di effetto fotoelettrico di cui ci occuperemo fra poco.

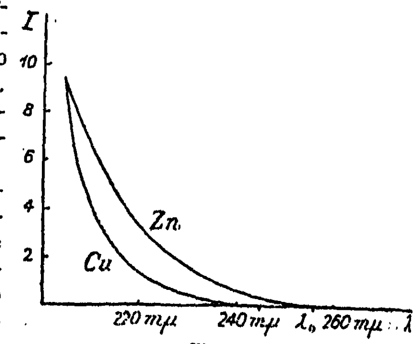


Fig. 1.

L'effetto fotoelettrico normale soggiace alle seguenti leggi ricavate dall'esperienza:

1° Esiste per ogni metallo una determinata lunghezza d'onda al disopra della quale non è possibile provocare l'effetto fotoelettrico per quanto intensa sia la radiazione incidente. Al disotto di questo limite l'effetto in parola si manifesta tanto più intensamente quanto più piccola è la lunghezza di onda.

2° A parità di lunghezza d'onda, il numero di elettroni liberati in seguito all'effetto fotoelettrico, cresce col crescere dell'energia luminosa incidente.

3° La velocità degli elettroni emessi è tanto maggiore quanto più grande è la frequenza della radiazione incidente, indipentemente dalla intensità di questa.

3. - Ipotesi interpretative.

L'interpretazione delle leggi ora enunciate, dedotte dalla esperienza, riesce impossibile nell'ambito della classica ottica ondulatoria, ed il fenomeno fotoelettrico fu indicato anzi, per molto tempo, come prova palese dell'insufficienza della teoria ondulatoria della luce a spiegare i fenomeni connessi con l'emissione e l'assorbimento della energia raggiante.

Restano infatti assolutamente incomprensibili, nell'ambito di quella teoria: in primo luogo, l'esistenza di una lunghezza d'onda limite al disopra della quale l'effetto fotoelettrico bruscamente scompare, il che è in aperto contrasto con la continuità — implicitamente ammessa dalla teoria ondulatoria — degli effetti energetici provocati dalle radiazioni; secondariamente, il fatto che il numero degli elettroni emessi debba dipendere dalla intensità della radiazione incidente, mentre coi concetti della teoria ondulatoria sarebbe facile, se mai, comprendere che dalla quantità di energia incidente dovesse dipendere la loro velocità; ed infine la circostanza che tale velocità aumenta col crescere della frequenza della radiazione in arrivo, col che si viene ad assegnare all'elemento frequenza un significato energetico del tutto singolare ed assolutamente nuovo nell'ambito della teoria delle onde.

E' noto come l'interpretazione dell'effetto fotoelettrico e delle sue leggi riesca invece del tutto semplice e quasi intuitiva, se si ammette la *teoria quantica* dell'energia raggiante la quale trova proprio in questa interpretazione una delle sue più brillanti conferme sperimentali.

La teoria dei quanti, enunciata dal Planck nel 1901 ed applicata all'effetto fotoelettrico dall'Einstein nel 1905, ammette la struttura discontinua dell'energia e postula che l'emissione dell'energia raggiante, in particolare della luce, avviene per mezzo di quantità discrete: *i quanti di luce,* ciascuno dei quali reca con sè una provvista limitata ϵ di energia, proporzionale alla frequenza γ della radiazione che la trasporta, secondo la classica relazione di Planck:

$$\epsilon = h\,\gamma$$

dove h è una costante universale.

---

(1) Fanno eccezione i metalli alcalini, per i quali tale lunghezza d'onda è notevolmente spostata verso la regione visibile dello spettro.

L'essenza del fenomeno fotoelettrico, secondo la teoria quantica, si riconduce allora a ciò che, se un quanto di luce in moto viene a colpire l'atomo in maniera opportuna e se il suo contenuto di energia è sufficientemente grande, questo viene speso anzitutto per compiere il lavoro $\epsilon_0 = h \gamma_0$ di estrazione dell'elettrone dall'atomo: il resto dell'energia $\epsilon - \epsilon_0$ passo allo stato di energia cinetica dell'elettrone e gli comunica una velocità v, dipendente dalla sua massa m, per modo che sia soddisfatta la celebre relazione di Einstein:

$$\tfrac{1}{2} m v^2 = \epsilon - \epsilon_0 = h (\gamma - \gamma_0).$$

In tal modo, mentre l'esistenza dell'effetto fotoelettrico è subordinata al fatto che la provvista di energia del quanto di luce in arrivo sia, anche di poco, superiore al lavoro $h \gamma_0$ di estrazione dell'elettrone dall'atomo, viene d'altro canto chiaramente messa in rilievo la dipendenza dell'effetto in parola dalla frequenza della luce eccitatrice, ed il legame tra la frequenza stessa e la velocità degli elettroni emessi — che era, come abbiam visto, assolutamente incomprensibile al lume della teoria ondulatoria — acquista ora, in base alla relazione di Einstein sopra riportata, un significato evidente.

La teoria quantica interpreta dunque perfettamente le leggi dell'effetto fotoelettrico normale; e la formula di Einstein, che tali leggi riassume, sottoposta per parte del Millikan ad accurata verifica sperimentale, si è mostrata talmente in accordo coi fatti, da permettere la misura, mediante esperienze fotoelettriche, della costante h di Planck con una precisione di gran lunga maggiore a quella offerta da tutti gli altri metodi all'uopo sperimentati.

4. - L'effetto fotoelettrico selettivo.

Come si è visto, nell'effetto fotoelettrico normale l'intensità della corrente ottenibile aumenta, a parità delle altre circostanze, in modo continuo col diminuire della lunghezza d'onda della radiazione incidente. Nel 1910 Pohl e Pringsheim, operando sui metalli alcalini, trovarono che questi presentano, oltre l'effetto normale comune a tutti i metalli, un particolare effetto fotoelettrico, da essi denominato *selettivo*, che consiste in ciò: in prossimità di una determinata lunghezza di onda l'emissione elettronica diviene straordinariamente intensa, raggiunge un massimo, poi diminuisce ed infine torna a crescere regolarmente secondo la curva dell'effetto normale. In fig. 2 sono riportate la curva dell'effetto fotoelettrico normale (N) e quella globale dell'effetto normale più l'effetto selettivo ($N + S$) quali si ricavano sperimentalmente per un metallo alcalino nel modo che sarà fra poco indicato.

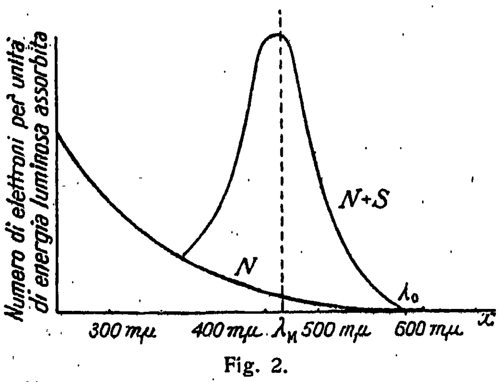


Fig. 2.

La lunghezza di onda alla quale compare il massimo, varia al variare del metallo alcalino adoprato pur mantenendosi in generale *nella regione visibile dello spettro* o in quella ultravioletta che la segue immediatamente. Secondo ricerche recenti di Miss Seiler i valori di tali lunghezze d'onda di massima emissione, sono, per i vari metalli sperimentati, i seguenti:

Litio	4050 Å
Sodio	4190 Å
Potassio	4400 Å
Rubidio	4730 Å
Cesio	5390 Å

I massimi di emissione corrispondenti a queste lunghezze d'onda, possono essere *qualche centinaio di volte più grandi* dell'effetto normale. Si comprende quindi la grande importanza dell'effetto fotoelettrico selettivo per le applicazioni pratiche della fotoelettricità ed il progresso recentemente realizzato nella tecnica costruttiva delle cellule fotoelettriche, dovuto appunto all'impiego dei metalli suddetti.

La distinzione tra effetto normale ed effetto selettivo, è essenziale per lo studio della fotoelettricità dei metalli alcalini ed ha gettato una chiara luce su un complesso di fenomeni il cui studio aveva spesso condotto, prima delle menzionate ricerche di Pohl e Pringsheim, a risultati discordanti e contradditori. Si è riconosciuto infatti ben presto a questo proposito un fatto di capitale importanza: mentre l'effetto fotoelettrico normale presentato da tutti i metalli, non dipende dallo orientamento del piano di polarizzazione della luce rispetto al piano d'incidenza, l'effetto selettivo proprio dei metalli alcalini, è assai sensibile a tale orientamento e ne dipende in guisa che è possibile, per una conveniente orientazione di quel piano, annullarlo completamente lasciando sussistere solo l'effetto normale. Sperimentando con amalgame liquide di sodio e potassio — per mezzo delle quali è agevole realizzare una superficie ben piana che permetta di definire facilmente l'angolo di incidenza del fascio di radiazioni in arrivo — e servendosi di un nicol per cambiare l'orientamento del piano di polarizzazione della luce incidente, Pohl e Prigsheim hanno riconosciuto che l'*effetto selettivo è provocato esclusivamente dalla componente normale alla superficie in esame, del vettore elettrico dei raggi incidenti.* E siccome in un raggio polarizzato nel piano di incidenza il vettore elettrico è, come è noto, perpendicolare a questo piano, se ne deduce che *un raggio normale alla superficie considerata non produce effetto fotoelettrico selettivo.* In fig. 3 sono riportate le correnti fotoelettriche selettive ottenibili per diversi valori dell'angolo di incidenza in funzione della lunghezza d'onda. Si rileva nettamente il crescere della corrente fotoelettrica mano a mano che l'angolo sotto il quale la radiazione incidente colpisce la superficie di emissione, va diventando più acuto, ossia mano a mano che aumenta la grandezza della componente del vettore elettrico normale a tale superficie.

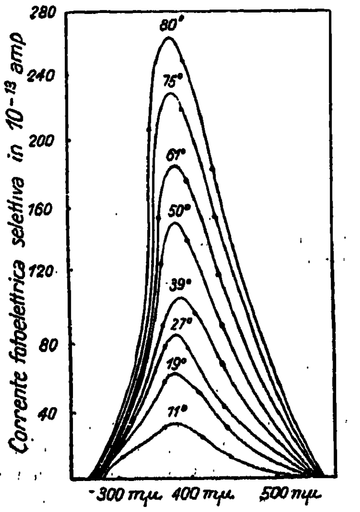


Fig. 3.

Le curve ora riportate prendono in considerazione soltanto l'effetto selettivo. In realtà, dalla esperienza non è possibile ricavare se non la somma dei due effetti normale e selettivo che sono entrambi presenti, ma poichè, come abbiamo visto, quest'ultimo effetto può essere annullato — almeno sperimentando con superfici ben piane — per un conveniente orientamento del piano di polarizzazione della radiazione incidente, così è possibile addivenire alla separazione dei due effetti.

Si è visto che l'effetto fotoelettrico selettivo non si manifesta quando la radiazione incidente è diretta perpendicolarmente alla superficie sensibile. Poichè nella pratica si ha generalmente a che fare con fasci di radiazioni che cadono proprio normalmente a tale superficie, parrebbe a prima vista che l'effetto selettivo — pur essendo quello che dà luogo alle correnti fotoelettriche più intense — fosse praticamente inutilizzabile per le applicazioni. Ciò sarebbe vero a stretto rigore se le superfici sensibili con le quasi si opera nella tecnica fossero perfettamente piane come quelle — appositamente realizzate con amalgame liquide — che han servito per stabilire sperimentalmente le leggi suaccennate. In realtà accade invece che i processi di introduzione nell'ampolla fotoelettrica della sostanza sensibile, conducono alla formazione di uno strato solido tutt'altro che piano costituito da una successione irregolare di faccette cristalline o da un assieme di minutissime goccioline solidificate che presentano indifferentemente tutte le orientazioni; non si può dunque parlare di un ben definito valore dell'angolo di incidenza; anzi tutti i valori di tale angolo sono statisticamente possibili qualunque sia la direzione del fascio luminoso che colpisce la superficie sensibile.

Speciale considerazione merita il fatto, scoperto nel 1913 da Elster e Geitel, che è possibile aumentare di molto la sensibilità fotoelettrica selettiva dei metalli alcalini facendo loro subire un opportuno trattamento che conduce alla probabile realizzazione di un *idruro alcalino* particolarmente sensibile alla luce. Con tale trattamento si ottengono effetti selettivi marcatissimi in corrispondenza di lunghezze d'onda di massima emissione che resultano spostate verso la regione meno refrangibile dello spettro, il che è un vantaggio per le applicazioni pratiche. Recenti ed accurate misure eseguite in proposito da Miss Seiler hanno dato i seguenti valori per le lunghezze d'onda in parola:

Idruro di sodio	4270 Å
» potassio	4560 Å
» rubidio	4810 Å
» di cesio	5400 Å

L'interpretazione teorica dell'effetto fotoelettrico selettivo non è agevole nemmeno nell'àmbito della teoria quantica. La forma particolare delle curve ottenute sperimentalmente ha fatto pensare all'esistenza di uno speciale fenomeno di risuonanza provocato nell'interno dell'atomo dalla radiazione incidente, ma una teoria formulata in pro-

posito da Sommerfeld e Debye conduce a risultati che, se interpretano abbastanza bene l'effetto selettivo, sono in aperto contrasto con la legge di Einstein sull'effetto normale.

Manca perciò ancora, allo stato attuale delle nostre conoscenze, una teoria dell'effetto fotoelettrico che renda conto compiutamente dei fenomeni descritti in tutta la loro complessità.

II. - L'effetto fotoelettrico interno o di conducibilità.

5. - Il fenomeno May-Smith.

Il fenomeno fotoelettrico sin qui preso in esame, consiste in una emissione *superficiale* di cariche elettriche negative provocato dalla luce. V'è un'altra specie di effetto fotoelettrico in cui la luce, anzichè provocare l'emissione di elettroni da una specie metallica caricata negativamente, causa una variazione di resistenza elettrica in certi corpi generalmente cattivi conduttori dell'elettricità. Tale variazione di resistenza, che si può mettere in evidenza inserendo la sostanza fotosensibile in un circuito contenente un elettromotore ed un indicatore di corrente, segue fedelmente — ed abbastanza prontamente — le variazioni d'intensità luminosa incidente. Il fenomeno in parola — conosciuto dai fisici col nome di *effetto May-Smith* — fu scoperto casualmente nel selenio e si riconobbe poi che la stessa proprietà è presentata da un gran numero di solfuri metallici, sia allo stato naturale (*acantite, bismutina, antimonite, galena,* ecc.) che preparati artificialmente (solfuro d'argento, di piombo, di tallio, ecc.). Si tratta in generale di sostanze semi-conduttrici che presentano una resistenza elettrica dell'ordine del megaohm al buio; quando esse sono intensamente illuminate, questa resistenza può calare sino al 50 % o anche meno del primitivo valore.

6. - Ipotesi interpretative.

Circa l'interpretazione teorica del fenomeno fotoelettrico di conducibilità, ben poco si può dire di preciso, per quanto numerose teorie siano state all'uopo proposte sin dal 1875. Per spiegare specialmente il comportamento del selenio, si è successivamente pensato:

a) alla presenza di due varietà di selenio una più conduttrice e una meno, trasformabili l'una nell'altra per un'azione di tipo fotochimico esercitata dalla luce (Siemens 1875, Uljamin 1888);

b) all'esistenza nel selenio di impurezze contenute sotto forma di seleniuri metallici i quali condurrebbero bene la corrente elettrica e si formerebbero specialmente sotto l'azione della luce (Bidwell 1891);

c) ad una particolare azione della luce secondo cui quest'ultima, penetrando negli strati superficiali del selenio conferirebbe agli elettroni contenuti negli atomi una energia sufficiente a metterli in libertà, ma la velocità da essi acquisita per azione delle radiazioni visibili (quelle che aumentano la conducibilità) essendo insufficiente per permetter loro la fuoriuscita dal corpo, gli elettroni stessi andrebbero ad aumentare il numero di quelli già disponibili per il trasporto della corrente e per conseguenza ad aumentare la conducibilità del corpo stesso (Pfund, Amaduzzi, 1909).

Quest'ultima teoria, che è la più accreditata oggi, può applicarsi, oltre che al selenio, a tutti i corpi che presentano il fenomeno della fotoconducibilità. Ma essa non interpreta tutti i fatti osservabili nelle condizioni descritte, che sono per natura loro complicati e talvolta contraddittori. Così, in particolare, la teoria andrà completata per fornire l'interpretazione della sensibilità nettamente *selettiva* mostrata dalla maggior parte dei preparati fotoresistenti (da 0.5 micron per il selenio a 1 micron per le cellule al solfuro di tallio).

Comunque l'effetto fotoelettrico di conducibilità è suscettibile di rendere in pratica gli stessi servigi dell'effetto fotoelettrico esterno, almeno dal punto di vista della sensibilità. Non può dirsi lo stesso per ciò che riguarda il requisito della *prontezza*. Mentre infatti l'effetto fotoelettrico esterno segue senza inerzia apprezzabile le variazioni della intensità luminosa incidente, l'effetto May-Smith presenta, nella maggior parte dei casi — ed in misura rilevante per il selenio — il fenomeno della cosidetta *fatica fotoelettrica* sul quale avremo occasione di tornare ampiamente in seguito.

III. - Le cellule fotoelettriche elettroniche (a metalli alcalini).

7. - Criteri costruttivi.

Dalle considerazioni teoriche e dalle ricerche sperimentali sin qui esposte, si ricavano i criteri da seguire nella costruzione di apparecchi che consentano il razionale sfruttamento del fenomeno fotoelettrico per le applicazioni scientifiche e tecniche.

L'utilizzazione dell'effetto fotoelettrico esterno porta alla costruzione di congegni denominati *cellule fotoelettriche elettroniche*. Essi devono soddisfare principalmente al requisito di fornire una corrente fotoelettrica intensa in corrispondenza di lunghezze d'onda determinate appartenenti alla regione visibile dello spettro o anche — in vista di particolari ricerche ed utilizzazioni — alle regioni immediatamente al di quà o al di là del visibile (ultrarosso ed ultravioletto).

Le considerazioni svolte precedentemnte ci assicurano che a tali condizioni si potrà pienamente soddisfare ricorrendo all'effetto fotoelettrico selettivo e scegliendo perciò come superficie sensibile quella di un metallo alcalino. La scelta del metallo dipenderà dalla ragione dello spettro nella quale si desidera operare. Così per la luce bianca delle comuni sorgenti incandescenti, si presteranno ottimamente il potassio o il rubidio mentre per la regione più refrangibile dello spettro (violetto ed ultravioletto) si potranno scegliere vantaggiosamente il sodio e il litio, riservando l'uso del cesio alla regione gialla od aranciata dello spettro visibile. Non esistono attualmente cellule fotoelettriche elettroniche sensibili al rosso od all'ultrarosso: ma in quest'ambito di lunghezze d'onda funzionano ottimamente i tipi di cellule a fotoresistenza di cui ci occuperemo fra breve.

In ogni caso la superficie del metallo alcalino dovrà essere opportunamente *sensibilizzata* mediante il trattamento cui si è accennato in precedenza e che si deve ad Elster e Geitel. Secondo le indicazioni di tali autori, trattandosi ad esempio di cellule al potassio, si distilla prima il metallo nel vuoto e poi nell'idrogeno sotto la pressione di un terzo di atmosfera. In queste condizioni si forma nell'ampolla una sostanza bianca insensibile alla luce che molto probabilmente è un idruro di potassio. In seguito l'idrogeno viene rarefatto sino alla pressione di 1 o 2 mm di mercurio e fra gli elettrodi della cellula vien fatta passare una scarica elettrica ad alta tensione in modo da aversi un bombardamento elettronico della superficie sensibile. Sotto l'azione di questo trattamento che può avere solo la durata di qualche secondo, la superficie bianca dell'idruro di potassio si colora vivamente in violetto per la probabile formazione di una *soluzione colloidale del metallo nel suo idruro.* La superficie è così sensibilizzata e pronta per l'uso. Questo aumento di sensibilità è senza dubbio in relazione col fatto che la struttura scabrosa della superficie eterogenea formatasi col procedimento descritto, permette una migliore utilizzazione dell'effetto fotoelettrico selettivo, per le ragioni viste in precedenza.

Con lo stesso trattamento ora esposto nel caso del potassio, si ottiene per il sodio una tinta giallo-bruno, per il rubidio una debole tinta azzurro-violacea e per il cesio una tinta verdastra.

Preparata la superficie sensibile, occorre ancora estrarre le ultime traccie di idrogeno, e riempire l'ampolla con un gas neutro alla pressione di circa un mm di mercurio. Quando infatti si stabilisce tra gli elettrodi della cellula una certa differenza di potenziale, si ottiene una corrente fotoelettrica che, a parità di energia luminosa incidente, va crescendo col crescere di tale d.d.p. finchè raggiunge un massimo (*corrente di saturazione*) oltrepassato il quale un ulteriore accrescimento di tensione agli elettrodi resterebbe senza effetto perchè gli elettroni emessi dalla superficie sensibile, per quella data energia luminosa incidente, son tutti catturati dall'elettrodo positivo.

Se si lasciasse un vuoto elevato nell'ampolla fotoelettrica, la corrente di saturazione in parola verrebbe raggiunta assai presto per valori anche modesti del potenziale acceleratore. La presenza di un gas nell'interno della cellula fa sì che gli elettroni emessi in corrispondenza di un dato campo acceleratore possono, jonizzando per urto le molecole neutre del gas che incontrano lungo il loro cammino, provocare la formazione di nuovi elettroni che contribuiscono ad aumentare notevolmente la corrente fotoelettrica.

Il gas adoperato deve essere puro il più possibile e neutro dal punto di vista chimico: si utilizza perciò un gas nobile, generalmente il neon.

8. - Curve caratteristiche.

Una volta preparata la cellula nel modo anzidetto, occorre eseguirne la taratura, ossia rilevarne la *curva caratteristica.* Dei vari parametri da cui dipende la corrente ottenibile con una cellula fotoelettrica (distanza degli elettrodi, volume e pressione del gas introdotto, tensione agli elettrodi, energia luminosa e lunghezza d'onda della radiazione incidente) quello che più importa nelle applicazioni pratiche, per un determinato tipo di cellula, è il potenziale acceleratore. Si comincierà quindi col costruire la curva della corrente fotoelettrica in funzione di tale potenziale. Si ottiene così un diagramma che ha generalmente l'aspetto di quello riportato in fig. 4. La corrente di saturazione non è mai praticamente raggiunta con le cellule a gas neutro perchè assai prima di arrivare al valore corrispondente del potenziale acceleratore, si inizia attraverso alla cellula stessa un processo di scarica in gas rarefatto che la illumina (generalmente in rosso per la presenza del neon) e la rende insensibile alle ulteriori variazioni della energia luminosa incidente.

La tensione alla quale si inizia questa scarica disruptiva è stata denominata dai tedeschi « tensione di accensione » (Zündspannung). In

pratica occorre tenersi sempre al disotto di questo valore nell'adoperare la cellula, per non deteriorarla ed anche perchè, dopo essersi accesa, essa non ritorna perfettamente nelle primitive condizioni di sensibilità e si rende necessaria una nuova determinazione della curva caratteristica.

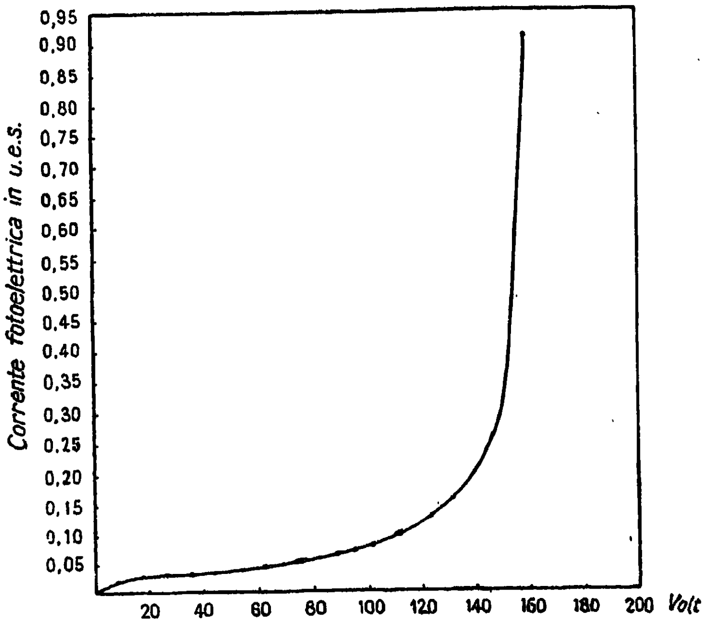


Fig. 4.

Sula scorta dei procedimenti ora esaminati, si costruiscono oggi delle ottime cellule a idruri alcalini in gas nobile la cui tensione di accensione si aggira attorno ai 120 volt. Esse sono costituite da una ampolla in quarzo od in vetro, di forma lenticolare, nell'interno della quale è deposta, previa argentatura di una delle pareti, la superficie sensibile preparata come si è detto. Ad una certa distanza da questa è situato l'anodo che ha generalmente la forma di un anello sul quale si adagia una griglia di fili metallici a larghe maglie. Due elettrodi connessi con la superficie sensibile (catodo) e con la griglia (anodo) escono dall'ampolla e servono per la connessione della cellula con la batteria di tensione e con gli apparecchi di misura. Cellule del tipo ora descritto non lasciano nulla a desiderare in ordine alla sensibilità, alla costanza, ed alla prontezza. (2)

Mediante il loro uso è stato infatti possibile a Rougier di ottenere una corrente di $4{,}5.10^{-11}$ amp. per una illuminazione di un lux su una superficie di un cm^2; ad Elster e Geitel di confermare definitivamente la rigorosa proporzionalità esistente fra la corrente fotoelettrica e l'energia luminosa incidente, facendo variare l'illuminazione della cellula nei vasti limiti compresi fra $2{,}4.10^{-6}$ e 30.000 lux; ed infine a Marx e Lichteneker di dimostrare la prontezza del fenomeno fotoelettrico fino a durate d'illuminazione dell'ordine di 10^{-7} secondi.

IV. - Le cellule a fotoresistenza.

9. - Cellule al selenio.

L'utilizzazione dell'effetto fotoelettrico di conducibilità (*effetto May-Smith*) porta alla costruzione di congegni denominati *cellule a fotoresistenza*, per distinguerli dalle *cellule elettroniche* che utilizzano invece l'effetto fotoelettrico esterno.

Una cellula a fotoresistenza (ad es. una cellula al selenio) è generalmente formata da un supporto isolante sul quale è avvolta una duplice spirale di filo conduttore. Il supporto così preparato viene portato a temperatura conveniente e una delle sue faccie è spalmata con la sostanza fotosensibile la quale fonde e si deposita fra gli interstizi della duplice spirale. Si ottiene così il vantaggio di diminuire alquanto la resistenza propria del materiale fotosensibile che è in generale elevatissima. Occorre poi, nel caso del selenio, sottoporre la cellula così preparata ad un trattamento termico speciale che consiste nel tenerla per varie ore in una stufa a temperatura di poco inferiore a quella di fusione e poi lasciarla raffreddare lentissimamente. Si forma così una varietà di selenio cristallina, di colore grigio-acciaio, sensibilissima alla luce.

(2) Ottime sotto ogni riguardo sono ad es. le cellule fornite dalla Casa Goetz di Lipsia delle quali si fa largo uso nell'Istituto fisico di Bologna. Sarebbe desiderabile che si iniziasse presto anche in Italia la fabbricazione su vasta scala di tali utilissimi congegni.

10. - Fatica fotoelettrica.

La cellula al selenio ha generalmente una sensibilità selettiva per le radiazioni gialle dello spettro: si comporta quindi all'incirca come il nostro occhio. Essa presenta però, come già si disse, un grave inconveniente: *l'inerzia o fatica fotoelettrica*. Quando infatti la cellula è colpita dalla luce, la diminuzione di resistenza non è immediata, ma avviene in un tempo sensibile e raggiunge la massima entità solo dopo qualche secondo. Alla soppressione della luce, la resistenza aumenta, ma non istantaneamente e non riprende mai con precisione il suo valore iniziale. Il nuovo valore della resistenza viene raggiunto in un tempo ancor più lungo di quello corrispondente alla fase di illuminazione. V'è in sostanza un fenomeno di isteresi che compromette il funzionamento della cellula alle illuminazioni pulsanti a frequenza elevata (da 8 a 10.000 Hertz in avanti).

In questi ultimi anni si è presentata per varie ragioni e in diversi campi la necessità di possedere dei rivelatori di radiazioni per la regione rossa ed ultrarossa dello spettro. Non essendo possibile costruire per tali lunghezze d'onda delle cellule fotoelettriche elettroniche (vi si oppone la nota concezione di *soglia fotoelettrica*), si è cercato di preparare delle cellule fotoresistenti che rispondessero allo scopo.

Sono stati studiati, specialmente dagli americani Case e Coblenz — che hanno intrapreso una ricerca sistematica in questo campo — molti solfuri minerali esistenti in natura od anche preparati artificialmente. Queste ricerche hanno condotto specialmente all'utilizzazione dei solfuri di bismuto (*bismutina*), di antimonio (*antimonite*) e di molibdeno (*molibdenite*) con resultati assai soddisfacenti per la sensibilità selettiva dei preparati stessi nella regione rossa ed ultrarossa dello spettro.

11. - Cellule al tallio.

Ma il primato in tal genere di cellule fotoresistenti, spetta senza dubbio alla cosiddetta « *talhofide* » scoperta dallo stesso Case nel 1921.

Si tratta di una opportuna combinazione di solfo, tallio e ossigeno che dà luogo ad un composto (ossisolfuro di tallio) particolarmente sensibile alla luce con un massimo ben marcato per $\lambda = 10.000$ Å.

La sostanza fotosensibile (solfuro talloso, Tl_2S), preparata per via umida, viene posta sopra un disco di quarzo riscaldato a temperatura conveniente e ivi distesa in strato sottilissimo. Poi il disco viene introdotto in una stufa per la ricottura che deve durare sinchè il Tl_2S (abitualmente nero) non abbia acquistato un bel colore grigio-acciaio.

E' questa, secondo il Case, la parte più delicata del procedimento giacchè è proprio in questa fase di esso che si manifesta la sensibilità alla luce (in causa di una conveniente ossidazione del Tl_2S prodotta dall'aumento di temperatura).

Il disco di quarzo così preparato viene munito di elettrodi convenienti e chiuso in un bulbo nell'interno del quale è fatto il vuoto, principalmente per preservare il composto fotosensibile dall'azione dell'umidità che si è dimostrata particolarmente deleteria.

Cellule al tallio molto sensibili sono state ottenute anche con procedimenti diversi da quello ora ricordato dovuto al Case (3), ma sempre provocando una conveniente ossidazione del solfuro talloso per azione della temperatura.

La curva di sensibilità della « talhofide » di Case, in funzione della lunghezza d'onda, è riprodotta in figura 5. Il massimo cade, come si è detto, sui 10.000 Å ossia nella regione ultrarossa dello spettro, ma una certa sensibilità si osserva ancora per l'estremo rosso.

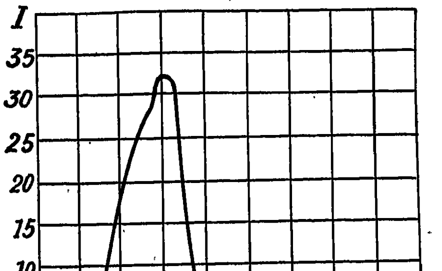


Fig. 5.

La caratteristica principale della cellula al tallio è quella di non possedere inerzia apprezzabile. Le variazioni di resistenza seguono immediatamente le fluttuazioni dell'intensità luminosa. Inoltre, a parità di tutte le altre condizioni, la cellula al tallio è più sensibile delle comuni cellule elettroniche.

Ciò spiega la preferenza che in questi ultimi anni è stata riserbata a questo tipo di cellule per le applicazioni di maggior impor-

(3) Q. Majorana e G. Todesco: « Preparazione delle cellule fotoelettriche al tallio » - Rendiconti Accademia Lincei, agosto 1928.

tanza pratica (televisione, cinema sonoro) delle quali avremo occasione di occuparci in seguito.

12. - Le cellule « Cuprox ».

Non vogliamo infine terminare questo paragrafo senza dire qualche parola di un nuovo tipo di cellula fotoresistente che, sebbene scoperta da pochissimo tempo, si è già mostrata suscettibile di importanti applicazioni. Alludiamo alla cellula ad ossido di rame o « cuprox » essenzialmente costituita da un elettrodo di rame rivestito a temperatura elevata da uno strato di ossido sul quale è premuto un secondo elettrodo pure di rame e foggiato a forma di rete per consentire l'illuminazione del complesso. Chiusa la cellula su di un galvanometro, questo strumento non indica corrente all'oscuro; segna invece una corrente di intensità proporzionale all'illuminazione, quando sulla cellula cade della luce. Si noti che il « cuprox » quando fra i suoi elettrodi sia posta una d. d. p. alternativa funziona come ottimo raddrizzatore. L'interesse della nuova cellula risiede nel fatto che essa fornisce correnti eccessivamente intense in confronto alle comuni cellule elettroniche o fotoresistenti. E' possibile p. es. ottenere da essa una corrente di $5{,}10^{-8}$ amp. per lux cm^2 a temperatura ordinaria (la sensibilità del « cuprox » varia assai con la temperatura), mentre in condizioni identiche una cellula fotoelettrica elettronica fornisce correnti dell'ordine di 10^{-10} A.

La teoria del « cuprox » non è ancora stata data. Sembra però che in questo tipo di cellula debbano pensarsi contemporaneamente presenti l'effetto fotoelettrico esterno (alla superficie di contatto ossido di rame-rame) e quello interno (nella massa dell'ossido di rame).

V. - Amplificazione delle correnti fotoelettriche.

13. - Generalità.

I numerosi accorgimenti suggeriti dalla teoria ed applicati nella tecnica costruttiva delle cellule elettroniche o fotoresistenti, pur consentendo la più razionale utilizzazione pratica dell'effetto fotoelettrico, non permettono di ottenere da una di tali cellule correnti fotoelettriche (dirette o conseguenti a variazioni di resistenza), superiori a qualche microampere nelle migliori condizioni di illuminazione. E' dunque necessario, in vista delle applicazioni pratiche, di aumentare ancor molto l'intensità di tali correnti ed a tal uopo si è pensato ben presto, da parte di vari sperimentatori, ad una loro amplificazione mediante l'uso di valvole a tre elettrodi.

Tale procedimento è applicabile sia alle cellule elettroniche che a quelle fotoresistenti e l'inserzione della cellula nel circuito amplificatore può farsi nello stesso modo per entrambi i tipi. L'unica differenza è che al buio v'è una *corrente di riposo* per le cellule fotoresistenti, mentre tale corrente non esiste nel caso delle cellule elettroniche, il che reca soltanto qualche modificazione di dettaglio ai valori numerici delle tensioni che alimentano il circuito amplificatore.

Ci riferiamo pertanto in ciò che segue alle cellule elettroniche restando inteso che le considerazioni esposte sono senz'altro applicabili alle cellule fotoresistenti, salvo le dette modificazioni di dettaglio.

L'associazione della cellula fotoelettrica alla valvola termojonica si è dimostrata particolarmente proficua e si deve ad essa la realizzazione della maggior parte delle numerose ed interessanti applicazioni scientifiche e pratiche della fotoelettricità che si sono andate sviluppando in questi ultimi anni. In tali applicazioni si tende generalmente a mettere in evidenza una certa intensità luminosa, di solito debolissima, che può restar costante o quasi nel tempo (fotometria stellare) oppure esser variabile con un certo ritmo più o meno celere (fotofoni, televisione). Si presentano quindi due problemi: amplificazione di una corrente fotoelettrica costante e amplificazione di una corrente fotoelettrica rapidamente variabile. Gli amplificatori termojonici risolvono egualmente bene i due problemi. L'amplificazione di correnti fotoelettriche costanti si presenta tuttavia più delicata per varie cause che saranno fra poco prese in esame. Tratteremo dapprima questo caso che ha dato origine ad interessanti applicazioni nel campo delle misure fisiche e radiotecniche, riservandoci di esaminare poi l'amplificazione delle correnti fotoelettriche a rapida variazione alternativa e le relative applicazioni.

14. - Amplificazione di correnti fotoelettriche costanti (o a variazione lenta).

Nel circuito di una cellula fotoelettrica, posta in serie con una batteria, si origina sotto l'influenza di una illuminazione costante, una corrente fotoelettrica costante che dura per tutto il tempo in cui persiste l'illuminazione, e che è dovuta ad un passaggio di elettroni dal catodo all'anodo della cellula.

Un primo metodo di amplificare questa corrente consiste nel collegare l'anodo della cellula fotoelettrica con la griglia di una valvola a tre elettrodi il cui filamento è connesso col polo positivo della batteria di tensione della cellula. Sotto l'azione della radiazione luminosa incidente, l'anodo della cellula e la griglia dell'audion assumono una carica negativa. La corrente di placca dell'audion subisce di conseguenza una limitazione che è messa in evidenza da un milliamperometro situato nel circuito di placca e che viene utilizzata in luogo della corrente fotoelettrica stessa.

Detta i l'intensità della corrente fotoelettrica da amplificare e C la capacità del complesso anodo-griglia, dopo un tempo dt la griglia assume rispetto al filamento un incremento (negativo) di potenziale du espresso dalla relazione:

$$du = -\frac{i}{C}\,dt.$$

Tale incremento di potenziale è, come si vede, tanto maggiore quanto minore è la capacità C: donde l'opportunità che il filo di connessione anodo-griglia sia cortissimo.

Il semplice metodo di amplificazione ora descritto non è scevro di inconvenienti principalmente per il fatto che, una volta accumulatasi sulla griglia dell'audion una certa carica negativa per effetto della illuminazione della cellula, essa non può dissiparsi se non attraverso agli inevitabili difetti di isolamento del triodo il che, mentre richiede un tempo che può essere dell'ordine di qualche secondo, si manifesta generalmente con modalità copricciose e variabili dipendentemente dall'indeterminatezza della resistenza di fuga costituita da tali difetti di isolamento. Ne deriva che il sistema cellula-triodo manca della prontezza necessaria per fare delle buone misure e fornisce una corrente amplificata estremamente inconstante.

Nell'intento di ottenere una rapida dissipazione della carica negativa acculatasi sulla griglia, si potrebbe pensare di ricorrere all'uso di triodi non perfettamente vuotati. Le traccie di gas contribuirebbero allora a mantenere nell'intorno della griglia una nube di joni positivi che potrebbero facilmente scaricarla. Ma è ovvio che in questo caso la presenza di quegli stessi joni positivi impedirebbe alla griglia di raggiungere elevati potenziali negativi in corrispondenza della illuminazione della cellula e ne resterebbe perciò notevolmente diminuita l'amplificazione ottenibile.

La presenza di traccie di gas nella valvola è dunque da considerarsi dannosa ed anzi, poichè in generale i triodi ne contengono sempre, si è costretti nella pratica, onde evitare la formazione di joni positivi, a lavorare con tensioni di placca molto ridotte (inferiori al potenziale di jonizzazione del gas) e ciò conduce naturalmente ad una ulteriore notevole diminuzione dell'amplificazione.

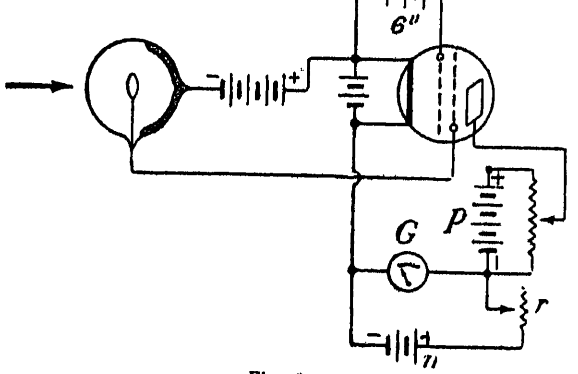


Fig. 6.

Per rimediare a questo inconveniente Ferrié, Jouast e Mesny hanno studiato un tipo di amplificatore per correnti fotoelettriche costanti basato sull'uso di una valvola a quattro elettrodi (bigriglia) col quale si sono ottenuti risultati soddisfacenti. La lampada bigriglia funziona infatti, come è noto, con tensioni di placca ridottissime, pur fornendo una notevole amplificazione. Lo schema del circuito adoprato dai suddetti autori è rappresentato in fig. 6. La seconda griglia della valvola è connessa al solito con l'anodo della cellula mentre la prima è resa leggermente positiva rispetto al filamento.

In tal modo tutto avviene come se gli elettroni fossero emessi da questa griglia anzichè dal filamento e poichè le due griglie sono molto vicine tra loro, la lampada possiede un elevato coefficiente di amplificazione. Sul circuito di placca è posto l'apparecchio di misura il cui indice resta allo zero quando la cellula non è illuminata, perchè la corrente di riposo del circuito stesso, è annullata mediante una corrente in senso contrario fornita da una pila con l'intermediario di una resistenza.

Con questo amplificatore è possibile ottenere, quando la cellula è fortemente illuminata, una variazione della corrente di placca del-

'ordine del mezzo milliampère. Si ha dunque, in confronto al metodo precedente, un notevole aumento di sensibilità, ma persistono tuttavia gli inconvenienti relativi alla lentezza del ritorno a zero dell'ago dell'apparecchio di misura dopo ogni illuminazione della cellula e quello della instabilità della deviazione ottenuta, per le cause già in precedenza esaminate.

La realizzazione di un tipo di amplificatore per correnti fotoelettriche che sia ad un tempo sensibile, pronto e costante, non è un problema semplice principalmente per la natura stessa dei fenomeni che hanno luogo nella cellula fotoelettrica e nella valvola a tre elettrodi, fenomeni che, come è noto, dipendono da un gran numero di parametri la costanza di ciascuno dei quali, durante l'esperienza, va tenuta in debito conto per il raggiungimento dello scopo in questione.

E' sembrato perciò utile allo scrivente, in vista di alcune applicazioni che saranno fra poco prese in esame, intraprendere un accurato studio delle condizioni di funzionamento di tali dispositivi in ordine alla possibilità di ottenere forti amplificazoni entro vasti limiti di variazione dell'illuminazione della cellula e deviazioni pronte e sopratutto stabili degli apparecchi di misura destinati a mettere in evidenza le correnti fotoelettriche amplificate. Tali studi han condotto alla realizzazione di un tipo di amplificatore fondato sull'uso di una valvola bigriglia il cui funzionamento è tuttavia notevolmente diverso da quello dei dispositivi precedentemente descritti. In fig. 7 è riprodotto lo schema del circuito adoperato. C è la cellula fotoelettrica a idruro alcalino in gas nobile, A è la valvola a doppia griglia. La corrente di placca di questa lampada è esattamente compensata mediante quella di una seconda lampada B funzionante da diodo (griglia e placca unite assieme) e connessa in modo da fornire una corrente in senso contrario alla precedente nel ramo DE del circuito in cui trovansi inseriti un milliamperometro ed un galvanometro, in parallelo. Le connessioni della cellula fotoelettrica alla lampada bigriglia sono invertite rispetto a quanto si fa di solito. Ossia, con la griglia della valvola è connessa la superficie della cellula e non l'anodo di questa; inoltre si utilizza a tale scopo la griglia interna g del triodo anzichè quella esterna g_1, come negli ordinari sistemi prima esaminati. Così stando le cose, a cellula non illuminata, il milliamperometro M è percorso dalla corrente continua di placca della valvola A, che è di circa mezzo milliampère quando il complesso funziona nelle condizioni di miglior utilizzazione. L'accensione della valvola B e la manovra del reostato R permettono di compensare esattamente questa corrente e di far tornare a zero l'ago del milliamperometro; a questo apparecchio di misura viene allora sostituito il galvanometro G. L'illuminazione della cellula provoca una emissione di elettroni per parte della superficie m; la griglia g connessa con m si carica *positivamente* e favorisce l'afflusso della corrente elettronica sulla placca p. La corrente di placca *aumenta* quindi ogni qualvolta si illumina la cellula e questo incremento di corrente produce una deviazione del galvanometro G rigorosamente proporzionale all'intensità luminosa incidente, se si sono scelte le tensioni di griglia e di placca dell'audion e quella della cellula in modo che i due congegni lavorino nella zona rettilinea della loro caratteristica.

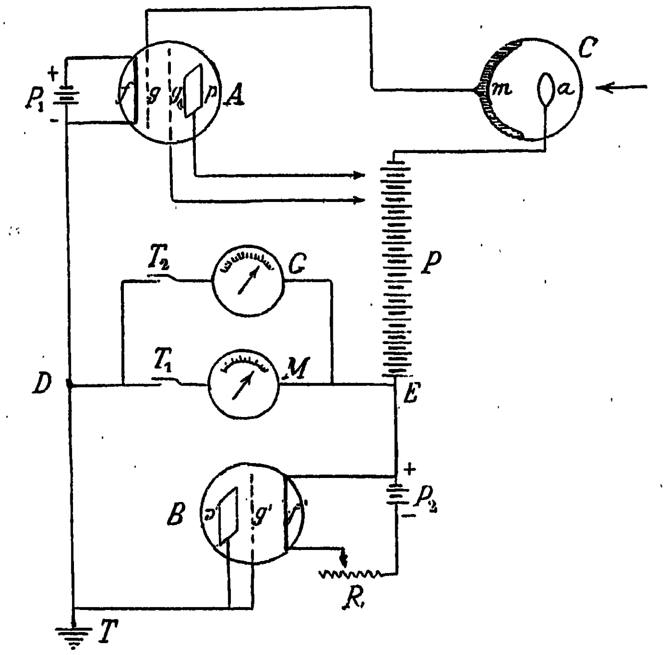


Fig. 7.

L'amplificatore descritto, che ha permesso delle buone misure fotometriche ed è stato impiegato con successo alla constatazione di delicati effetti ottici, presenta i seguenti vantaggi:

a) *Sensibilità*. — Misure precise instituite in proposito hanno mostrato che è facile ottenere con questo dispositivo una corrente dell'ordine di 10^{-6} amp. per illuminazioni della superficie sensibile, di pochi cm^2, aggirantesi attorno al lux. Poichè, per illuminazioni dello stesso ordine di grandezza, la cellula direttamente impiegata, senza amplificatore, fornisce secondo le misure di Rougier una corrente dell'ordine di 10^{-11} amp., si vede che il coefficiente di amplificazione raggiunto è dell'ordine di 100.000.

b) *Stabilità e prontezza della deviazione galvanometrica*. — Il primo requisito è ottenuto curando particolarmente l'isolamento delle varie connessioni, racchiudendo la cellula in una scatola metallica posta a terra, mantenendo basse le tensioni di accensione e di placca della valvola bigriglia e usando batterie di accensione di grande capacità. La prontezza si deve principalmente al fatto che la griglia g, sotto l'influenza della luce in arrivo sulla cellula, si carica *positivamente* e può quindi, cessata che sia l'illuminazione, riprendere subito il potenziale primitivo, mentre nei montaggi precedentemente descritti, occorre, come abbiamo visto, un certo tempo affinchè la griglia dissipi, attraverso gli inevitabili difetti di isolamento, la carica negativa su di essa accumulatasi durante l'illuminazione.

c) *Semplicità del circuito*. — Una sola batteria serve infatti a fornire le tensioni necessarie alla griglia g, alla placca p dell'audion e all'anodo a della cellula fotoelettrica, le connessioni essendo così ridotte al minimo. Inoltre risulta assai facile la regolazione della corrente di compensazione: trattandosi infatti di una corrente elettronica prodotta da una valvola termojonica, basta regolare l'accensione del filamento con un conveniente reostato per variarne a piacere l'intensità entro limiti vastissimi e con manovra facile e comoda. Si evitano così i ben noti inconvenienti dovuti all'impiego di un elettromotore sussidiario chiuso in circuito su di una resistenza di elevato valore, la quale ben difficilmente possiede il requisito indispensabile della costanza.

L'amplificatore descritto può esser quindi utilmente impiegato in tutti quei casi in cui necessita sensibilità unita ad una rigorosa costanza di funzionamento.

Allo scopo di aumentare ancora l'amplificazione della corrente fotoelettrica ottenibile con gli amplificatori di cui si è tenuto parola sin qui, qualche autore ha consigliato di far seguire alla valvola connessa con la cellula una o più lampade amplificatrici montate secondo il noto schema detto «a corrente continua». E' dubbio però, allo stato attuale del problema proposto, se tale ulteriore amplificazione sia consigliabile. Oltre alla nota circostanza che l'amplificazione ottenibile da un complesso di valvole va crescendo molto lentamente con l'aumentare del loro numero per l'intervento di fenomeni ben noti che paralizzano il funzionamento normale dell'amplificatore, occorre tener presente che tale limitato aumento di sensibilità non può ottenersi se non a scapito della costanza di funzionamento; e questo è requisito di tale importanza, specie se si ha di mira l'esecuzione di misure, che non può assolutamente esser trascurato. Prevale perciò generalmente l'uso di circuiti ad una sola valvola amplificatrice e del resto l'amplificazione che si può ottenere in tal modo, quando il circuito è razionalmente utilizzato, è, come abbiam visto, pienamente sufficiente per le applicazioni.

15. - Amplificazione di correnti fotoelettriche a rapida variazione alternativa.

Il problema dell'amplificazione di una corrente fotoelettrica rapidamente variabile, si presenta assai più semplice di quello ora esaminato relativo a correnti costanti o lentamente variabili. E' possibile infatti servirsi in questo caso dei comuni amplificatori a bassa frequenza (B. F.) a più stadi che la tecnica delle ordinarie radiocomunicazioni ha già portato ad un alto grado di perfezione.

L'amplificatore a B. F., sia esso a capacità-resistenza o a trasformatori, presenta su quello a corrente continua il grande vantaggio che il numero degli stadi può essere aumentato senza che si verifichino notevoli inconvenienti. L'amplificazione può quindi essere assai spinta pur mantenendosi l'assoluta fedeltà della riproduzione se si ha cura di fare in modo, con opportuni artifici, che ciascuna lampada lavori nella zona rettilinea della sua caratteristica. Naturalmente il fenomeno fotoelettrico in esame si traduce in questo caso, nella comparsa alla cuffia — inserita nel circuito di placca dell'ultima valvola — di un suono la cui frequenza corrisponde esattamente a quella con cui pulsa l'intensità luminosa incidente. Si possono così facilmente realizzare quattro o cinque stadi di amplificazione e la sensibilità raggiungibile con questo metodo è tale che in certi casi può convenire di rendere intermittente a frequenza acustica il fascio luminoso incidente onde fruire della maggior amplificazione ottenibile coi suddetti circuiti a trasformatori, salvo poi a raddrizzare la corrente pulsante amplificata dell'ultima valvola, se si ha di mira l'ottenimento di una variazione di

corrente continua atta a far funzionare ad es. l'armatura di un relais per ottenere una qualsiasi azione elettro-meccanica (segnale d'allarme ottico o acustico).

La fig. 8 mostra un circuito di amplificazione di correnti fotoelettriche veriabili, a tre stadi con collegamento a trasformatori. La connessione della cellula fotoelettrica alla prima lampada dovrà farsi secondo lo schema già indicato secondo cui gli spazi catodici metallo-anodo della cellula e filamento-placca della valvola risultano fra loro in serie. Con tale schema è assicurata la necessaria prontezza del sistema dovuta al fatto, già messo in rilievo, che l'arrivo della luce sulla cellula rende positiva la prima griglia dell'amplificatore, la quale può, fra un impulso luminoso e il successivo, riacquistare prontamente il suo potenziale base.

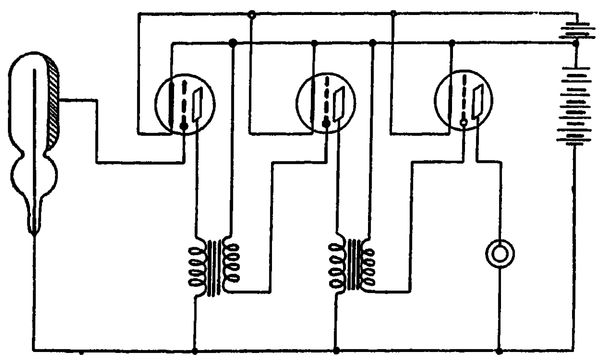


Fig. 8.

Nello schema indicato, un'unica batteria serve a dare le necessarie tensioni all'anodo della cellula fotoelettrica ed alle placche delle valvole amplificatrici. Il circuito gode ad un tempo dei tre requisiti fondamentali: *sensibilità, stabilità* e *prontezza* ed il suo impiego si presta a numerose applicazioni in cui si ha a che fare con flussi luminosi di intensità rapidamente variabile.

VI. - Applicazioni allo studio di intensità luminose costanti (o a variazione lenta).

In molti casi si richiede di mettere in evidenza — a scopi scientifici o pratici — l'esistenza di un fenomeno luminoso estremamente debole la cui intensità sia costante nel corso del tempo o subisca lente variazioni. La soluzione di questo problema, che si ottiene con l'uso di una cellula fotoelettrica associata ad un circuito amplificatore del tipo di quello descritto al n. 10, si è mostrata particolarmente interessante e feconda di applicazioni in numerosi casi. Ne prenderemo in esame qualcuno dei più caratteristici.

16. - Fotometria stellare.

Poichè le ricerche di vari sperimentatori hanno mostrato che le cellule fotoelettriche forniscono correnti rigorosamente proporzionali all'intensità luminosa incidente, entro limiti vastissimi, tali congegni possono servire ottimamente come fotometri. Si ottiene così il sensibile vantaggio di rendere le misure indipendenti dall'apprezzamento dell'occhio dell'osservatore, il quale è soggetto, come è noto, a varie cause d'errore. La fotometria fotoelettrica ha ricevuto in questi ultimi anni un notevole impulso specie per l'uso larghissimo fattone dagli astronomi per la determinazione della curva di luminosità delle stelle variabili. Le fluttuazioni di splendore di tali stelle hanno in generale così piccola ampiezza da richiedere l'uso di forti amplificazioni della corrente fotoelettrica generata. Ciò non produce alcun inconveniente quando si prenda la precauzione di lavorare nella zona rettilinea della caratteristica della valvola amplificatrice. In tal modo è stato possibile determinare gli elementi dell'orbita di molte stelle doppie ottenendo resultati che, in vari casi, oltre a confermare quelli già ottenuti per via spettroscopica, ne hanno accresciuta assai la precisione.

17. - Esame di spettrogrammi. - Microfotometri registratori.

Nel campo della fotometria di laboratorio, è nota a tutti la brillante applicazione — fatta da vari autori — della cellula fotoelettrica e relativo amplificatore, alla costruzione di *microfotometri registratori* coi quali è possibile svelare le più minute particolarità degli spettrogrammi eseguiti sulle comuni lastre fotografiche. Tali apparecchi che permettono anche l'esatta misura della lunghezza d'onda delle righe spettrali e lo studio della ripartizione dell'energia negli spettri delle varie sorgenti, sono costituiti essenzialmente da una cellula fotoelettrica la cui corrente è amplificata mediante uno dei sistemi già esaminati (in generale si tratta di amplificatori derivati dal tipo Ferrié, Jouast e Mesny). Sul circuito di placca dell'ultima valvola amplificatrice, sono inseriti degli apparecchi di tipo oscillografico che consentono la registrazione fotografica diretta della corrente amplificata. Appartengono a questo tipo di apparecchi il microfotometro registratore di Lambert e Challonge e il misuratore di densità ottiche di F. C. Toy che hanno fornito risultati assai interessanti.

Un microfotometro registratore a cellula fotoelettrica che impiega il circuito amplificatore prima dettagliatamente descritto è stato realizzato recentemente dallo scrivente all'Istituto Fisico di Bologna ed ha fornito con mezzi semplici, risultati del tutto soddisfacenti. Davanti ad una sorgente luminosa d'intensità ben costante è posta una fenditura costituita da due lamine di stagnola a bordi netti incollate su di una lastra di vetro ed avvicinate parallelamente sino alla distanza di qualche centesimo di millimetro. Una lente a corto fuoco proietta la immagine, impicciolita dieci volte, di questa fenditura sopra la lastra da fotometrare la quale è sorretta da una montatura solidale con un carrello cui una vite senza fine — mossa da un motore con l'intermediario di opportuni ingranaggi riduttori — imprime un moto di traslazione uniforme. La luce emergente dalla lastra — di intensità variabile a seconda dell'annerimento delle varie regioni di quest'ultima — viene concentrata sulla cellula fotoelettrica e provoca deviazioni varie dello specchietto del galvanometro inserito sul circuito di placca del descritto congegno amplificatore. Un raggio di luce uscente da una piccola sorgente luminosa puntiforme, va a formare, dopo essersi riflesso sul detto specchietto, un'immagine impicciolita della sorgente stessa su un foglio di carta fotografica sensibile avvolto su di un rullo animato da moto rotatorio uniforme la cui velocità sta in un certo rapporto fisso e costante con quello del carrello che sorregge la lastra. Si comprende allora come al moto della lastra venga a corrispondere il tracciamento del fotogramma sulla carta sensibile. La microfotometria a fianco riprodotta è stata ottenuta con l'apparecchio descritto ed è relativa allo spettro di una lampada a vapori di mercurio, nella regione compresa fra $\lambda = 3900$ e $\lambda = 6000$ *U.A.* La velocità di registrazione è di circa 1/2 cm al minuto; il rapporto fra la velocità della lastra e quella del rullo è di 1 : 11.

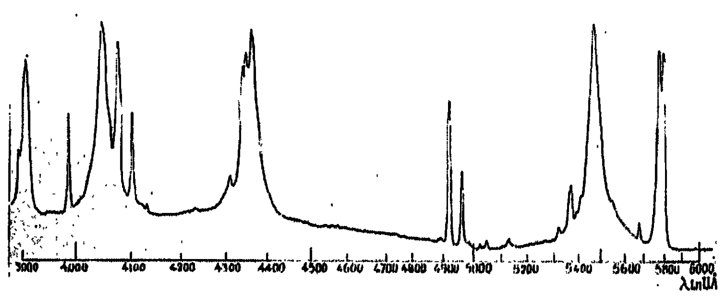


Fig. 9.

La larghezza del fascio luminoso esplorante, nel piano della lastra, è dell'ordine del millesimo di millimetro.

Si noti la struttura multipla di qualcuna delle righe del mercurio che appare riprodotta con particolare nitidezza.

18. - Polarimetria fotoelettrica.

Le misure polarimetriche effettuate coi comuni apparecchi conducono in generale all'apprezzamento della eguaglianza di due intensità luminose (apparecchi a penombra). Tale apprezzamento ha sempre carattere soggettivo, e, come tale, è affetto da inevitabili cause di errore e di incertezza. Si comprende quindi come l'uso della cellula fotoelettrica, che permette di eseguire le misure in parola in modo del tutto oggettivo, liberandone la valutazione dalle anzidette cause d'errore, sia veramente opportuno in questo caso. Già nel 1914 F. Kenjon aveva costruito un polarimetro fotoelettrico capace di svelare rotazioni dell'ordine del centesimo di grado. Una sensibilità molto maggiore si è potuta ottenere con l'impiego dell'amplificatore di cui si è tenuto parola più sopra. Alcune recenti esperienze eseguite in proposito dallo scrivente hanno permesso di misurare rotazioni del piano di polarizzazione della luce *dell'ordine del secondo d'arco*. Tali esperienze, eseguite semplicemente facendo cadere sul descritto congegno cellula-amplificatore, la luce emergente da due nicol, fra i quali è interposta la sostanza attiva, hanno messo in rilievo anche un altro notevole vantaggio della polarimetria fotoelettrica. Nei comuni polarimetri la misure di rotazione si fanno a partire dall'oscurità (*nicol-incrociati*). Ora si dimostra facilmente che l'interposizione fra due nicol di una sostanza attiva la quale produca una certa rotazione del piano di polarizzazione, provoca il passaggio di una intensità luminosa tanto maggiore quanto più discosto da 90° è l'angolo α formato dai due nicol con un massimo per $\alpha = 45°$, mentre, operando con nicol incrociati, ci si viene a porre proprio nelle condizioni più svantaggiose. D'altronde è chiaro che sino a quando le

misure son fatte coi comuni polarimetri, non è possibile sperimentare in condizioni diverse da queste perchè, mentre l'occhio apprezza bene la apparizione di una intensità luminosa anche debolissima a partire dalla completa oscurità, non è capace di avvertire invece un incremento di tale intensità anche notevolmente maggiore, se è già investito da una certa quantità di luce, come avverrebbe appunto facendo le misure a nicol non incrociati. L'adozione del descritto dispositivo fotoelettrico elimina invece questa difficoltà potendosi annullare la corrente prodotta dalla suddetta intensità luminosa zavorra, mediante la manovra del reostato che regola l'intensità della corrente compensatrice, mantenendo così a zero l'indice dell'apparecchio di misura anche a nicol non incrociati e fruendo quindi dell'aumento di sensibilità che deriva da questo particolare modo di procedere.

19. - Misura di ritardi ottici.

Col dispositivo fotoelettrico di cui sopra si sono effettuate anche, per la prima volta, esperienze relative alla constatazione di piccole birifrangenze con metodo fotoelettrico. Nel caso della birifrangenza accidentale del vetro compresso, è stato possibile mettere in evidenza, fra i due raggi emergenti dal cristallo fittizio originato per compressione, un ritardo di fase di $2{,}5.10^{-6}$ lunghezze d'onda. I migliori metodi di misura fin qui conosciuti, non consentono che una precisione da venti a cinquanta volte minore.

Si vede dunque quanto vasto ed interessante sia il campo dell'applicazione dei dispositivi fotoelettrici alle misure fisiche.

Anche nel campo della radiotecnica si registrano applicazioni notevoli fra cui le seguenti.

20. - Mantenimento delle oscillazioni di un pendolo per il servizio dei segnali orari.

E' nota la grande importanza che il servizio internazionale dei segnali orari ha assunto in questi ultimi anni, oltre che per la sua evidente utilità pratica, anche per le applicazioni di alto interesse scientifico alle quali esso dà origine (determinazione rigorosa delle longitudini).

In vista di ciò si comprende l'utilità di poter spesso paragonare tali segnali con l'indicazione di pendoli astronomici della più grande esattezza.

In una prima applicazione eseguita nell'Ufficio Internazionale dell'Ora dell'Osservatorio di Parigi, si è cercato di rendersi conto anzitutto, con metodo fotoelettrico, del funzionamento di uno dei pendoli direttori dell'Osservatorio. A tale scopo, sull'asta del pendolo è fissato una specchietto che riflette ad ogni oscillazione la luce di una sorgente fissa su di una cellula fotoelettrica seguita da un amplificatore e da un congegno registratore fotografico.

E' possibile avere in tal modo l'esatta registrazione del periodo del pendolo senza far uso di alcun circuito elettrico la cui chiusura, meccanicamente provocata dal pendolo stesso, apporta sempre delle perturbazioni nel funzionamento di esso. Tali perturbazioni possono essere dell'ordine di 1/100 del periodo.

In un secondo tempo è stato addirittura realizzato il mantenimento delle oscillazioni del pendolo senza alcun movimento di orologeria. L'orologio si compone in questo caso del solo pendolo sulla cui asta è fissato uno specchio destinato a far agire la luce ricevuta da una sorgente fissa sulla cellula fotoelettrica. La corrente di questa, debitamente amplificata, aziona un dispositivo ad elettrocalamita che mantiene il pendolo in oscillazione come negli ordinari orologi elettrici. Le oscillazioni di questo pendolo sono dunque mantenute *senza alcun contatto materiale* con l'esterno, all'infuori della sospensione.

Finalmente, per il controllo dei segnali orari, la stessa corrente fotoelettrica amplificata che aziona il registratore delle oscillazioni del pendolo campione viene immessa, dopo conveniente trasformazione, in uno dei due ricevitori di un'ordinaria cuffia telefonica, l'altro ricevitore essendo percorso dalla corrente generata dai segnali orari in arrivo. Il noto *metodo delle coincidenze* fornisce allora il controllo desiderato.

21. - Metodi fotoelettrici per la misura delle correnti ad alta frequenza.

Tali metodi, per quanto portino ad operare su correnti fotoelettriche rapidamente variabili, rientrano in questo paragrafo, in quanto conducono, come vedremo, all'apprezzamento di fatti dipendenti da un *valor medio* della intensità di tali correnti, rispetto al quale tutto avviene come se si avesse a che fare con una corrente costante.

Sono note le difficoltà che si incontrano nella misura delle correnti ad alta frequenza con i comuni apparecchi termici quando la loro intensità supera un certo valore. Si richiede infatti, allora, l'uso di fili di diametro abbastanza grande, pei quali non è più possibile ritenere trascurabile l'influenza dello skin-effect. In tal caso le indicazioni fornite dagli strumenti hanno un valore molto relativo non essendo possibile la cosidetta «taratura» in corrente continua. Poichè il perfezionamento della radiotecnica porta necessariamente all'impiego di correnti a radiofrequenza sempre più intense, il problema della loro esatta misura assume notevole importanza anche nel caso delle applicazioni pratiche ed è perciò attualmente allo studio per parte di vari sperimentatori. Mediante l'uso di opportuni accorgimenti, è possibile intanto estendere il campo di validità della taratura in corrente continua, per correnti ad alta frequenza dell'ordine di qualche ampere, pur facendo uso di fili sottili pei quali lo skin-effect risulti trascurabile.

In quest'ordine di idee Pession e Gorio hanno realizzato presso l'Istituto Sperimentale delle Comunicazioni, un metodo fotoelettrico di misura delle correnti ad alta frequenza che si basa sull'uso di un filo di tungsteno sottilissimo chiuso in un'ampolla ad alto vuoto. Tale filo è percorso dalla corrente da misurare e viene da questa portato all'incandescenza. La luce emessa è ricevuta da una cellula fotoelettrica posta in circuito con un galvanometro. Si misura la deviazione di questo istrumento quando il filo è percorso dalla corrente ad alta frequenza in istudio; si invia poi nel filo una corrente continua di conveniente intensità in modo da ottenere nuovamente la stessa deviazione al galvanometro. L'intensità di tale corrente continua, indicata da un amperometro elettromagnetico di precisione, corrisponde all'intensità efficace della corrente ad alta frequenza da misurare. Questo metodo ha dato ottimi risultati per correnti ad alta frequenza fino a 5 ampere.

Per intensità maggiori si è costretti a ricorrere all'uso di convenienti trasformatori oppure a quello di circuiti derivati mediante ponti di capacità e croci termoelettriche, ma questi metodi presentano non piccole difficoltà di ordine pratico, sicchè può dirsi che il problema della misura delle correnti di rilevante intensità e di altissima frequenza non è stato ancora risoluto in modo praticamente soddisfacente.

Una soluzione perfetta del problema non può aversi infatti se non ricorrendo a metodi di misura che non siano assolutamente influenzati dall'effetto pellicolare. Una misura veramente *assoluta* della corrente ad alta frequenza potrebbe aversi, per esempio, misurando — anzichè l'effetto termico da essa prodotto — il campo magnetico da essa generato.

A tal proposito è in corso di esperimento nell'Istituto fisico di Bologna un metodo di misura assoluta di correnti ad alta frequenza che discende dalle stesse esperienze di polarimetria fotoelettrica sopra ricordate e che dovrebbe portare appunto alla valutazione del campo magnetico generato dalle correnti da misurare. (4)

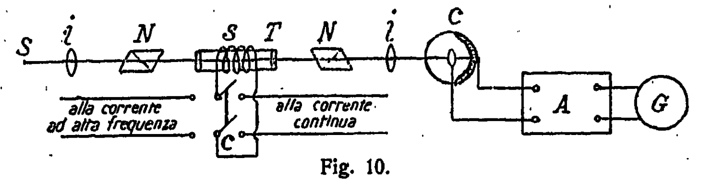


Fig. 10.

Lo schema di principio del metodo in parola è illustrato in figura 10. Poche spire di filo percorse dalla corrente da misurare, si avvolgono attorno al tubo T contenente la sostanza attiva (ad es. toluolo), interposto fra due nicol incrociati. La rotazione del piano di polarizzazione generata dal campo magnetico oscillante, consente il passaggio di una certa quantità di luce che dà luogo, nella cellula ricevente C, ad una corrente fotoelettrica la quale, amplificata dal consueto amplificatore a bigriglia A, causa la deviazione del galvanometro G.

Il fenomeno della polarizzazione rotatoria magnetica, segue la nota legge di Biot:

$$\alpha = \rho H l$$

secondo la quale l'angolo di rotazione α è proporzionale al campo magnetico agente H (variabile nel tempo) e alla lunghezza l del tubo, essendo ρ la *costante di Verdet*. D'altra parte la quantità di luce q che passa in ogni istante attraverso ai nicol in seguito alla rotazione α (destrorsa o sinistrorsa), è espressa dalla nota relazione:

$$q = q_0 \operatorname{sen}^2 \alpha ,$$

sicchè, in definitiva, tale quantità di luce — e quindi la corrente istantanea i nel galvanometro che nelle condizioni sperimentali descritte gli è proporzionale — dipende dall'intensità istantanea I della corrente ad alta frequenza da misurare (cui è proporzionale a sua

(4) Tale metodo fu suggerito dall'On. Prof. Corbino, in occasione di una comunicazione fatta dallo scrivente qualche anno fa alla Società Italiana di fisica, sulla polarimetria fotoelettrica.

volta il campo magnetico agente) secondo una legge del tipo:

$$i = K \operatorname{sen}^2 h I$$

dove K ed h sono due costanti.

La deviazione del galvanometro corrisponde al valor medio di i e quindi è, in definitiva, una funzione della I la cui forma è senza altro determinabile dalla relazione ora scritta, non appena sia nota la forma della I.

Nel caso, che più frequentemente ricorre nella pratica, in cui il massimo valore della rotazione α in giuoco sia piccolo, sicchè $\operatorname{sen}^2 \alpha$ si possa confondere con α^2, la deviazione del galvanometro risulta poi senz'altro proporzionale al quadrato del valore efficace della corrente da misurare.

Circa la prontezza del metodo, nulla v'è da osservare in quanto al sistema cellula-amplificatore, secondo le considerazioni svolte a suo tempo: ed è provato poi dalle note esperienze di Corbino, di Blondot e Bichat e di altri sperimentatori, che il fenomeno della polarizzazione rotatoria magnetica segue perfettamente le variazioni del campo sino a frequenze elevatissime.

La taratura della corrente oscillante in esame si effettuerà semplicemente inviando nelle spire s a mezzo del commutatore c, una corrente continua tale da produrre al galvanometro una deviazione eguale alla precedente.

Il metodo proposto sembra prestarsi alla misura di correnti ad alta frequenza anche di grandi intensità ed in quanto si fonda sull'effetto magnetico della corrente da misurare, non risulta in alcun modo influenzato dallo *skin-effect*.

VII. - Applicazioni allo studio di intensità luminose rapidamente variabili.

Nel circuito di una cellula fotoelettrica colpita da impulsi luminosi variabili con una determinata frequenza, prende origine una corrente fotoelettrica d'intensità variabile col ritmo della pulsazione luminosa. Tale corrente può essere facilmente amplificata, come già si è detto, mediante l'uso di convenienti amplificatori a triodi. Le applicazioni che ne derivano sono numerose ed interessano i campi più svariati. Alcune di esse han già dato luogo a pratiche realizzazioni ben conosciute dal pubblico. Ci limiteremo qui all'esame delle più note e diffuse.

22. - Telegrafia e telefonia con radiazioni invisibili.

La trasmissione di segnali a distanza, o della viva voce, mediante l'impiego di fasci di luce modulata è un problema che ha destato l'interesse degli scienziati fin dall'epoca in cui la scoperta delle cellule a selenio mostrò la possibilità di trasformare le variazioni di intensità luminosa in correnti elettriche. Già il Mercadier nel 1891 aveva proposto un sistema di segnalazione telegrafica basato sull'impiego di un disco ruotante munito di fori, mobile davanti ad una sorgente luminosa di intensità costante. La luce della sorgente, interrotta dal disco girante, viene a pulsare con la frequenza data dal prodotto della velocità del disco per il numero di fori in esso praticati. Il fascio luminoso così modulato, può alla stazione trasmittente, essere proiettato in distanza mediante l'uso di lenti o specchi curvi. Alla stazione ricevente, una cellula al selenio inserita in circuito con una pila e un telefono, è posta nel fuoco di un sistema ottico che concentra l'energia luminosa in arrivo. Prende origine quindi, nel circuito in parola, una corrente fotoelettrica variabile con la frequenza di modulazione, che fa rendere alla membrana del telefono il suono di altezza corrispondente. Basta allora provocare oscuramenti periodici — col ritmo dei segnali Morse — della sorgente luminosa trasmittente, per realizzare un sistema di telegrafia. E' noto anche come il Bell e il Ruhmer riuscissero, qualche anno dopo, a modulare il fascio in partenza con la parola approfittando l'uno delle variazioni di curvatura provocata dalle vibrazioni acustiche cadenti su di una lamina metallica sulla quale si rifletteva il fascio luminoso in partenza (*fotofono di Bell*) e l'altro della possibilità di sovrapporre alla corrente costante di alimentazione di un arco voltaico, la corrente variabile provocata dalla voce in un circuito derivato comprendente una pila e un microfono (*telefonia ottica di Ruhmer*).

Questi primi rudimentali sistemi di telecomunicazione mediante fasci luminosi, presentavano numerosi inconvenienti che ne impedivano la pratica affermazione. Anzitutto la portata delle comunicazioni era limitata dalla scarsa sensibilità dei congegni adottati, in particolare della cellula al selenio la quale presentava in più il difetto gravissimo della notevole inerzia che non le permetteva di seguire fedelmente le variazioni d'intensità luminosa alla frequenza relativamente elevata imposta dalla modulazione acustica.

In secondo luogo la necessità di trasmettere le segnalazioni con fasci luminosi visibili a gran distanza e quindi facilmente individuabili, faceva perdere al sistema uno dei requisiti più importanti richiesti ad una comunicazione direttiva: la segretezza.

Il problema ha potuto oggi trovare la sua completa soluzione grazie alla duplice possibilità offerta dalla tecnica di disporre di cellule estremamente sensibili, praticamente sprovviste di inerzia, e di sfruttare le preziose facoltà amplificatrici delle valvole a tre elettrodi. Inoltre i progressi realizzati nella costruzione di filtri che consentono di ottenere fasci intensi di radiazioni invisibili (ultraviolette e ultrarosse) e la sensibilità selettiva presentata per queste regioni dello spettro dalle cellule elettroniche e fotoresistenti (in particolare le cellule al sodio per l'ultravioletto e quelle al tallio per l'ultrarosso) hanno permesso di attribuire al metodo di segnalazione in esame, anche il requisito indispensabile della segretezza.

Spetta all'illustre fisico italiano Q. Majorana il merito di aver realizzato per la prima volta con una serie di geniali dispositivi frutto di lunghi e pazienti studi, un metodo di telefonia ottica invisibile (con radiazioni ultraviolette od ultrarosse) che risolve in maniera praticamente perfetta, il problema della trasmissione direttiva e segreta della parola, a distanza dell'ordine di qualche decina di chilometri.

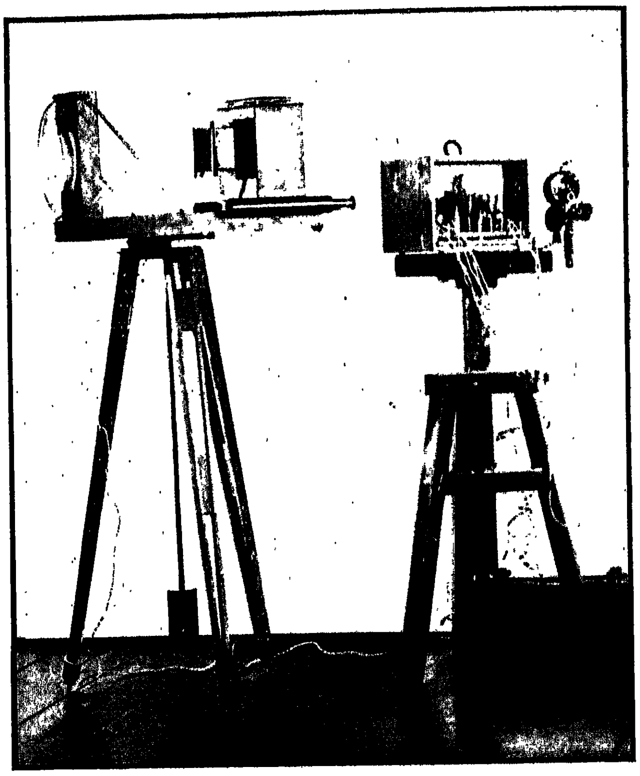


Fig. 11. — Il sistema Majorana di telefonia ottica invisibile.

La stazione trasmittente per radiazioni ultraviolette: a destra il modulatore, a sinistra la lanterna contenente la lampada a vapore di mercurio e la lente di trasmissione.

La realizzazione del metodo in parola ha richiesto il superamento graduale di non poche difficoltà ed ha offerto la soluzione di un problema di grande interesse per le numerose applicazioni cui si presta.

Il dispositivo consta essenzialmente di un trasmettitore e di un ricevitore. Il trasmettitore comprende una sorgente di radiazioni (visibili od invisibili), un modulatore destinato a far variare l'intensità del fascio di radiazione da trasmettere col ritmo della parola ed un sistema ottico per la proiezione a distanza del fascio stesso. Il ricevitore consta di un sistema ottico analogo a quello del trasmettitore destinato a concentrare il fascio di radiazioni in arrivo su di un congegno fotoelettrico che trasforma le variazioni di intensità luminosa in correnti elettriche pulsanti da inviarsi, dopo opportuna amplificazione, negli avvolgimenti di un comune ricevitore telefonico.

I congegni trasmittenti e riceventi subiscono opportune modificazioni a seconda che la trasmissione della parola si effettua con radiazioni ultraviolette od ultrarosse.

Nel primo caso la sorgente è una lampada in quarzo a vapore di mercurio velata da un apposito schermo all'ossido di nichel che toglie — quando occorre — la parte visibile della radiazione emessa dal mercurio. La modulazione è ottenuta sovrapponendo opportunamente alla corrente continua di alimentazione della lampada, la corrente pulsante, amplificata mediante valvole a tre elettrodi, che si produce nel circuito del microfono quando si parla davanti ad esso. Alla stazione ricevente si fa uso di una cellula fotoelettrica al sodio specialmente sensibile alle radiazioni ultraviolette.

Nel secondo caso (trasmissione con raggi ultrarossi) la sorgente è una comune lampada ad incandescenza a filamento concentrato, velata – quando occorre — da uno schermo all'ossido di manganese che trasmette solo le radiazioni ultrarosse. La modulazione del fascio di radiazioni non può in questo caso — almeno per portate notevoli — effettuarsi nel modo sopra indicato: a ciò si opporrebbe la notevole inerzia termica del filamento della lampada a incandescenza. Il Majorana ha dovuto dunque studiare un modulatore basato su principi completamente nuovi. La realizzazione di questo congegno ha richiesto lunghe, pazienti e laboriose ricerche.

Nella sua forma attuale — non per anco definitiva — il modulatore Majorana per raggi ultrarossi è costituito da un congegno elettromeccanico mediante il quale è possibile far vibrare un sistema di laminette mobili, leggerissime, sotto l'azione della corrente microfonica generata dalla parola. La luce emanata dalla sorgente vien concentrata sopra il sistema di laminette ed inviata poi sul sistema ottico di proiezione. S'intende allora facilmente che quando le laminette vibrano sotto l'azione della parola, il fascio di radiazioni viene variamente intercettato e riesce quindi modulato nella sua intensità. Alla stazione ricevente si fa uso questa volta di una cellula al tallio particolarmente sensibile alle radiazioni ultrarosse.

Il sistema Majorana di telefonia ottica invisibile, ha permesso di ottenere ottime comunicazioni direttive e segrete — non soggette quindi a facile intercettazione — fino a distanze di 20 km con le radiazioni ultraviolette e di 15 km con quelle ultrarosse.

L'impiego delle radiazioni ultrarosse presenta su quelle ultraviolette il vantaggio di una maggior penetrazione in caso di nebbia. A questo proposito il Majorana, in un accurato studio teorico e sperimentale, ha dimostrato che l'assorbimento operato dalla nebbia per le radiazioni ultraviolette è da ritenersi circa doppio di quello subito dalle radiazioni ultrarosse, a parità di ogni altra condizione.

23. - Cinematografia sonora.

Il problema della riproduzione sincrona di immagini e di suoni non è nuovo e già da vari anni esso era allo studio per parte dei ricercatori. Ma una soluzione veramente pratica è stata ottenuta solo di recente e da poco tempo si sono avute le prime proiezioni di *film sonori* o *parlanti* per la massa del pubblico.

Senza entrare in merito alla questione, anche di recente dibattuta sui giornali e sulle riviste, se la nuova manifestazione sia destinata ad incontrare il favore del pubblico ed a sostituire il comune cinematografo, vogliamo qui soltanto accennare ai principi scientifici, veramente interessanti, sui quali è basato il procedimento che conduce alla realizzazione ed alla esecuzione dei film in parola.

Tale procedimento ha per scopo di ottenere, contemporaneamente allo svolgimento dell'azione cinematografica, la riproduzione sincrona dei suoni e delle parole che accompagnano l'azione stessa, per modo che lo spettatore abbia l'impressione completa, visiva ed acustica, della scena che si è svolta davanti all'abbiettivo dell'apparecchio di presa.

La difficoltà maggiore del problema risiedeva nella necessità di un assoluto sincronismo fra le due impressioni, ottica e fonica, sincronismo che poteva difficilmente ottenersi coi vecchi sistemi di registrazione e riproduzione fonografica dei suoni, pei quali erano necessari complicati meccanismi di regolazione della velocità, che funzionavano in maniera incerta ed incostante.

La soluzione perfetta del problema è stata facilitata dai progressi recentemente conseguiti nella costruzione di cellule fotoelettriche sensibili e dalla possibilità di usare forti amplificazioni di correnti variabili debolissime, mediante l'uso delle valvole a tre elettrodi.

Supponiamo per semplicità che si tratti, ad es., di riprodurre la parola di un attore. Vi sarà intanto la macchina di presa che eseguisce, nella maniera usuale, la cinematografia. Contemporaneamente un microfono raccoglie la voce dell'attore e la corrente microfonica che ne risulta viene condotta ad un particolare congegno di tipo oscillografico — i cui dettagli non sono noti per lo spiegabile riserbo delle diverse Case produttrici di film sonori — che può essere schematizzato come segue. Si tratta in sostanza di ottenere sotto l'azione della corrente microfonica, lo spostamento di un sistema mobile di intercettazione capace di vibrare con tutte le frequenze contenute nella voce da riprodurre. Lo scopo sarebbe ad es. pienamente raggiungibile col modulatore elettro-meccanico, poc'anzi descritto, realizzato dal Majorana. Ottenuta in qualche modo la vibrazione del sistema mobile in questione sotto l'azione della parola, si dirige contro di esso un sottile pennello di luce che, dopo la parziale intercettazione, va a battere sopra una stretta fenditura posta proprio a ridosso della pellicola e precisamente di un bordo di essa che è stato all'uopo preservato dalla impressione luminosa della scena cinematografica. Le vibrazioni del sistema mobile generano una modulazione, col ritmo della voce, dell'intensità luminosa del fascio che va a colpire la pellicola la quale, mentre si svolge, resta variamente impressionata dalla luce in arrivo a seconda delle modalità della corrente microfonica generata dalla voce. E si comprende come le due riproduzioni, fotografica e fonica, essendo eseguite sulla stessa pellicola nello stesso tempo, debbano essere perfettamente sincrone fra loro.

Vediamo ora come si effettua la proiezione e la contemporanea audizione della pellicola.

Oltre al solito apparecchio di proiezione che dà sullo schermo la visione dell'attore, si adopra una cellula fotoelettrica, contenuta in secondo apparecchio, sulla quale va a cadere la luce proveniente da una appropriata sorgente luminosa, dopo aver traversato il bordo della pellicola che reca la registrazione fonica della voce. La quantità di luce che passa attraverso tale bordo (a contatto del quale trovasi una sottile fenditura) varia da istante a istante mentre la pellicola si svolge e le variazioni di intensità luminosa che ne risultano sono perfettamente rispondenti a quelle prodotte, durante la registrazione, dal movimento vibratorio del sistema mobile del congegno modulatore animato dalla corrente microfonica.

La cellula fotoelettrica traduce queste variazioni di intensità luminosa in correnti elettriche pulsanti che vengono convenientemente aumentate di ampiezza mediante potenti amplificatori a triodi e sono finalmente condotte ad animare la membrana dell'altoparlante situato dietro lo schermo di proiezione.

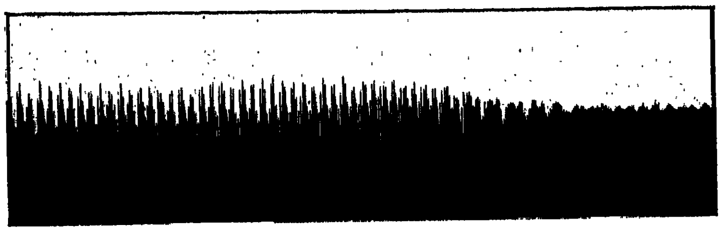


Fig. 12. — Un esempio di registrazione fonica della voce.

La fine seghettatura che si osserva in questo frammento di film acustico, è relativa alla registrazione di una parte della frase *Société française de Physique* pronunciata davanti al microfono di presa.

Lo spettatore vede allora proiettarsi sullo schermo la figura dell'attore e ne segue i movimenti con l'occhio mentre ode contemporaneamente l'altoparlante che ne riproduce fedelmente la voce. E ciò con perfetto sincronismo poichè si tratta di una unica pellicola che origina contemporaneamente l'immagine sullo schermo e il suono nell'altoparlante. Con procedimento analogo a quello descritto si può ovviamente realizzare la riproduzione di un assieme di suoni quali ad es. quelli prodotti da un'orchestra o il rumore della folla, ecc. (figg. 12 e 13). Il principio è sempre lo stesso e varia soltanto il numero e la disposizione dei microfoni di presa.

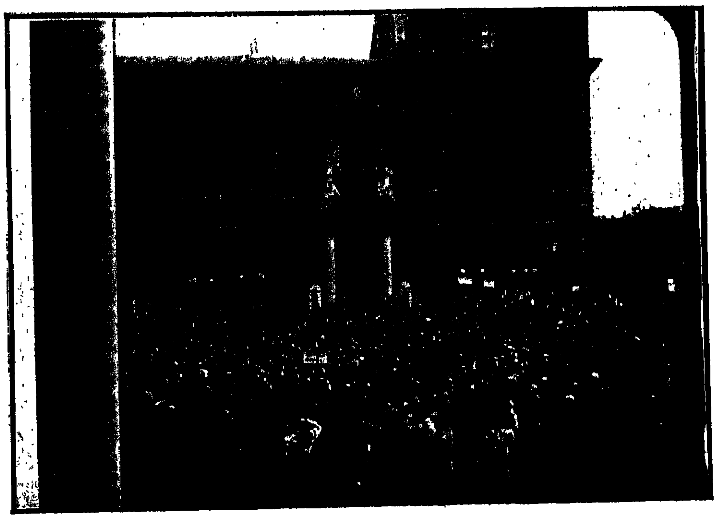


Fig. 13. — Un frammento del film sonoro « *L'Adunata degli Scarponi a Roma* ».

La fitta successione di lineette bianche che si osserva sul bordo sinistro della pellicola, è la registrazione fonica del rumore della folla rappresentata nella scena cinematografica.

Vi sono naturalmente delle difficoltà da superare nella pratica attuazione del sistema descritto. Una di queste deriva dal fatto che mentre, per necessità di cose, la pellicola si muove a scatti nello apparecchio di proiezione, la registrazione fonica deve essere proiettata con moto continuo. A ciò si rimedia molto semplicemente dispo-

nendo l'apparecchio di riproduzione fonica sotto a quello di proiezione. Fra i due apparecchi resta allora permanentemente svolto un tratto della pellicola che offre il margine necessario per effettuare il cambiamento della modalità di scorrimento. Si viene così a introdurre uno sfasamento costante fra le due esecuzioni ottica e acustica, ma dopo un primo aggiustaggio fatto una volta tanto, ciò non porta inconvenienti per quanto riguarda il sincronismo delle due riproduzioni.

Complessivamente, nella esecuzione e nella proiezione di un film sonoro si sfruttano e si applicano molti principi fisici interessanti; il pubblico non sospetta certo quali difficoltà si siano dovute superare per giungere al risultato odierno che, se non è ancora perfetto dal punto di vista delle molteplici esigenze pratiche richieste, non lascia certo nulla a desiderare dal punto di vista fisico.

24. - Trasmissione delle immagini.

La trasmissione su filo o per mezzo della radio di immagini, disegni, testi, documenti, si ricollega agli antichi dispositivi di teleautografia di cui il primo esemplare è costituito dal ben noto *pantelegrafo di Caselli*.

La soluzione odierna del problema ha tratto largo vantaggio dall'uso dei congegni elettronici — cellule fotoelettriche e audion — di cui ci stiamo occupando e si deve in gran parte agli studi ed alle realizzazioni sperimentali del francese Belin dal quale la nuova tecnica ha preso il nome (*Belinografia*).

Si tratta in sostanza di esplorare l'immagine da trasmettere nei suoi diversi punti, con un fascio di luce e di generare — con l'ausilio di una cellula fotoelettrica — delle correnti elettriche la cui intensità corrisponda alla tinta di ciascuno dei differenti punti dell'immagine. Tali correnti, convenientemente amplificate, possono essere inviate direttamente su filo alla stazione ricevente oppure si può provocare con esse la modulazione dell'ampiezza di un'onda radiotelegrafica portante irradiata da un ordinaria antenna radiotrasmittente.

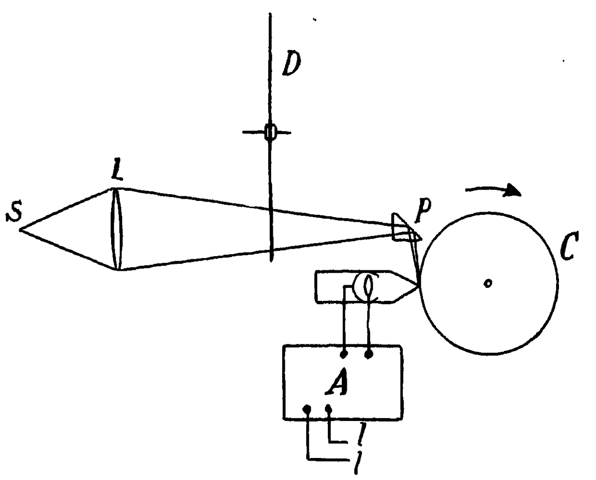


Fig. 14.

Le correnti pervenute alla stazione ricevente, con l'uno o con l'altro sistema, vengono opportunamente trasformate — per mezzo di un dispositivo di tipo oscillografico e di un congegno recante una gradazione di tinte uniformemente sfumate dal bianco al nero — in variazioni di intensità luminosa di una sorgente locale, le quali vanno ad impressionare un foglio di carta sensibile, restituendo così su di esso un'immagine conforme a quella trasmessa.

La pratica attuazione del principio esposto — che richiede numerosi accorgimenti e il superamento di non poche difficoltà — si estrinseca nel modo seguente.

Alla stazione trasmittente si fa uso di un fascio luminoso periodicamente interrotto a frequenza acustica mediante un disco ruotante. L'impiego di un raggio luminoso pulsante — che in principio non sarebbe indispensabile per la realizzazione del metodo — è stato previsto per rendere possibile — sia in trasmissione che in ricezione — l'impiego dei consueti amplificatori acustici a triodi, coi quali si realizzano comodamente amplificazioni cospicue esenti da distorsione e particolarmente stabili.

L'apparecchio trasmittente (fig. 14) consta essenzialmente di una sorgente luminosa *S* la cui luce, periodicamente interrotta dal disco ruotante *D*, è concentrata per mezzo della lente *L*, e con l'intermediario del prisma a riflessione totale *P*, in una piccola chiazza puntiforme sul documento da trasmettere il quale è avvolto su di un rullo animato da moto progressivo elicoidale. Proprio in fronte alla macchia luminosa trovasi l'estremità coniforme di una piccola camera oscura che contiene la cellula fotoelettrica. La parte estrema del cono porta un forellino di 2/10 di mm di diametro attraverso al quale la luce diffusa dalla parte del documento che è sotto esame, viene a cadere sulla cellula. Questa è inserita — in uno dei modi già esaminati — nel circuito di un amplificatore *A* la cui corrente di uscita viene inviata sulla linea telegrafica che collega la stazione trasmittente con la ricevente, oppure serve a modulare l'ampiezza di un'onda radiotelegrafica portante (alla duplice frequenza: acustica, data dal disco girante, e delle variazioni di tinta, data dal documento da trasmettere).

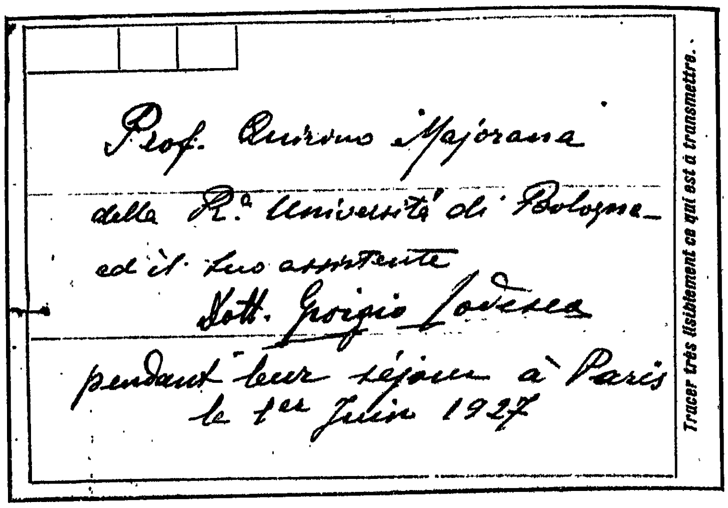


Fig. 15. — Trasmissione fotografica dei documenti.

Originale trasmesso col sistema Belin, all'Esposizione della Società francese di fisica, nel giugno 1927.

Alla stazione ricevente le correnti in arrivo, amplificate, sono condotte all'equipaggio mobile di un oscillografo Blondel il cui specchietto riceve la luce di una sorgente luminosa costante che è concentrata, dopo la riflessione, su di un cilindro, identico a quello trasmittente, sul quale è avvolto un foglio di carta sensibile. Prima di giungere al cilindro, il raggio luminoso attraversa un frammento di lastra o pellicola che è stata in precedenza impressionata con tutte le tinte che vanno gradatamente sfumando dal nero al bianco. Sicchè il raggio riflesso dallo specchietto dell'oscillografo — nel traversare la lastrina — è più o meno attenuato nella sua intensità a seconda della regione di essa in cui la deviazione subita per azione della corrente in arrivo, lo porta a cadere. S'intende come in questa guisa la carta sensibile, avvolta sul rullo sia variamente impressionata nelle sue diverse parti, avendosi in definitiva una riproduzione perfettamente conforme all'originale (figg. 15 e 16). Occorre naturalmente che i due cilindri, trasmittente e ricevente, si muovano in modo perfettamente sincrono. A ciò si provvede con particolari dispositivi sui dettagli dei quali non ci tratteremo.

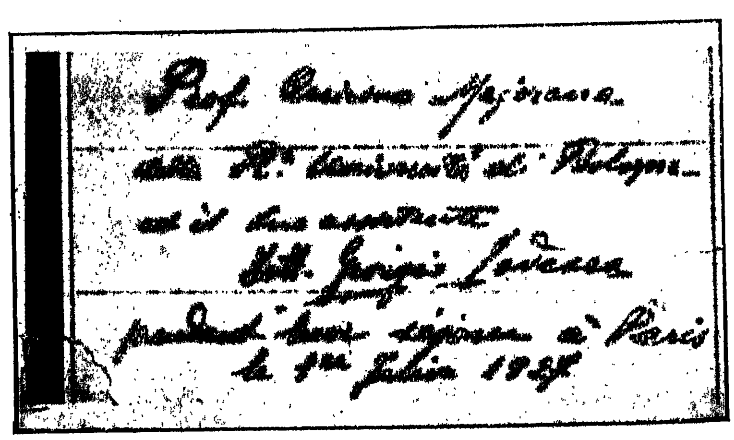


Fig. 16. — Trasmissione fotografica dei documenti.

Riproduzione teleautografica del documento illustrato in fig. 15, ottenuta alla stazione ricevente.

Il sistema di trasmissione delle immagini testè descritto presenta un elevato grado di praticità ed è già in esercizio per il pubblico su varie linee telegrafiche dell'Amministrazione francese delle Poste.

25. - Televisione.

Il problema della visione a distanza di un oggetto o di una persona ha ricevuto in questi ultimissimi anni una soluzione che possiede già tutti i requisiti per entrare nel novero delle pratiche applicazioni.

Se recentissima è la soluzione del problema, non altrettanto recente deve ritenersi la sua impostazione, che data, si può dire, dai primissimi anni della scoperta delle cellule al selenio. In principio, si tratta di trasformare in successivi impulsi di corrente le intensità luminose (variabili da istante a istante) proprie di ciascun punto della figura in movimento da trasmettere. Tali impulsi di corrente inviati — su fili o per radio — alla stazione ricevente dovranno essere nuovamente trasformati in variazioni di intensità luminosa di una sorgente locale costante che fornisce il cosidetto *fondo* sul quale apparirà l'immagine.

La difficoltà maggiore del procedimento consiste nel fatto che, per il noto fenomeno della persistenza delle immagini sulla retina, l'oggetto da trasmettere deve essere esplorato per intero — ed in tutti i suoi dettagli — in un tempo dell'ordine del decimo di secondo. D'altronde, la necessità di ottenere una buona riproduzione dei dettagli, obbliga a dividere l'oggetto stesso in piccole zone da esplorarsi successivamente — la cui estensione deve essere limitatissima. Si comprende allora che volendosi ad es. trasmettere una figura piana in movimento — che vogliamo supporre contenuta in un quadrato di 10 cm. di lato — e contentandosi di decomporla in elementi di un millimetro quadrato di estensione, (col che si rinuncia a mettere in evidenza variazioni di tonalità che fossero eventualmente contenute nella detta zona elementare) si avrà a che fare con 10.000 elementi i quali devono essere successivamente percorsi dal fascio luminoso esploratore nel tempo brevissimo di 1/10 di secondo. Le corrispondenti variazioni di intensità luminosa proprie di ciascun elemento daranno quindi origine — con l'intermediario di convenienti cellule fotoelettriche — a correnti elettriche variabili con la frequenza minima di 100.000 cicli/sec.

La televisione quindi rimase allo stadio di semplice possibilità teorica finchè non fu possibile disporre di cellule fotoelettriche capaci di seguire, senza inerzia apprezzabile, variazioni di intensità luminosa alla suddetta frequenza che risulta di gran lunga superiore alle comuni frequenze acustiche. Le cellule elettroniche a metalli alcalini e la cellula al tallio, hanno permesso recentemente, come è noto, la realizzazione pratica di tale possibilità alla quale si deve unicamente il rapido sviluppo della televisione.

Ma vediamo senz'altro quali siano attualmente i congegni trasmittenti e riceventi di televisione che hanno dato i migliori risultati.

Alla stazione trasmittente si deve disporre delle seguenti possibilità:

1°) Illuminare intensamente la figura o il soggetto con un fascio luminoso esploratore.

2°) Decomporre, mediante un congegno opportuno, il soggetto da trasmettere in un certo numero di zone elementari da esplorarsi successivamente nel tempo di 1/10 di secondo.

3°) Trasformare, mediante cellule fotoelettriche, le variazioni di intensità luminosa resultanti dall'esplorazione in correnti elettriche pulsanti alla frequenza di esplorazione.

4°) Amplificare convenientemente tali correnti elettriche e modulare con esse l'ampiezza di un'onda radiotelegrafica portante.

Alla stazione ricevente, occorrerà disporre di:

1°) Una sorgente luminosa di intensità costante suscettibile di esser modulata alla frequenza delle correnti in arrivo.

2°) Un congegno atto a ricevere le correnti variabili in arrivo e a trasformarle in variazioni di intensità luminosa.

3° Un dispositivo che permetta la successiva visione, in un tempo dell'ordine del 1/10 di secondo, degli impulsi luminosi trasmessi corrispondenti all'intera immagine, ossia che operi la ricostruzione dell'immagine decomposta alla stazione trasmittente.

4° Organi destinati a realizzare il perfetto sincronismo dei congegni che operano la decomposizione e la ricostruzione dell'immagine.

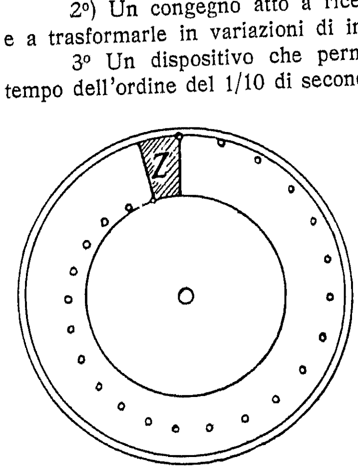


Fig. 17.

Tutto ciò è stato praticamente realizzato con diversi sistemi, il più semplice ed il più completo dei quali è dovuto all'inglese J. Baird.

Alla stazione trasmittente il soggetto da trasmettere si trova di fronte ad una intensa sorgente luminosa la cui luce è concentrata sopra un punto di un disco (*disco Nipkow*) che porta una serie di fori disposti lungo una spirale (fig. 17). Di fronte al disco trovasi un diaframma limitatore avente le dimensioni dell'area Z tratteggiata in figura, che permette il passaggio del fascio luminoso incidente da un solo foro alla volta, sicchè vengono successivamente esplorate dal raggio tante striscie orizzontali del soggetto quanti sono i fori che passano per l'area in un intero giro del disco e per ciascuna striscia viene esaminato un punto del soggetto alla volta. Ben inteso la velocità del disco deve essere tale che tutta la figura sia esplorata in meno di un decimo di secondo. Generalmente si adotta la velocità di 12 giri al secondo. La luce cadente sul soggetto (la cui intensità, per la riduzione operata dal disco, è facilmente sopportabile) viene riflessa dal soggetto stesso su un sistema di cellule fotoelettriche f disposte in parallelo su un unico circuito c che fa parte di un amplificatore a lampada (fig. 18). La corrente di uscita, modulata nella sua intensità in corrispondenza delle variazioni di intensità luminosa dei vari punti del soggetto, viene inviata, su linea o a mezzo di un'onda radiotelegrafica portante, alla stazione ricevente.

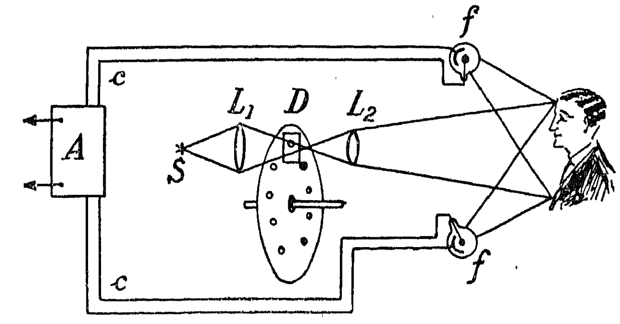


Fig. 18.

In quest'ultima, le correnti in arrivo vengono, previa amplificazione, inviate ad una speciale lampada al neon, uno dei cui elettrodi, foggiato a lamina rettangolare, costituisce il quadro sul quale dovrà formarsi l'immagine. La lampada è permanentemente accesa con una sorgente locale sicchè il quadro appare uniformemente illuminato con intensità regolabile a piacere sì da conferire il così detto *fondo* alla immagine. Le correnti variabili in arrivo si sovrappongono a quella continua di alimentazione e causano variazioni dell'intensità luminosa della lampada al neon perfettamente rispondenti a quelle subite dal fascio luminoso esplorante della stazione trasmittente, in causa della varia riflessione operata dai diversi punti del soggetto. Senonchè la ricostruzione esatta dell'immagine richiede che siano percepite singolarmente le variazioni di intensità luminosa pertinenti a ciascun punto del soggetto. Di più le successive variazioni di luce avvenute in trasmissione durante un giro del disco esplorante, debbono essere percepite dall'occhio, alla ricezione, in un tempo inferiore al decimo di secondo. Questo duplice resultato è facilmente raggiunto con l'interposizione, fra l'occhio dell'osservatore e la lampada al neon, di un disco di Nipkow identico a quello adoperato in trasmissione. L'osservatore, traguardando la lampada stessa attraverso il diagramma limitatore del disco, vede disegnarsi sul quadro l'immagine del soggetto ricostruita punto per punto e ne percepisce anche il movimento in virtù del noto fenomeno della persistenza delle immagini sulla retina.

I due dischi rotanti debbono muoversi in perfetta concordanza, affinchè l'immagine risulti fissa. A ciò si provvede mediante l'invio, per parte della stazione trasmittente, di un sistema di onde (dette appunto *onde di sincronismo*) che consentono di far ruotare il disco ricevente con quella velocità e con quella fase che competono, in ogni istante, al disco della stazione trasmittente.

E' possibile anche, associando i dispositivi di televisione a quelli delle comuni trasmissioni radiofoniche, ottenere contemporaneamente la visione del soggetto e la audizione della sua voce.

L'importanza teorica e pratica di un tal resultato è senza dubbio notevole e costituisce forse uno dei più bei trionfi di quella collaborazione fra Scienza e Tecnica al di fuori della quale non esiste reale progresso scientifico.

Bologna, Istituto Fisico della R. Università
maggio 1931.

RETTIFICAZIONE MEDIANTE DIODI IN CIRCUITI FORMATI DA RESISTENZA E INDUTTANZA

N. CARRARA

Viene esaminato teoricamente il comportamento di alcuni circuiti rettificatori e livellatori, formati con diodi, resistenze ed induttanze, sopratutto in riguardo al loro uso per la conversione di energia elettrica alternativa in continua.

Sono considerati i casi di sistemi monofasi, chiamando così quelli che utilizzano una sola semionda della tensione alternativa, sistemi bifasi ed in genere polifasi.

Vengono riportati grafici che permettono di ricavare la intensità massima di corrente, o minima, o media, nella resistenza di utilizzazione R, in funzione dei diversi valori del rapporto $\frac{R}{\omega L}$ *fra resistenza e reattanza.*

1. - Generalità.

La produzione di corrente continua, attraverso il raddrizzamento di correnti alternate mediante diodi, è stata largamente sfruttata nella radiotecnica per l'alimentazione degli anodi dei tubi elettronici. Nei primi schemi realizzati a questo scopo, in cui si usano diodi ad alto vuoto, si effettua la carica di condensatori di grande capacità, i quali livellano, per quanto è possibile, la tensione, grazie al loro effetto di volano. In questi schemi il valor massimo della corrente di carica dei condensatori vien contenuto in limiti relativamente modesti dalla saturazione dei diodi. Inoltre, a causa della non trascurabile resistenza interna dei diodi stessi, il rendimento del sistema non è molto elevato.

I metodi di calcolo, usati per stabilire il valore della capacità in modo da ottenere una tensione continua, che non presenti oscillazioni superiori ad un dato limite, basati su ipotesi semplificative, sono molto semplici (1). Essi consentono di ottenere risultati sufficientemente esatti per le applicazioni pratiche.

Il rendimento della conversione da corrente alternata in continua può essere migliorato con l'uso dei nuovi tipi di diodi a vapore di mercurio e a catodo caldo, che sono stati realizzati in questi ultimi tempi, principalmente per opera del Hull e del Langmuir (2). Con questi tubi le condizioni di impiego sono diverse, perchè non esiste più una corrente di saturazione, mentre invece non deve essere oltrepassato un determinato valor massimo di corrente, perchè ciò provocherebbe un aumento della caduta di tensione fra anodo e catodo. Come è noto, questa caduta di tensione non deve essere superiore ad un dato limite (praticamente 15 V), poichè altrimenti si avrebbe la disintegrazione del catodo, per effetto del bombardamento di quest'ultimo da parte degli ioni positivi. Inoltre la differenza di potenziale fra filamento e anodo, quando il primo è positivo rispetto al secondo, non deve raggiungere valori di tale entità da provocare la scarica fra gli elettrodi, secondo la legge della scarica nei gas rarefatti.

Usando quindi i nuovi tubi secondo gli stessi concetti dei diodi ad alto vuoto, la loro utilizzazione non sarebbe buona, poichè la corrente di carica del condensatore non potrebbe avere l'andamento rettangolare, che si ottiene con i tubi ad alto vuoto. Conseguentemente la corrente raddrizzata utile, che è eguale al valor medio della corrente di carica del condensatore, sarebbe in questo caso una piccola aliquota del valor massimo della corrente che può passare e che è limitata per le ragioni suesposte.

Per la migliore utilizzazione dei nuovi tubi si tratta allora, in sostanza, di realizzare condizioni tali da lavorare con una caduta di tensione costante, attraverso ad essi; in modo cioè da far erogare costantemente al tubo la corrente massima, che esso è capace di fornire senza inconvenienti. E' evidente, che una tale condizione può realizzarsi affidando il compito di volano ad una induttanza, invece che ad una capacità. Il livellamento mediante induttanze è già stato applicato anche con tubi ad alto vuoto, ma in questo caso si presta meno bene ad ottenere un razionale sfruttamento di essi.

I criteri di calcolo, seguiti da altri autori per lo studio di questo problema, si basano sull'analisi armonica della tensione raddrizzata (3).

(1) Vedi ad es. S. H. MORECROFT: «Principles of Radio Communication», Cap. VI - John Wiley and Sons - New York 1921.

(2) H. C. STEINER - H. T. MASER: «Hot-cathode mercury-vapor rectifier tubes» - Proc. I.R.E., vol. 18, n. 1, gennaio 1930, pag. 67.

(3) D. C. PRINCE: «Rectifier wave forms» - G. E. R., vol. 27, n. 9, settembre 1924, pag. 608.

Ora lo studio della rettificazione può farsi direttamente, in modo assai semplice, come è mostrato nella nota presente.

In pratica i diodi a vapore di mercurio vengono impiegati per la rettificazione di tensioni alternative del valor massimo di qualche migliaio di volt, mentre la caduta di tensione che si verifica attraverso i diodi stessi non è superiore a 15 volt. Si hanno poi anche applicazioni al raddrizzamento di basse tensioni, come carica di accumulatori, ecc. in casi cioè per i quali non occorre un livellamento molto notevole.

2. - Tensione alternativa monofase sinusoidale $v = V$ sen ωt.

In questo caso, praticamente poco importante, perchè occorrono forti reattanze per conseguire livellamenti non molto elevati, per semplicità di calcolo, abbiamo trascurato la piccola caduta di tensione che si verifica attraverso il diodo.

Si è dunque supposto la resistenza ρ del diodo infinita per tensioni di placca negative e zero in caso contrario.

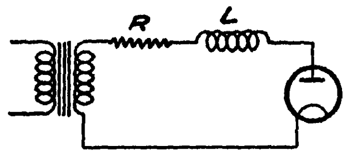


Fig. 1.

Consideriamo lo schema rappresentato in fig. 1.

Nel fenomeno a regime deve certamente esserci, in ciascun periodo della f.e.m. impressa al circuito, un intervallo di tempo, in cui la tensione ai capi del raddrizzatore è negativa e quindi la corrente nel circuito è nulla (nella nota n. 4, una costruzione grafica, del cui impiego parleremo fra breve, permette di rilevare appunto, che, avendo supposto di chiudere il circuito in un istante in cui $v < 0$, la corrente si innesca per $t = 0$, T, $2\,T$ ecc., ma deve ricadere a zero prima che sia trascorso il tempo T).

In tale intervallo la tensione ai capi del raddrizzatore è identica alla tensione v applicata. La corrente resta quindi necessariamente nulla fino a che la tensione v è negativa. Ma quando la v passa per zero con derivata positiva (ossia per $t = 0$, T, $2T$ ecc., se $v = V \operatorname{sen} 2\pi \frac{t}{T}$), la corrente deve necessariamente cominciare a passare, perchè, se così non fosse, ossia se la i restasse nulla, la tensione v, divenuta ora positiva, si ritroverebbe tal quale ai capi del raddrizzatore, e in tali condizioni l'assenza di corrente sarebbe assurda, perchè in contrasto con le proprietà attribuite al raddrizzatore stesso. A partire dagli istanti $t = 0$, T, $2\,T$ ecc., la corrente deve dunque cominciare a fluire, partendo dal valor zero e soddisfacendo all'equazione $R\,i + L\frac{d\,i}{d\,t} = V \operatorname{sen} \omega t$ (la quale ci dice altresì che in detti istanti, essendo $i = 0$, $v = 0$, deve anche essere necessariamente $\frac{d\,i}{d\,t} = 0$). Tale equazione fornisce

$$i = A\,e^{-\operatorname{tg}\alpha\cdot\omega t} - \frac{V}{R} \operatorname{sen} \alpha \cos(\omega t + \alpha),$$

dove $\operatorname{tg} \alpha = \frac{R}{\omega L}$ ed A è una costante d'integrazione, che si determina ponendo per $t = 0$, $i = 0$. Otteniamo allora,

$$A = \frac{V}{R} \operatorname{sen} \alpha \cos \alpha\ ,$$

$$i = \frac{V}{R} \operatorname{sen} \alpha \left[\cos \alpha\ e^{-\operatorname{tg}\alpha\cdot\omega t} - \cos(\omega t + \alpha)\right].$$

Questa espressione dell'intensità della corrente varrà fino a un certo istante t_0, al quale i torna eguale a zero. Da t_0 fino a T, poichè la corrente attraverso il diodo tende ad invertirsi, avremo $\rho = \infty$ e quindi $i = 0$.

L'istante cercato sarà dunque fornito dall'equazione

$$\cos \alpha\ e^{-\operatorname{tg}\alpha\cdot\omega t} = \cos(\omega t + \alpha)$$

Questa equazione intanto è soddisfatta per $\omega t = 0$. Essa ammette inoltre un'altra soluzione, che può essere agevolmente trovata con il metodo grafico descritto in nota (4).

(4) Per risolvere l'equazione $\cos \alpha\ e^{-\operatorname{tg}\alpha\cdot x} = \cos(x + \alpha)$ abbiamo rappresentato in carta semi logaritmica (X in scala lineare, Y in scala logaritmica, fig. 4, dimostrativa), la curva $Y = \cos X$ fra 0° e 90° e fra 270° e 360°. Fissato il valore di $\frac{R}{\omega L}$ e quindi di α (che risulta sempre minore di 90°) tg α, cos α, con il cambiamento di assi $y = Y$, $x = X - \alpha$, la curva diventa $y = \cos(x + \alpha)$. Rispetto a questi nuovi assi, abbiamo

Il valor medio della corrente i in un intero periodo sarà dunque

$$i_m = \frac{1}{T}\int_0^{t_o} i\, dt = \frac{V}{R} \cdot \frac{1}{2\pi}(1 - \cos \omega t_o) \qquad (^5)$$

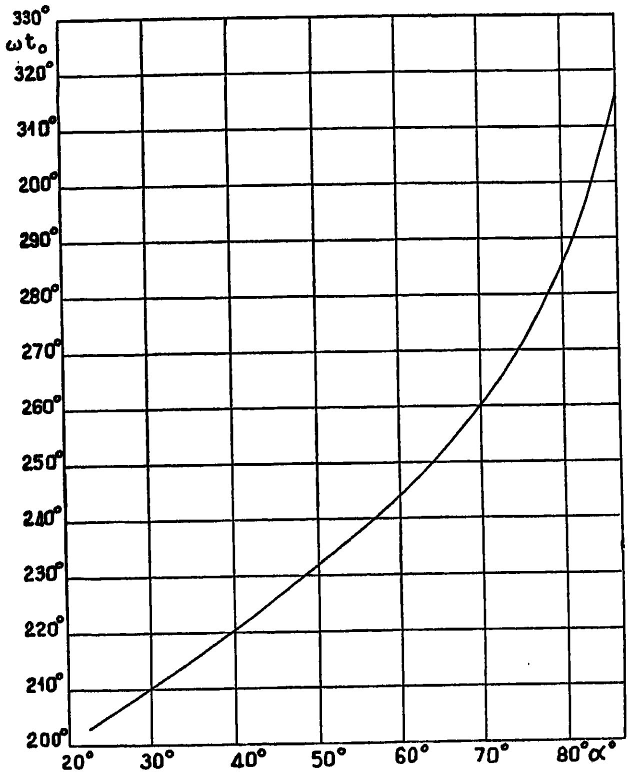


Fig. 2.

Ponendo quindi $I = \frac{V}{R}$, otteniamo

$$\frac{i_m}{I} = \frac{1}{2\pi}(1 - \cos \omega t_o)$$

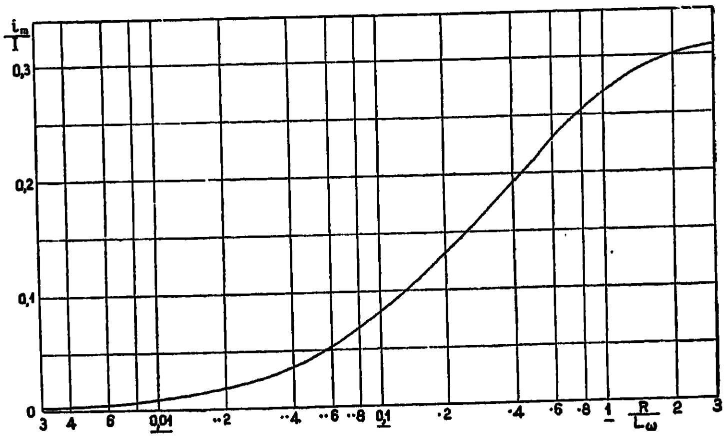


Fig. 3.

Trovati dunque i valori di ωt_o in funzione di $\alpha = \operatorname{arctg} \frac{R}{\omega L}$ (vedi fig. 2), la relazione trovata fornisce i valori di $\frac{i_m}{I}$ in funzione appunto di $\frac{R}{\omega L}$. Riportiamo in un grafico (fig. 3), i valori di $\frac{i_m}{I}$ calcolati per $\frac{R}{\omega L}$ compreso fra 0,003 e 3.

Per il corretto impiego dei tubi a vapore di mercurio è anche necessario conoscere il valore massimo che assume la corrente fra 0 e t_o. La corrente raggiungerà tale valor massimo all'istante t_1, che annulla la derivata $\frac{di}{dt}$. Tale istante è dunque fornito dalla equazione

$$\operatorname{sen} \alpha\, e^{-\operatorname{tg} \alpha \,.\, \omega t_1} = \operatorname{sen}(\omega t_1 + \alpha)$$

che può essere risolta col medesimo metodo grafico.

Sostituendo i valori ottenuto nell'espressione di i, otteniamo il valor massimo i_{mass} cercato.

Nella fig. 5, linea 1, riportiamo i valori di $\frac{i_{mass}}{I}$ in funzione di $\frac{R}{\omega L}$, calcolati nel modo precedentemente indicato.

3. - Tensione alternativa polifase.

Le considerazioni seguenti valgono qualunque sia il numero n delle fasi, escluso il caso $n = 1$, precedentemente trattato. Rappresentiamo nelle figure 6, 7, 8 i circuiti bifase, trifase, esafase. (Si attribuisce per euritmia il nome di bifase allo schema di fig. 6, sebbene nel linguaggio tecnico ordinario anch'esso venga chiamato monofase e si dia invece il nome di bifase allo schema che noi chiameremmo in questo caso tetrafase e che si immagina immediatamente).

Terremo qui conto anche della caduta di tensione v_i in ciascun diodo. Supponiamo dunque che il diodo non consenta il passaggio della corrente, quando la tensione fra placca e filamento è inferiore a v_i, e consenta invece il passaggio di correnti comunque intense, purchè inferiori al valore massimo al quale si verifica la disintegrazione del catodo, per tensioni di placca v_i.

La tensione applicata ai capi del tratto induttanza-resistenza (figura 9), grazie all'intervento dei diodi rettificatori, è $v = V \operatorname{sen} \omega t - v_i$ per t compreso fra $T\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{2n}\right)$ e $T\left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2n}\right)$ (e durante i precedenti e successivi intervalli di durata $\frac{T}{n}$ prende i medesimi valori), purchè, durante tutto questo intervallo di tempo, il diodo con-

---

condotto la retta $\cos \alpha\, e^{-\operatorname{tg}\alpha \cdot x}$, che è tangente alla curva $\cos(x + \alpha)$ per $x = 0$. Il punto, di ascissa compresa fra 270° e 360°, in cui questa retta incontra la curva $\cos(x + \alpha)$ ha ascissa x_o che soddisfa l'equazione

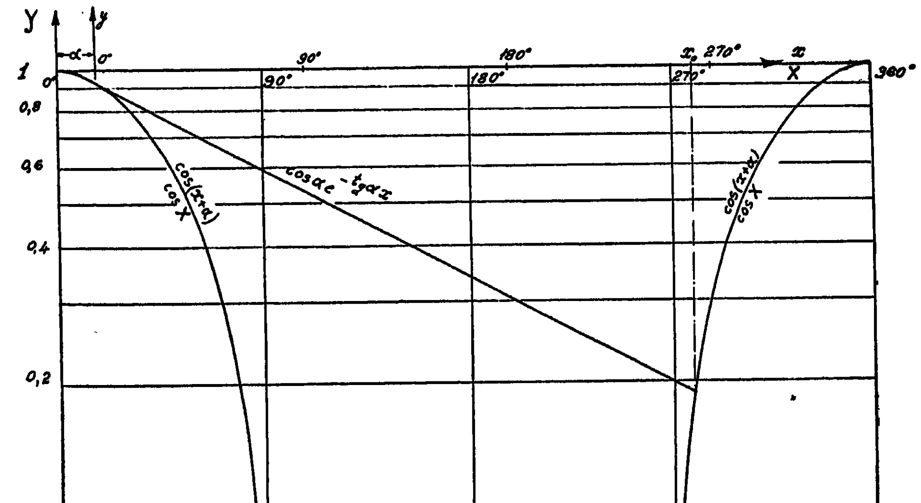


Fig. 4.

da risolvere. Al variare di α, è sempre sufficiente, per la risoluzione dell'equazione proposta, spostare l'origine degli assi da 0, dell'angolo α, e procedere al modo sopra descritto.

(5) Siccome $\int e^{-\operatorname{tg}\alpha \,.\, \omega t}\, dt = -\frac{1}{\omega \operatorname{tg}\alpha} e^{-\operatorname{tg}\alpha \,.\, \omega t} + K,$

$$\int \cos(\omega t + \alpha) \,.\, dt = \frac{1}{\omega} \operatorname{sen}(\omega t + \alpha) + K_1$$

sarà

$$i_m = \frac{V}{R} \cdot \frac{\operatorname{sen}\alpha}{T\omega}\left\{\frac{\cos\alpha}{\operatorname{tg}\alpha}(1 - e^{-\operatorname{tg}\alpha \,.\, \omega t_o}) - \operatorname{sen}(\omega t_o + \alpha) + \operatorname{sen}\alpha\right\}$$

Semplificando e ricordando che

$$\cos\alpha \,.\, e^{-\operatorname{tg}\alpha \,.\, \omega t_o} = \cos(\omega t_o + \alpha)$$

otteniamo $i_m = \frac{V}{R} \cdot \frac{1}{2\pi}(1 - \cos \omega t_o)$.

senta il passaggio della corrente, ciò che per ora ammetteremo. (6) In tale intervallo di tempo avremo

$$R i + L \frac{d i}{d t} = V \operatorname{sen} \omega t - v_i \,,$$

che fornisce:

$$i = A\, e^{-\operatorname{tg} \alpha \cdot \omega} - \frac{V}{R} \operatorname{sen} \alpha \cos(\omega t + \alpha) - \frac{v_i}{R}$$

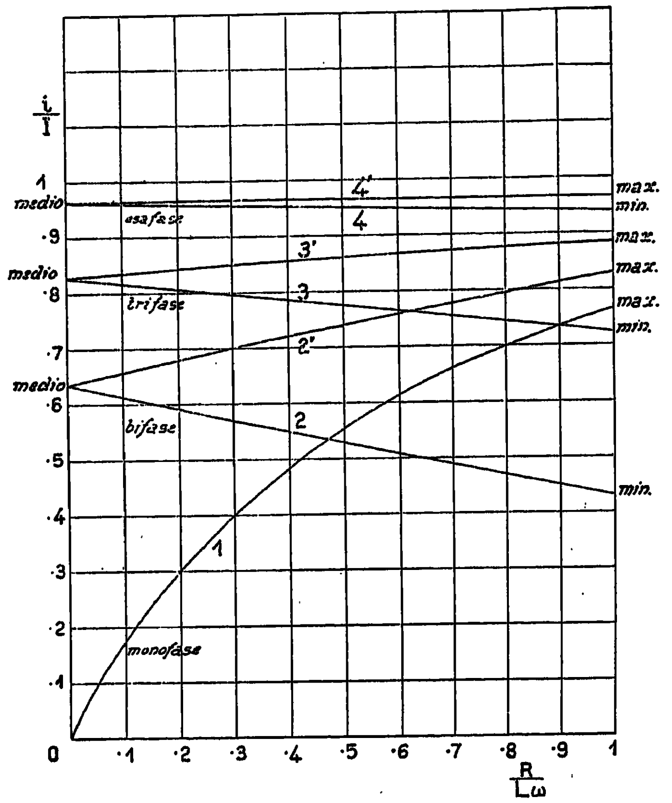


Fig. 5.

A regime, i dovrà avere lo stesso valore per $t = T\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{2n}\right)$ e $t = T\left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2n}\right)$ (ed anche agli estremi dei precedenti e successivi intervalli di tempo di durata $\frac{T}{n}$).

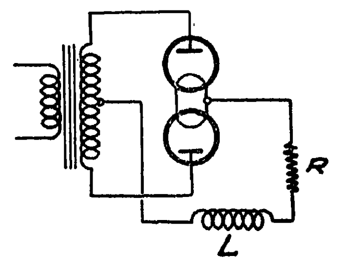


Fig. 6.

Otteniamo allora il valore della costante d'integrazione A

$$A = \frac{V}{R} \cdot \frac{2 \operatorname{sen} \alpha \cos \alpha}{M} \operatorname{sen} \frac{\pi}{n} \,;$$

con $M = e^{-\operatorname{tg}\alpha \cdot \left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{n}\right)} - e^{-\operatorname{tg}\alpha \cdot \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{n}\right)}$.

(6) Come vedremo in seguito, per valori del rapporto $\frac{V}{v_i}$ inferiori a un certo limite, la corrente, a un certo istante compreso nell'intervallo di tempo considerato, scende a zero, con derivata negativa. Per l'intervento del diodo a questo istante la corrente viene interrotta, e riprende a fluire solo a partire da un altro istante, compreso nell'intervallo di tempo $\frac{T}{n}$ successivo a quello considerato.

Il valor medio di i sarà

$$i_m = \frac{n}{T} \int_{T\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{2n}\right)}^{T\left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2n}\right)} i \, dt = \frac{V}{R} \frac{n}{\pi} \operatorname{sen} \frac{\pi}{n} - \frac{v_i}{R}$$

Troviamo dunque che il valor medio della corrente raddrizzata è indipendente dal rapporto $\frac{R}{L\omega}$.

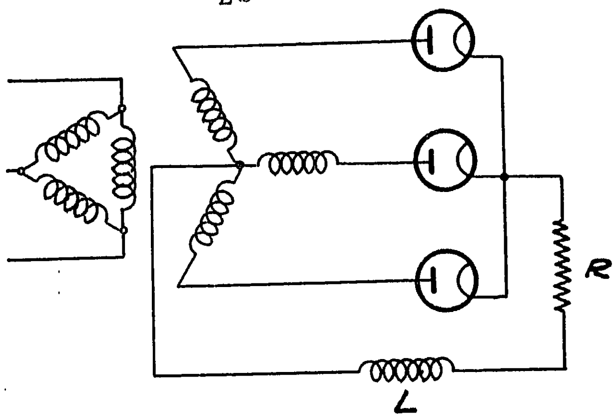


Fig. 7.

La corrente i, sempre nel solito intervallo di tempo, raggiunge un minimo e un massimo a due istanti t_1 e t_2 che si ottengono annullando la $\frac{d i}{d t}$. Essi vengono forniti dall'equazione

$$\frac{2 \operatorname{sen} \alpha}{M} \operatorname{sen} \frac{\pi}{n}\, e^{-\operatorname{tg}\alpha \cdot \omega t} = \operatorname{sen}(\omega t + \alpha)$$

che può essere risolta col solito metodo grafico.

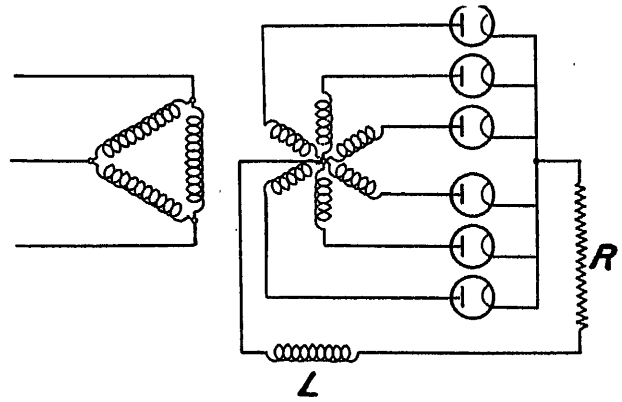


Fig. 8.

Sostituendo questi valori di t nell'espressione di i otteniamo:

$$i_{min} = \frac{V}{R} \operatorname{sen} \omega t_1 - \frac{v_i}{R} \quad , \quad i_{mass} = \frac{V}{R} \operatorname{sen} \omega t_2 - \frac{v_i}{R}$$

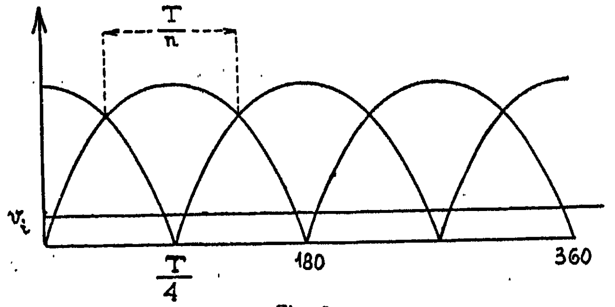


Fig. 9.

Il più piccolo valore da assegnare a V, affinchè le considerazioni precedenti non cadano in difetto, è dunque $V = \frac{v_i}{\operatorname{sen} \omega t_1}$. (7)

(7) Qualora fosse $\frac{V}{v_i} < \frac{1}{\operatorname{sen} \omega t}$ l'andamento del fenomeno sarebbe del tutto diverso. Non prendiamo in considerazione questo caso, perchè, come già abbiamo avvertito in pratica è sempre $V \gg v_i$.

Nella fig. 5 le linee 2, 3, 4 rappresentano i valori minimi di $\frac{i}{I}$, in funzione di $\frac{R}{\omega L}$, $\left(I = \frac{V}{R}\right)$, le linee 2', 3', 4', i massimi, nei casi bifase, trifase, esafase, e nell'ipotesi $\nu_i = 0$. Nel caso esafase abbiamo esteso i calcoli per $\frac{R}{\omega L}$ da 0 a 5 (fig. 10). Nella fig. 11 abbiamo rappresentato l'andamento di $\frac{i}{I}$ in funzione di ωt, per $\frac{R}{L\omega} = 1$, nei vari casi. Per ν_i diverso da zero basta spostare convenientemente la linee precedentemente indicate parallelamente all'asse delle ordinate.

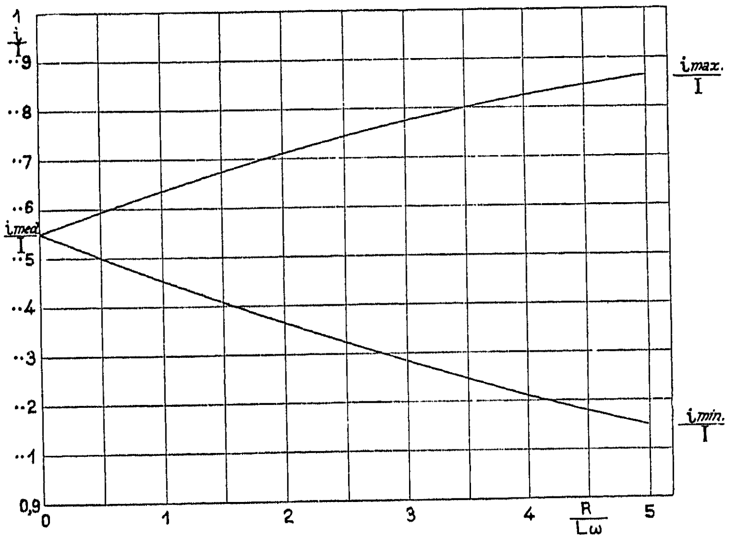


Fig. 10.

4.- Nel caso di tensioni applicate polifasi la potenza totale è

$$P_t = \frac{n}{T} \int_{T\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{2n}\right)}^{T\left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2n}\right)} i \, \nu \, dt \, ,$$

cioè

$$P_t = \frac{1}{2} \cdot \frac{V^2}{R} \operatorname{sen}^2 \alpha + \frac{n}{2\pi} \frac{V^2}{R}$$

$$\left[\operatorname{sen} 2\alpha \cos^2 \alpha \operatorname{sen}^2 \frac{\pi}{n} \frac{1 + e^{-\operatorname{tg}\alpha \cdot \frac{2\pi}{n}}}{1 - e^{-\operatorname{tg}\alpha \cdot \frac{2\pi}{n}}} + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{2} \operatorname{sen} \frac{2\pi}{n} (\operatorname{sen}^2 2\alpha + \operatorname{sen}^2 \alpha) \right] - \frac{V \nu_i}{R} \frac{n}{\pi} \operatorname{sen} \frac{\pi}{n}$$

Per piccoli valori di α l'espressione $\frac{1 + e^{-\operatorname{tg}\alpha \frac{2\pi}{n}}}{1 - e^{-\operatorname{tg}\alpha \frac{2\pi}{n}}}$ può scriversi $\frac{1 - \alpha \frac{\pi}{n}}{\alpha \frac{\pi}{n}}$; essa tende dunque all'infinito per α tendente a zero.

Questo fatto, insieme alla circostanza che nel termine della potenza totale, contenente a fattore l'espressione precedente, compare sen 2α, mentre altri contengono $\operatorname{sen}^2 \alpha$ oppure $\operatorname{sen}^2 2\alpha$, autorizza, per α sufficientemente piccolo, a scrivere la P_t al modo seguente:

$$P_t = \frac{n^2}{\pi^2} \frac{V^2}{R} \operatorname{sen}^2 \frac{\pi}{n} \left(1 - \alpha \frac{\pi}{n}\right) - \frac{V \nu_i}{R} \frac{n}{\pi} \operatorname{sen} \frac{\pi}{n} \, .$$

La potenza utile di corrente continua è $P_u = R \, i_m^2$.

Se ν_i è molto piccolo in confronto a V, potremo scrivere

$$P_u = \frac{V^2}{R} \frac{n^2}{\pi^2} \operatorname{sen}^2 \frac{\pi}{n} - \frac{2 \nu_i V}{R} \frac{n}{\pi} \operatorname{sen} \frac{\pi}{n}$$

Perciò il rendimento $\eta = \frac{P_u}{P_t}$, diventa, trascurando il termine in $\frac{\alpha \, \nu_i}{V}$,

$$\eta = \frac{P_u}{P_t} = 1 - \frac{\pi}{n} \left(\frac{R}{\omega L} + \frac{V \nu_i}{V \operatorname{sen} \frac{\pi}{n}} \right),$$

dove al posto di α, grazie alle sua supposta piccolezza, abbiamo potuto mettere $\frac{R}{\omega L}$.

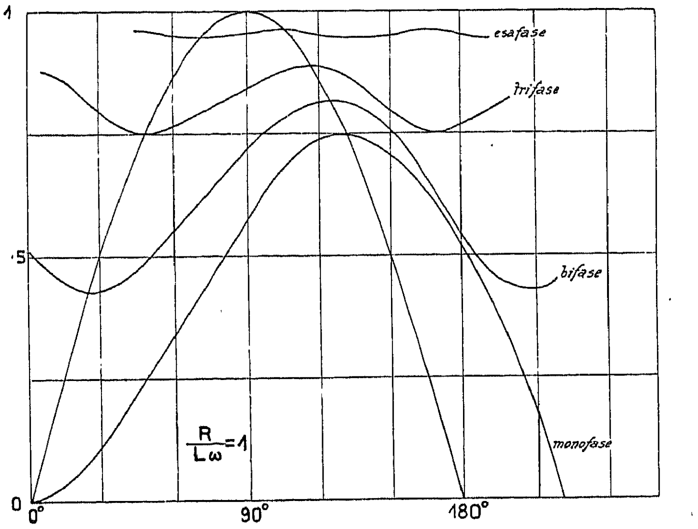


Fig. 11.

Si vede dunque che a parità di $\frac{R}{\omega L}$, il rendimento aumenta con l'aumentare di V e del numero delle fasi, e a parità di altre circostanze, aumenta con l'aumentare della reattanza.

5. - Come abbiamo già detto, la tensione di placca dei diodi a vapore di mercurio non può scendere fino a valori negativi di tale entità, per cui si inizi la scarica con le leggi della scarica nei gas rarefatti.

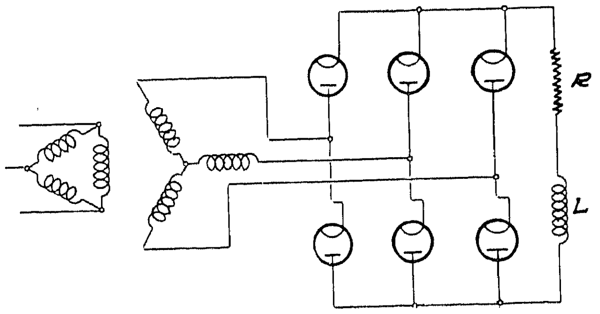


Fig. 12.

Perciò, nel realizzare raddrizzatori per tensioni molto elevate, si seguono schemi, come quello della fig. 12 per il caso esafase, in cui intervengono contemporaneamente più diodi, durante il processo di rettificazione. Tutti i risultati precedentemente trovati valgono ancora, salvo scrivere $m \nu_i$ al posto di ν_i, m essendo il numero dei diodi che intervengono contemporaneamente.

Ringrazio il Prof. Vallauri per l'aiuto ricevutone.

Livorno - *Istituto Elettrotecnico e delle Comunicazioni della R. Marina.*

ALCUNE OSSERVAZIONI SULLE CAUSE PIÙ FREQUENTI DI GUASTI AI MOTORI A INDUZIONE IN SERVIZIO NELLE INDUSTRIE PESANTI

G. MONGINI

Vengono esaminate le cause che più frequentemente danno luogo a guasti nei motori a induzione e dipendenti sia dal motore sia dai suoi accessori: apparecchi di protezione, manovra, reostati, ecc. Si indicano alcune cautele da seguire per ridurre i guasti stessi.

Preposto da qualche tempo al servizio elettrico di uno dei più importanti stabilimenti elettrosiderurgici del nostro Paese, mi propongo di analizzare le cause dei guasti più frequenti che si verificano nei motori a induzione che rappresentano la generalità di quelli in servizio presso detto stabilimento. Non dirò cose nuove, ma si tratta di osservazioni fatte su un migliaio di motori di piccola, media e grande potenza e la loro esposizione credo possa presentare qualche utilità.

Per evitare a queste modeste osservazioni ogni carattere reclamistico eviterò di nominare le Ditte fornitrici del materiale, dirò solo che esso è quasi totalmente di produzione nazionale e non è inferiore alla piccola percentuale di materiale estero soggetto allo stesso lavoro.

Generalmente sono i piccoli e medii motori che danno luogo alle più frequenti interruzioni di lavoro nell'industria; i grossi motori studiati dai costruttori per il servizio particolare a cui sono adibiti, messi in locali appositi, muniti di tutti gli apparecchi di protezione e controllo che la tecnica mette a disposizione, sorvegliati da personale specializzato, difficilmente si guastano, se non intervengono cause eccezionali, e, anche queste, si ripercuotono quasi sempre sulla apparecchiatura e quindi i guasti sono facilmente riparabili.

I piccoli e medi motori a media tensione (nel nostro caso 380 volt) sono invece chiamati a lavorare in locali polverosi, talora umidi e difficilmente accessibili, quindi in condizioni notevolmente peggiori, tanto più che spesso non sono muniti di apparecchi di controllo o al massimo di un amperometro e anche gli apparecchi di protezione sono deficienti sembrando sprecato un buon interruttore automatico per questi piccoli motori. E' questo, a mio avviso, un errore e io vorrei vedere aboliti dai cataloghi dei costruttori i soliti interruttori a coltello che col loro modesto prezzo invogliano troppo facilmente i progettisti e gli uffici di approvvigionamento: il generalizzarsi degli interruttori automatici ne farebbe diminuire il prezzo e d'altra parte un avvolgimento in meno da rifare compenserebbe largamente anche per i piccoli motori il maggior costo della apparecchiatura.

E' certo che, specialmente nei motori a servizio continuo, buona parte dei guasti si potrebbe evitare con adatti interruttori in cassa chiusa a massima e minima. Le valvole non servono a proteggere i motori; conviene solo un quadretto di valvole a patrona a monte degli interruttori per permettere la revisione, riparazione e eventualmente il cambio di questi ultimi senza interrompere il lavoro del reparto, in modo cioè da utilizzare le valvole a patrona come sezionatori, limitando il loro ufficio protettivo solo al caso di scarica nell'interno dell'interruttore. Le valvole non proteggono il motore perchè generalmente sono troppo abbondanti onde evitare le interruzioni del servizio per il loro cambio che richiede sempre un certo tempo e l'intervento del reparto di manutenzione; non fondono mai contemporaneamente e quindi facilmente il motore funziona monofase; di più in caso di momentanea mancanza di corrente non interrompono il circuito e quindi, se il personale non è pronto ad aprire l'interruttore, ciò che in un grande stabilimento non è facile ottenere, al ritorno della corrente il motore può essere danneggiato.

Anche i reostati specialmente nei motori a funzionamento intermittente, possono essere causa di guasti; occorre materiale robusto e ben dimensionato; nelle officine bisogna evitare di modificarne le caratteristiche per semplificare momentaneamente le riparazioni e di scambiare reostati di motori non identici ciò che avviene facilmente perchè gli operai della manutenzione spesso non si rendono conto dell'importanza di questa parte della macchina. La presenza di motori, talora poco diversi, con indotto trifase e bifase rende naturalmente anche più importante quanto sopra, e all'uopo sarebbe opportuno che i costruttori non lasciassero mai in bianco i dati di targhetta ma indicassero sempre non solo le caratteristiche dello statore ma anche quelle del rotore e degli accessori in modo da facilitare l'esercizio, tenendo presente che, specialmente in un grande stabilimento, gli schemi allegati ai motori vanno facilmente smarriti mentre i dati di targhetta restano; questi da soli devono bastare a un operaio abbastanza pratico per installare la macchina coi suoi accessori.

Quanto detto per i reostati vale per i controller; anche per questi è necessario un larghissimo dimensionamento; il costruttore deve abbondare in questa parte della macchina soggetta a logorio continuo e l'aquirente non deve lasciarsi invogliare dai bassi prezzi che si riducono poi a un maggior onere per l'esercizio. Sarebbe poi necessario che la manovella di manovra obbligasse l'operaio, che spesso è un rozzo manuale, a arrivare lentamente a fine corsa fermandosi un istante su ogni tacca del controller e che sopra tutto dovesse fare una fermata di qualche istante prima di invertire la marcia in modo da evitare che un motore, il quale, per l'inerzia propria e delle masse con cui è accoppiato, continua a girare in un senso, sia già percorso dalla piena corrente che deve farlo girare in senso inverso con grave danno alla parte elettrica e meccanica. Basterebbe all'uopo che il manovratore dovesse vincere nel passare da tacca a tacca una ben studiata resistenza, ma per la verità è difficile trovare controller costruiti con questi criteri.

Nei controller degli apparecchi di sollevamento, per es., gli argani delle grù, bisogna aver l'avvertenza, nella discesa, di chiudere contemporaneamente il circuito dello statore e del rotore, onde evitare che, iniziandosi la discesa a rotore aperto, e cioè appena immettendo corrente nello statore, si apre il freno, il motore assuma una velocità eccessiva; è un piccolo dettaglio spesso trascurato e che può dar luogo a gravi inconvenienti potendosi sfasciare completamente gli avvolgimenti del rotore per forza centrifuga.

Mi sono fermato a lungo, forse troppo, sugli accessori, ma gran parte dei guasti ai motori avviene per deficienza di quelli, ciò che i più sanno ma in pratica dimenticano facilmente.

Venendo ora ai motori non mi devo occupare delle parti sostanziali; queste essendo calcolate da specialisti che sanno assolvere assai bene il loro compito, se un motore in pratica non corrisponde per le sue caratteristiche è colpa dell'esercente che ha adottato il motore a un servizio per il quale non era adatto o non ha dato al fabbricante elementi sufficienti per permettergli di offrire il suo motore di serie più adatto. Se un appunto si può fare ai costruttori nei criteri generali di calcolo è di far lavorare troppo il materiale, ma la colpa è delle Norme che permettono di raggiungere dei limiti di temperatura per me eccessivi e alle quali quelli, per ovvie ragioni di concorrenza, devono attendersi. So di toccare un argomento assai delicato, ma per mio conto ormai l'utilizzazione del materiale è stata eccessivamente spinta e, salvo in casi eccezionali, in cui il peso e lo spazio hanno particolare importanza, ritengo che sarebbe bene non solo fermarci ma tornare indietro; tanto più che durante i mesi estivi in molti ambienti industriali si supera facilmente la temperatura di 40°. Pur avendo motori rispondenti alle Norme A.E.I. per assicurare il servizio, ho dovuto, in questi casi iniettarvi aria compressa tenendoli in vita, per così dire, con l'ossigeno. Unico rimedio per assicurare un servizio pesante è oggi chiedere un motore da 100 kW quando ne basterebbero 80, ma il rimedio difficilmente si può applicare anche se, tenendo conto di tutto, converrebbe farlo. I vecchi motori, che, non solo per l'età, ma, specialmente per le dimensioni unitarie, si possono chiamare i papà di quelli che giornalmente escono dalle nostre fabbriche, son quelli che nell'esercizio danno la maggior tranquillità; tra i due estremi si dovrebbe trovare la guista misura e cioè il vero prezzo più economico tenendo conto anche delle spese di manutenzione, interruzioni di servizio, ecc.

I guasti allo statore sono piuttosto limitati e i più sono dovuti a savraccarico e si potrebbero evitare con buoni apparecchi di protezione come detto dianzi. Altra causa frequente è lo strisciamento del rotore sullo statore per eccessivo consumo di bronzine: è una causa banale che pure dà luogo a buona parte dei guasti che si verificano nei motori a funzionamento continuo. Si riesce a ridurli notevolmente con un periodico controllo dell'intraferro e con l'uso di una qualità adatta e costante di bronzo; cambiandone la qualità non se ne conosce più la durata presumibile e riesce più difficile, quando si hanno molti motori, il controllo tempestivo dell'intraferro; ciò che si è detto per le bronzine vale anche per altri tipi di cuscinetto.

I guasti per mancanza di lubrificazione sono meno frequenti di quanto normalmente si creda; si hanno piuttosto inconvenienti per eccesso di lubrificazione avendo l'operaio tendenza a esagerare, col risultato di imbibire gli avvolgimenti di olio e polvere deteriorando col tempo gli isolanti: conviente cambiare periodicamente l'olio invece di aggiungerne sempre al vecchio per evitare di lasciare olio sporco che danneggia i cuscinetti, e badare che i coperchi dei supporti rimangano a posto ciò che non sempre avviene, specialmente se non sono a cerniera, ma asportabili.

Alle morsetterie si possono avere delle scariche specialmente in ambienti polverosi e se i morsetti sono molto vicini come nei piccoli motori, l'inconveniente si può ridurre con qualche accorgimento, per

es., diaframmi, capsule isolanti sui morsetti, ecc. : il guasto che ne deriva, se il motore è protetto da un buon interruttore, è limitato e si ripara facilmente.

Il rotore naturalmente è più soggetto a guasti e oltre alle cause già accennate per lo statore altre ve ne sono a lui particolari. Sono abbastanza frequenti le scariche tra anelli del collettore o tra bandelle dell'avvolgimento : a parità di altre circostanze sono tanto più facili quanto più la tensione al rotore è elevata; sono per tanto favorevole a tensioni deboli, non più di 150-200 volt per le medie tensioni primarie di cui stiamo occupandoci; le alte tensioni di rotore, 500-600 volt, danno spesso disturbi nell'esercizio. In alcuni motori per grù abbiamo trovato vantaggioso ridurre, con opportune modifiche dell'avvolgimento rotorico, dei controller e delle resistenze la tensione ai bassi valori su indicati.

Scariche agli anelli si hanno spesso anche per futili motivi che tutti conoscono ma spesso dimenticano : un bullone non fissato con la relativa rosetta nei porta spazzole, nella lanterna del collettore, nel collegamento dell'avvolgimento al collettore, ecc., ecc.

Le scariche al rotore talora forano il pacco lamellare e rompono per qualche cm parecchi denti; ciò avviene specialmente quando il loro spessore è di pochi mm come nei motori lenti e di non grande potenza in cui, sia per economia sia per avere un piccolo GD^2 (motori ausiliari dei laminatoi, per es.), si tiene il diametro del rotore molto piccolo rispetto alla velocità angolare; è un inconveniente che non può essere eliminato che dal fabbricante e basta quindi averlo registrato.

Altra causa frequente di guasti nei motori a due sensi di marcia è la rottura dei collegamenti al collettore; è bene quindi che essi siano flessibili e che gli anelli siano ben fissati alla lanterna e questa all'albero, le sole viti di pressione, anche per i motori di qualche kW, non essendo sufficienti.

L'isolamento tra anello e anello è bene sia curato in modo speciale; risponde bene un anello di fibra sporgente di qualche mm che impedisce alla polvere di fare corto circuito tra anello e anello e guide le spazzole anche se tendono a spostarsi. Poco consigliabili sono gli anelli messi semplicemente a caldo sulla lanterna rivestita di micanite; in ambienti polverosi si hanno facilmente scariche lungo la superficie liscia isolante su cui sono calettati gli anelli; risponde meglio un collettore con gli anelli di fibra sporgenti esternamente e internamente in modo da formare verso la lanterna un cilindro continuo di fibra, il tutto fissato alla lanterna con spallamento, disco frontale e bulloni passanti : questo tipo è stato costruito nelle nostre officine di riparazione con ottimo risultato.

L'accoppiamento del motore alla relativa trasmissione ha naturalmente notevole importanza per il suo buon funzionamento : è opportuno che non sia rigido altrimenti il motore deve sopportare tutti gli urti che gli trasmette la macchina mossa con il risultato di un più rapido logorio delle bronzine e talora anche di deformazioni dell'asse e rottura dei piedi di fissaggio della carcassa. Un buon 90 % dei motori per grù, piani a rulli, ecc., che vengono nelle nostre officine di riparazioni sono quelli accoppiati alle trasmissioni con pignone in acciaio direttamente calettato sull'asse : si diminuiscono gli inconvenienti usando pignoni di cuoio, fibroide o simili, ma meglio è interporre tra motore e trasmissione un giunto elastico.

Termino questa rapida rassegna, che non intende certo essere completa, osservando che i guasti più numerosi si hanno per piccole cause, donde la necessità di curare minuziosamente, quasi con pedanteria, i piccoli dettagli per ridurre le ore di interruzione di lavoro che alla fine dell'anno rappresentano in una grande industria ingenti somme sprecate.

Aosta, marzo 1931 - *IX*.

SUNTI E SOMMARI

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

K. B. Mc Eachron — **Un nuovo tipo di scaricatore.** (Energia El., gennaio 1931, da pag. 22 a pag. 27, figure 12).

Negli impianti elettrici degli S. U. A. si tende sempre più a dimensionare piuttosto largamente e uniformemente l'isolamento del macchinario e quello delle linee in base ad un impulso massimo di tensione che si suppone non possa mai venire superato grazie alla azione degli scaricatori.

Fra questi danno grande affidamento di servizio semplice e sicuro quelli a tirite. Di questi l'A. dà le curve caratteristiche della corrente di scarica in funzione della tensione per varie inserzioni sulla linea, e da esse è possibile rilevare come questo scaricatore presenti effettivamente la notevole proprietà di permettere il passaggio di una corrente ben definita per ogni valore della tensione; per quella di esercizio detta corrente risulta molto piccola; per cui lasciando dei piccoli intervalli d'aria fra i vari elementi dello scaricatore, essi, pur assicurando il passaggio della corrente di scarica per un certo valore prefissato della sovratensione, sono sufficienti per disinnescare l'arco quando la tensione abbia riacquistato il valore normale. Inoltre la caratteristica della tirite non dipende praticamente dal tempo, cioè non esiste ritardo nel funzionamento dello scaricatore.

Si è potuto rilevare che in generale gli effetti di attenuazione dell'onda dovuti alla capacità dei trasformatori sono molto limitati e la inserzione di bobine di autoinduzione non è efficace o comunque necessaria.

Sono riferite le prove oscillografiche eseguite su una linea a 75.000 V di 70 km nel Michingam dalle quali si sono ricavate sperimentalmente le curve della tensione d'impulso ridotta in funzione della corrente assorbita dallo scaricatore, per diverse inserzioni dello scaricatore, diversi gradi d'isolamento dell'impianto e diverse grandezze d'impulso, ottenendo risultati conformi alle curve caratteristiche previste per gli scaricatori.

Per ciò che riguarda la zona protetta dallo scaricatore essa dipende evidentemente dalla ripidità dell onda di tensione. Col generatore e la linea di esperimento si è in ogni modo potuto rilevare che già a 600 m di distanza dallo scaricatore, dal lato del generatore d'impulsi, non era più praticamente possibile proteggere la linea anche riforzandone l'isolamento e passando a scaricatori più largamente dimensionati. Anche da queste considerazioni risulta che i punti in cui gli scaricatori vengono più opportunamente collocati sono in vicinanza dei trasformatori, avendo cura di ridurre le connessioni più brevi che sia possibile : specialmente quelle che vanno dalla linea allo scaricatore.

L'articolo riporta numerosi dati bibliografici americani sull'argomento. *I. P.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

C. J. Holslag — **Lo sviluppo degli apparecchi di saldatura ad arco come è rivelato dall'oscillografo.** (J. A. I. E. E., dicembre 1930, p. 1021).

Nei primi tempi dell'impiego della saldatura ad arco, non si dava sufficiente attenzione alla possibilità di una buona regolazione dell'arco e l'A. mette in evidenza come la semplice considerazione di arco «a tensione costante» o «a corrente costante» possa portare a malintesi praticamente dannosi. Attualmente si esige che una macchina generatrice destinata a impianti di saldatura permetta all'operatore di realizzare una perfetta regolazione dell'arco ciò che conduce ad un funzionamento più regolare e ad una saldatura migliore. Si è pure riconosciuta la importanza di quello che l'A. chiama «tempo di ripresa» cioè dell'intervallo che è necessario perchè si ripristinino le condizioni normali di tensione e corrente di saldatura a partire dall'istante del corto circuito netto che si produce quando l'elettrodo va a diretto contatto col pezzo da saldare; questo intervallo è passato nelle macchine moderne da alcuni secondi a una piccola frazione di secondo.

L'A. illustra la sua esposizione con numerosi oscillogrammi rilevati su casi pratici di saldatura e che mettono in evidenza le ottime caratteristiche delle moderne macchine di saldatura. *R. S. N.*

APPLICAZIONI VARIE.

W. Völkel — **L'equipaggiamento elettrico dell'aeroplano gigante DO-X.** (E. T. Z., N. 45 del 6 novembre 1930, pag. 1541).

Il DO-X è equipaggiato con 12 motori Cortiss-Conqueror disposti a due a due sopra le ali in sei piccole cabine : come è noto la potenza di un motore a scoppio è funzione della sua velocità, perciò in navigazione occorre disporre di mezzi precisi per misurare il numero dei giri. A questo scopo è stato installato un contagiri elettrico a distanza : gli strumenti indicatori sono voltmetri tarati in giri al minuto e alimentati da piccoli generatori situati nelle cabine dei motori e azionati a mezzo di alberi flessibili.

Vi sono poi 24 termometri a distanza, che consentono il controllo della temperatura dell'acqua di raffreddamento e dell'olio di lubrificazione dei 12 motori.

Ogni motore è a 12 cilindri ed è equipaggiato con un magnete doppio d'accensione ad alta tensione: questi magneti agiscono ciascuno su due gruppi di candele indipendenti: in tutto sono installate 288 candele. Vi è poi un dispositivo di corto circuito per i magneti azionato dalle valvole di chiusura delle condotte dell'olio di lubrificazione: così è reso impossibile l'avviamento del motore, se le valvole della lubrificazione sono chiuse. Per il prelievo del combustibile dai serbatoi, situati nella parte inferiore dell'aeroplano, sono installate due elettropompe, comandate ciascuna da un motorino di 400 watt, regolabili per dare in ogni momento la quantità di combustibile necessaria.

Per l'illuminazione esterna l'aeronave è stata provvista dei segnali prescritti e di un faro da 100 W per l'atterramento. Per l'illuminazione interna sono state installate complessivamente 72 lampade per una potenza complessiva di 1,2 kW. Per le cucine è stato installato un apposito generatore a 110 volt.

La stazione radio comprende un trasmettitore da 120 watt e un ricevitore per onde da 26 a 3000 metri.

La centrale elettrica è costituita da due generatori che possono essere azionati da un motore ausiliario di 9 kW. La dinamo per la cucina può sviluppare 2,5 kW e un generatore da 1,8 kW alimenta in parallelo con una batteria di 24 volt il restante impianto. *T. S.*

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

H. J. T. ELLINGHAM, H. MOORE — **L'elettrochimica e l'elettrometallurgia.** (J. I. E. E., Londra, gennaio 1931, pag. 185 a 192, senza figure).

Gli AA. riportano una serie di dati statistici che interessano la produzione mondiale di queste industrie nel 1928. Il rame si ricava direttamente per elettrolisi di soluzioni di solfato di rame ottenute dal solfuro di rame quale viene dalla miniera; da 1 litro di soluzione si ricavano da 20 a 50 gr di rame puro al 99,98 %, con un consumo di 2,5 kWh per ogni kg di rame prodotto. L'11 % della produzione totale di rame proviene dall'applicazione di questo metodo. Un analogo processo è stato applicato per l'estrazione dello zinco con buoni risultati, tanto che la produzione elettrolitica di zinco è salita al 23 % della quantità totale; la purezza del metallo è del 99,99 % e in più c'è il vantaggio di potere ricuperare il manganese come sottoprodotto; il ferro contenuto nel minerale originario si separa dalla massa magneticamente, prima ancora di fare la soluzione in acido solforico. La presenza di tracce di germanio (1 mgr per litro di soluzione) basta per rendere praticamente inapplicabile questo processo. Un metallo che accompagna spesso lo zinco è il cadmio, la produzione di cadmio nello stesso anno è stata di 1.200 tonn. L'estrazione elettrolitica da sali fusi si applica per l'alluminio (con una produzione di 226.000 tonn.) per il magnesio, per il sodio ed in misura ridotta anche per il berillio. La separazione elettrolitica di metalli in lega con altri si applica per i metalli più nobili come: platino, oro, palladio, argento e nichel contenuti in minerali comuni.

La raffinazione del rame è specialmente sviluppata in America dove la produzione di rame elettrolitico è stata di 1.288.500 tonn. con un consumo di energia di 1 kWh per ogni 5,5 kg di rame raffinato. Il piombo elettrolitico è stato prodotto in ragione di 221.000 tonn. e lo stagno in ragione di 2.000 tonn. La decomposizione dell'acqua è attualmente allo studio con l'intento di ottenere dal bagno elettrolitico ossigeno ed idrogeno già compressi. L'industria della soda caustica assorbe da sola circa 1 miliardo di kWh di energia all'anno.

La lavorazione del ferro si compie oltre che coi forni Heroult anche coi forni ad induzione a bassa e ad alta frequenza; questi ultimi si costruiscono per una produzione giornaliera anche di 20 tonn. di metallo fuso; essi sono alimentati con alternatori ad alta frequenza; per unità di minore potenza capaci di fondere fino a 15 kg di metallo per volta può bastare anche un generatore a valvole termoioniche. Il trattamento termico degli acciai è fatto con forni a resistenze di nichel-cromo, fino a 1.000° C, o di carborundum, fino a 1300° C.; la potenza consumata negli Stati Uniti per tale uso è stata nel 1929 di 320.000 kW; al presente la più grande unità in funzione assorbe da sola 12.000 kW. La temperatura di questi forni è sempre regolata automaticamente a mezzo di termocoppie. *I. L.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

E. BLAICH — **Una nuova prova per dimostrare l'effetto « Pinch ».** (E. u. M., N. 49, 7 dicembre 1930).

In una massa fluida percorsa dalla corrente elettrica, l'intensità del campo magnetico in un determinato punto è diretta verso l'interno del conduttore fluido: ne consegue, quindi, una pressione nella massa fluida, decrescente dall'interno verso l'esterno. L'esistenza di questo fenomeno fu riscontrata per la prima volta studiando il movimento delle masse di metallo fluido nei forni elettrici, quando si studiarono, cioè le cause che provocano un movimento vorticoso sulla superficie del bagno di metallo fuso. Si constatò, appunto, che tali inconvenienti erano dovuti a correnti di compensazione dirette dall'interno verso l'esterno della massa metallica fusa, cioè dalla zona delle alte a quella delle basse pressioni. E' stata affacciata dapprima l'ipotesi che i movimenti del metallo potessero avere la loro origine da differenze di temperatura in punti diversi dal bagno fuso, ma gli esperimenti hanno dimostrato che il fenomeno è di natura elettromagnetica e non termica. Il dispositivo ideato dall'A. ha appunto lo scopo di confermare questa ipotesi.

L'apparecchio consta di un cilindro di fibra del diametro di 90 mm chiuso nella parte superiore ed in quella inferiore mediante piastre di rame. Il cilindro viene riempito di mercurio: quest'ultimo sostituisce il bagno fuso del forno elettrico. La placca di rame inferiore porta nel suo punto medio un foro a cui fa capo un tubo ad U; la placca superiore porta tre fori i quali permettono il passaggio di un tubo verticale, di un termometro e di un imbuto. Il bagno di mercurio, attraverso alle due placche di rame, viene alimentato da un trasformatore speciale con rapporti 220/2,56 V, 68,3/5850 A.

Se la corrente atraversa la massa di mercurio, si verifica in corrispondenza dell'asse del recipiente una pressione superiore di quella che si ha ai bordi del medesimo. Ha luogo allora lo spostamento verso l'alto, del mercurio nel tubo ad U e, se la lunghezza del braccio più lungo del tubo stesso è convenientemente scelta, ha luogo un deflusso continuo di metallo nell'imbuto fissato alla placca superiore di rame. Si verifica nel recipiente uno spostamento del mercurio dall'alto verso il basso; mentre tale spostamento dovrebbe avvenire in senso contrario, se il movimento fosse dovuto ad una causa termica e non elettromagnetica.

L'esperimento fu ripetuto anche alimentando l'apparecchio con corrente continua e si ottennero gli stessi risultati. *V. D. Ma.*

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

C. F. WAGNER — **Avvolgimenti smorzatori per generatori idroelettrici.** (J. A. I. E. E., dicembre 1930, pag. 1001).

L'A. studia alcuni fattori che intervengono nella scelta di un adatto sistema di avvolgimenti smorzatori per alternatori da accoppiare a turbine idrauliche, specialmente riguardo al grado di stabilità voluto per la macchina nel caso di corti circuiti. Lo studio è fatto sulla base del metodo delle componenti simmetriche mettendo in evidenza l'importanza, a questo riguardo, della impedenza di sequenza negativa.

Questa impedenza può essere scissa in resistenza e in reattanza di frequenza negativa. Le macchine senza avvolgimento smorzatore hanno intrinsecamente un elevata reattanza di sequenza negativa; la presenza di avvolgimenti smorzatori di tipo usuale ha per effetto di ridurla notevolmente. Le macchine senza avvolgimento smorzatore hanno limitata resistenza di sequenza negativa; avvolgimenti smorzatori in rame (cioè di piccola resistenza) la diminuiscono ulteriormente; avvolgimenti smorzatori di grande resistenza elevano invece il valore della resistenza di sequenza negativa. Il calcolo dimostra che, tenuto conto della resistenza e della reattanza di sequenza negativa, la soluzione più opportuna è quella di usare avvolgimenti smorzatori di elevata resistenza.

Nel caso di oscillazioni pendolari, il maggior effetto frenante si otterrebbe con avvolgimenti smorzatori in rame; ma questo effetto ha poca importanza fuorchè nel caso abbastanza raro in cui il sistema abbia caratteristiche tali che la messa fuori sincronismo avvenga in seguito ad oscillazioni che si verificano dopo la manifestazione del guasto, mentre di solito la perdita del passo avviene subito alla prima oscillazione.

Viene anche descritto uno speciale tipo di avvolgimento smorzatore. *R. S. N.*

IMPIANTI.

T. CRISTOFOLINI e G. PEDRELLI — **La presa subacquea dal lago di Cavedine per la galleria di derivazione dell'impianto di Fies.** (Energia El., gennaio 1931, da pag. 3 a pag. 17, figure 15).

La valle del Sarca, sbarrata da un'enorme frana in una località a nord del paese di Dro ha dato luogo ad un lago detto di Cavedine ed al salto che viene sfruttato colle centrali di Fies e Dro della Società Industriale Triestina. Per alimentare la nuova centrale di Fies sfruttando un invaso del lago di 5 milioni di m³ si è costruita una galleria forzata con opera di presa a 10 m sotto il pelo normale del lago stesso.

Questa galleria, che va dal lago al pozzo piezometrico da cui parte la condotta forzata, è lunga circa 830 m ed attraversa il terreno costituito dalla frana suddetta che è quindi eminentemente permeabile: tuttavia approfittando dell'esperienza fatta nella costruzione del precedente canale a pelo libero e nello scavo della discenderia orientata in modo da servire per il saggio dei vari strati, si è potuto scegliere un tracciato che in gran parte corre in residui di morene, roccie in posto o detriti misti a terra vegetale, zone quindi che garantiscono una buona impermeabilità. Il lavoro si è quindi svolto con relativa facilità per gran parte del percorso, salvo l'ultimo tratto di circa 40 m, in vicinanza del lago.

Data questa difficoltà si procedette ad abbondanti iniezioni di cemento per consolidare il terreno da scavare e si impiantarono delle pompe capaci di asportare fino a 700 litri/sec. Inoltre per misura di sicurezza si eseguirono sbarramenti con porte in ferro per il caso che la galleria venisse invasa dalle acque; col procedere del lavoro, ne venivano costruiti dei nuovi in modo da mantenerli vicino alla fronte d'attacco.

Per gli ultimi 25 m data l'enorme quantità d'acqua filtrante due

erano i mezzi che si presentavano possibili per ultimare lo scavo: o l'avanzamento col sistema a scudo sotto aria compressa, o lo sbancamento del terreno fino alla quota del lago ed il successivo approfondimento di cassoni in cemento armato: fu seguito questo secondo sistema perchè più sicuro ed anche economico data la brevità del tratto. Mediante l'impiego di altri cassoni si poterono costruire le opere di presa.

L'articolo riporta una dettagliata descrizione delle singole operazioni e dei particolari di costruzione. *I. P.*

MACCHINE A COLLETTORE.

A. Heyland — **Macchine eccitatrici polifasi in serie auto-eccitate. Compito dei loro avvolgimenti (statorici).** (E. T. Z., N. 45 del 6 novembre 1930, pag. 1545).

Già erano stati fatti per il passato tentativi di usare normali macchine polifasi in serie a collettore come eccitatrici per motori asincroni: ma avevano sempre dato risultati negativi, e ciò a causa dell'effetto dannoso prodotto dagli avvolgimenti statorici.

Invece col tipo di macchina descritto dall'A. resta eliminato ogni effetto dannoso: in essa l'avvolgimento statorico è eseguito con metà passo polare. In questa macchina il funzionamento è reso stabile dalla eccitazione in serie in modo che, anche coll'aggiunta di un avvolgimento in derivazione, resta completamente esclusa qualsiasi tendenza a moti pendolari che, come è noto si verificano facilmente in macchine con eccitazione in derivazione.

Infine l'A. mostra come lo stesso risultato si possa ottenere anche coll'utilizzazione di un avvolgimento statorico con passo polare normale mediante appropriati collegamenti. *T. S.*

MISURE.

E. Denina e A. Frates — **Sulla misura della resistenza interna di un accumulatore e in generale di resistenze elettrolitiche.** (Energia El., gennaio 1931, da pag. 18 a pag. 21).

Fra le varie resistenze che compongono quella totale interna di un accumulatore, la resistenza al contatto fra piastre ed elettrolito (altrimenti definita anche come resistenza superficiale di un elettrodo) è quella in più diretta relazione con le trasformazioni che accompagnano il funzionamento dell'accumulatore. Essa diminuisce al crescere della corrente e dipende inoltre dal tempo durante il quale una certa corrente ha attraversato la cella.

Perciò la resistenza totale interna dell'accumulatore, che comprende anche quella dell'elettrolito e degli elettrodi, non risulta in sostanza una grandezza ben definita ed il valore che si ottiene da una misura sperimentale dipende principalmente dal salto di tensione col quale si opera, dal tempo durante il quale la corrente corrispondente attraversa la cella e dalle modalità con cui tale corrente viene raggiunta. Risulta quindi evidente che si può giungere alla definizione di due principali resistenze interne di un accumulatore.

La prima corrisponde al rapporto fra il salto di tensione che si ha passando da carico a circuito aperto, alla corrente iniziale. Onde eliminare i fenomeni secondari di squilibrio agli elettrodi (polarizzazione) la misura deve essere fatta istantaneamente all'apertura del circuito e appunto alla maggiore o minore rapidità di questa devono essere attribuite le differenze di misura riscontrate, avendosi così gradi diversi nell'eliminazione delle variazioni non istantanee. Questa resistenza, misurata col così detto metodo diretto, è chiamata « virtuale » od anche « media » perchè viene a rappresentare un valore medio tra le condizioni a circuito aperto e quelle a regime.

La seconda si riferisce ad un salto relativamente piccolo di tensione e di corrente, mentre tutte le altre condizioni del sistema rimangono a regime. Essa viene perciò chiamata « resistenza differenziale o attuale ». Essa s'intende misurata con corrente alternata che si sovrappone eventualmente a quella di regime dell'accumulatore: misure analoghe e fondate sul principio del ponte possono effettuarsi anche con la corrente erogata dallo stesso accumulatore, ma secondo gli AA. ne risulta una grandezza mal definita a causa della lentezza con la quale varia la corrente.

Le due resistenze ora definite, per salti uguali di tensione dovrebbero coincidere, se non fossero diversi gli intervalli di tempo che passano nei due casi fra il valore massimo e minimo della tensione agli effetti dei fenomeni secondari di squilibrio agli elettrodi suddetti. Nel primo metodo questo intervallo dipende dal dispositivo sperimentale adottato ed è mal precisabile; nel secondo caso è un quarto di periodo della tensione alternata.

Ora è notevole che la resistenza misurata a frequenza superiore ai 3000 per/sec. sembri ben determinata e indipendente dalla frequenza.

E' riportata bibliografia sull'argomento. *I. P.*

MOTORI PRIMI.

L. Richter — **I motori a combustione interna negli impianti elettrici.** (E. u. M., N. 38, 21 settembre 1930).

Lo scopo che si propone l'A. è di esaminare quale posto compete ai motori a combustione interna nel comando dei generatori elettrici. Egli premette alcune considerazioni sulla costruzione di tali motori, ne esamina le proprietà caratteristiche ed indica le direttive che devono guidare alla scelta del tipo di motore più appropriato. Per quest'ultimo scopo, è necessaria, oltre che la conoscenza dei vari tipi, la valutazione delle spese di esercizio, in relazione al diagramma di carico che si prevede. E' necessario, inoltre tenere calcolo delle condizioni locali: vicinanza di centrali idroelettriche, di miniere di carbone o di altri giacimenti di combustibili, ecc. In generale, si trova che per impianti di piccola e media potenza, l'impiego del motore Diesel si presenta particolarmente favorevole là dove esistono impianti industriali che consentono il ricupero del calore dei gas di scarico o non ci siano particolari installazioni per lo sfruttamento di depositi di combustibili. Per impianti molto potenti sono più indicate le turbine a vapore, mentre per piccolissime potenze e piccola utilizzazione delle macchine sono adatti motori al olii leggeri, ad esplosione od a testa calda. *V. D. Ma.*

H. Güldner — **Recenti motori Diesel in Austria.** (E. u. M., N. 38, 21 settembre 1930).

L'A. descrive l'evoluzione del motore Diesel in Austria a partire dalle primissime applicazioni del 1899 ed arrivando sino ai tipi di macchine più moderne. Si rileva che lo sviluppo della tecnica in questo campo ha tenuto in Austria vittoriosamente il passo con quello della concorrenza estera. I tipi di motori lenti e pesanti sono oggidì generalmente abbandonati e sostituiti con altri leggeri ad alto regime di giri a quattro ed a due tempi. Sono numerosi i motori senza compressore ad iniezione diretta del combustibile.

Di alcuni motori e dei dispositivi più interessanti sono riportate illustrazioni accompagnate da note esplicative delle particolarità di costruzione e di funzionamento. *V. D. Ma.*

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

U. Vetsch — **La regolazione di velocità e la compensazione di fase dei motori asincroni trifasi con particolare riguardo al sistema Brown Boveri-Scherbius.** (Revue Brown Boveri, N. 11-12, novembre-dicembre 1930).

L'A. riassume le pubblicazioni riguardanti il campo di applicazione del sistema Brown Boveri-Scherbius per la regolazione della velocità e la compensazione di fase del motore asincrono trifase. Dopo alcune premesse di indole generale sui sistemi di regolazione della velocità — cambio di frequenza, regolazione con reostato, cambio del numero dei poli, accoppiamento in cascata, impiego del motore trifase a collettore, montaggio in cascata con una commutatrice (gruppo di regolazione a corrente continua), montaggio in cascata con una macchina a collettore (gruppo di regolazione a corrente alternata) — viene descritta la macchina Brown Boveri-Scherbius. La descrizione è seguita dallo studio dettagliato di tutte le questioni connesse con la compensazione di fase — con compensatore senza rotore, con compensatore shunt e con compensatore a scorrimento addizionale — e con la regolazione della velocità — regolazione sempre a velocità iposincrona, regolazione bilaterale a velocità iposincrona ed ipersincrona e regolazione con convertitore Ilgner e macchina Scherbius —. Sono riportati gli schemi dei differenti gruppi considerati. *V. D. Ma.*

RADIOTECNICA.

D. Mc Donald — **Il tubo a griglia-schermo per l'amplificazione a frequenza acustica.** (Wireless World, N. 585, 12 novembre 1930, p. 536).

L'applicazione dei tubi elettronici a griglia schermo negli amplificatori a resistenze capacità si presenta di un qualche interesse per ottenere notevoli valori di amplificazione per stadio. L'elevato valore che conviene dare alle resistenze anodiche di accoppiamento, per renderle adeguate alla resistenza interna dei tetrodi, comporta l'uso di una tensione di alimentazione piuttosto alta. Per impedire che, a causa di piccole variazioni delle costanti del tubo, la tensione effettivamente applicata all'anodo diventi inferiore alla tensione di schermo, si possono usare dei sistemi di compensazione che agiscono sulla tensione di griglia o su quella di schermo. *M. B.*

C. Whitehead — **Regolazione di intensità di suono.** (Wireless World, N. 580, 8 ottobre 1930, pag. 400).

Stabiliti i requisiti fondamentali ai quali l'organo regolatore deve rispondere, l'A. passa in rassegna i diversi tipi usati nei radioricevitori, mettendo in luce doti e difetti di ciascuno. L'A. si dimostra nettamente favorevole alla regolazione fatta a monte del tubo rivelatore, per evitarne il sovraccarico. Un sistema di regolazione nell'amplificatore a frequenza acustica può essere pure utile, ma deve essere considerato come ausiliario. *M. B.*

A. L. M. Sowerby — **Amplificazione aperiodica in alta frequenza.** (Wireless World, N. 566, 2 giugno 1930, pag. 2; e N. 567, pag. 35).

L'A. esamina il problema dell'amplificazione aperiodica a radiofrequenza, con induttanza nel circuito anodico, ed espone i risultati di una serie di misure fatte, con diversi tipi di tubi elettronici e in varie condizioni di funzionamento. L'amplificazione per stadio ottenibile con questo sistema, e con usuali triodi, non è molto elevata, nella gamma

dei servizi di radiodiffusione, essendo basso il valore dell'impedenza del circuito anodico, causa le capacità parassite. Di queste sono assai più importanti quelle del tubo, del supporto e delle connessioni, che non quella propria della bobina di induttanza, di modo che una scelta accurata di questa è, entro certi limiti, di secondaria importanza. Essendo l'impedenza del circuito anodico capacitiva, la capacità placca griglia del tubo dà luogo a un effetto retroattivo negativo, il quale produce ancora una diminuzione dell'amplificazione. Notevoli vantaggi si possono avere con l'uso di tetrodi a griglia-schermo. *M. B.*

W. T. COCKING — **Rivelatore di potenza per caratteristica di griglia, con bassa tensione anodica.** (Wireless World, N. 588, 3 dicembre 1930. pag. 618).

Normale triodo rivelatore per caratteristica di griglia, con accoppiamento, al tubo seguente, del tipo a trasformatore e alimentazione in parallelo, con un'induttanza a nucleo di ferro al posto della resistenza che usualmente, con questo schema, si inserisce nel circuito anodico.

L'A. ha dovuto far uso di un complicato sistema di disaccoppiamento con induttanze e capacità, per eliminare l'innesco di oscillazioni a bassa frequenza («motorboating»). *M. B.*

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

K. HÖPFNER — **Nuovi sviluppi dell'esercizio della tecnica nella telefonia Americana per grandi distanze.** (E. T. Z., N. 46 del 13 novembre 1930, pag. 1573).

La telefonia a grande distanza ha avuto un grande impulso in America ed ha raggiunto un tale grado di perfezione nel servizio che la maggioranza delle comunicazioni viene ottenuta subito dopo la richiesta senza bisogno di attesa. Attualmente in America l'abbonato, che desidera parlare con altro centro, viene subito messo in comunicazione direttamente coll'utente dell'altra città. L'abbonato viene dalla centrale manuale della sua località collegato per mezzo di una linea d'avviso colla centrale della località chiesta, oppure sceglie egli stesso in servizio automatico la località domandata.

Il 70 per cento delle comunicazioni può essere dato subito: le rimanenti vengono date in media dopo 1,2 minuti. Per grandi distanze solo si deve attendere circa tre minuti e per comunicazioni da New York a San Francisco, dieci minuti.

Le reti telefoniche per comunicazioni a distanza sono munite di linee a quattro conduttori di 0,9 mm di diametro. Però ora si diffondono anche linee a due fili per distanze non molto grandi. Tutte le linee hanno debole pupinizzazione per evitare distorsioni.

Le reti sono anche in grado di trasmettere in relais programmi di stazioni radio e tale servizio interessa perciò anche l'organizzazione della radiodiffusione. *T S.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

C. L. FORTESCUE — **La protezione offerta dalle torri di sostegno delle linee elettriche contro le scariche atmosferiche.** (The El. J., novembre 1930, pag. 641).

Le scariche atmosferiche sono sempre di brevissima durata; la esperienza insegna che in tal caso la tensione di scarica fra due elettrodi praticamente non dipende dalla loro forma ma unicamente dalla distanza. Il valore della tensione di scarica per una data distanza fra gli elettrodi si può dedurre dalle curve stabilite con due punte metalliche, poste ad eguale distanza.

La distanza fra la linea di terra e il conduttore metallico sottostante deve impedire che un fulmine dopo avere raggiunta la prima si propaghi anche ai fili di linea; per gli impianti a 220 kV si ritiene che tale distanza debba essere compresa fra 7,5 e 10 m. Se però la tensione di linea è minore si dovrà tenere tale distanza almeno uguale a quella fra i conduttori di linea. Le distanze suddette si intendono misurate in corrispondenza dei sostegni perchè la linea di terra essendo fatta in acciaio presenta una freccia minore dei conduttori di linea. La distanza in orizzontale fra i fili di terra e quelli di linea (disposti in un piano orizzontale) è di circa 1,5 m; i primi sono sempre sistemati internamente rispetto ai secondi così da evitare dei contatti quando i fili si mettono ad oscillare in un piano verticale. La presenza di una terza linea di terra fra le due solite non porta a dei reali vantaggi.

Le linee di terra hanno per effetto di ridurre la durata dell'applicazione di una sovratensione alle catene di isolatori; l'onda di sovratensione che si induce su una linea di terra si propaga fino ai due sostegni metallici dove parzialmente si scarica verso terra e per il resto si riflette; l'effetto induttivo prodotto durante il cammino diretto risulta attenuato durante la riflessione; si ritiene perciò che il numero degli isolatori debba essere proporzionato alla durata di 2 μ sec. dell'onda di tensione. Una linea per 220 kV ricevendo sui conduttori di terra una scarica ad impulso di 15.000 kV induce sui fili di linea una sovratensione di 1875 kV, le catene di isolatori dovranno perciò essere composte di 17 elementi se mancano gli anelli di guardia e di 15 se ci sono. Da notare che l'efficacia degli anelli di guardia è sensibile soltanto se la sovratensione è di brevissima durata. La distanza minima fra i conduttori di linea ed i sostegni metallici dovrà essere di 2,25 m; la distanza in verticale fra i conduttori di terra e quelli di linea deve garantire un isolamento per una tensione di 12.250 kV in mezzaria e deve perciò essere di circa 12 m mentre può scendere a 9 m verso i sostegni perchè l'onda di tensione durante la sua propagazione si attenua.

Una linea per 132 kV può essere protetta contro scariche ad impulso di 10.000 kV che colpiscano i fili di terra purchè la distanza fra questi e i conduttori di linea sia di 7,5 m in mezzo alla campata (dove la d.d.p. può raggiungere il valore di 8.150 kV) e di 5,3 m sui sostegni. I conduttori di linea dovranno essere sostenuti con catene di isolatori di 11 elementi (o di 10 se provvisti di anelli di guardia) e la distanza minima verso i sostegni dovrà essere di 1,5 m; in queste condizioni la linea può sopportare per 1,6 μ secondi una sovratensione di 1.250 kV quale può essere prodotta dalla scarica ad impulso detta prima (in questi calcoli si suppone che la distanza fra i sostegni sia di 240 m che la resistenza verso terra di questi alle scariche ad impulso sia di 22,5 ohm e che la tensione indotta sulla linea sia il 12,5 % di quella esistente sui fili di terra). Il valore della tensione indotta sui fili di linea dipende dall'accoppiamento induttivo esistente fra questi e i fili di terra; esso può venire determinato sperimentalmente servendosi di generatori di scariche ad impulso trasportabili.

La linea a 220 kV fra Wallenpaupack e Siegfrid è stata costruita con una distanza in verticale fra i conduttori di linea e quelli di terra di 15 m in corrispnodenza dei sostegni; data l'altezza notevole che questi vengono ad avere sono stati disposti 4 fili di acciaio di ancoraggio a terra per equilibrare la spinta del vento sulle strutture in ferro delle torri. La protezione coi fili di terra sembra più efficace quando si usino dei sostegni in legno seguendo così una tendenza costruttiva che sta affermandosi in questo ramo della tecnica; i collegamenti verso terra dei conduttori di terra dovranno essere fatti ad una certa distanza dai sostegni e uniti a questi soltanto ad un'altezza dal suolo di 3 m dove si trovano le prese di terra. *I. L.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

C. L. DOUB — **La elettrificazione delle linee suburbane della Reading Co.** (J. A. I. E. E., dicembre 1930, pag. 1025).

La Reading Co. ha in progetto la elettrificazione delle linee suburbane di Philadelphia con eventuali prolungamenti per collegarsi ad altri grandi centri vicini. Il programma attuale comprende la elettrificazione di circa 100 km di ferrovia con 210 km di binario. Il traffico è assai intenso sia per le merci per le quali sono previsti treni medi da 4200 tonnellate, che per i passeggeri pei quali alcuni treni viaggiano a velocità di oltre 130 km/h. Il carico orario attuale è previsto in 9000 kW (12.800 kVA) in media; in avvenire si potrà arrivare a 45.000 kW. Il fattore di carico attuale è di circa 0,30 ma si prevede di poterlo presto elevare a 0,60.

L'elettrificazione avverrà col sistema monofase a 11.000 V. La energia viene fornita da altra Società elettrica, a 60 periodi, tutta in una sola cabina di conversione prevista per futuri ampliamenti fino a una potenza di 90.000 kW, per mezzo di cavi sotterranei a 13.200 V. Per l'estensione delle future linee più lontane, è prevista la installazione di linee di trasmissione aeree a 66.000 V. *R. S. N.*

R. GRAFF — **La trazione elettrica sul canale Rodano-Reno.** (Génie Civil, 31 gennaio 1931, pagg. 105-109, figg. 5).

Tale canale congiunge il porto fluviale di Strasburgo sul Reno alla Saona, ed è accessibile a galleggianti di 300 tonnellate. Recentemente sul tratto a più forte traffico Strasburgo-Mulhouse, ed inoltre sulla diramazione esistente per Basilea, è stato istituito il rimorchio dei galleggianti mediante trattori eletrtici, correnti su di un binario dello scartamento di m 0,60; l'impianto è stato fornito dalla A. E. G. in conto riparazioni.

Si è ricorso all'alimentazione con corrente continua, mediante filo aereo e ritorno per le rotaie. Vi sono otto sottostazioni, ad una distanza media di 18 km, che ricevono energia trifase a tensione variabile dall'una all'altra da 6000 a 20.000 volt, la trasformano a 600 volt e la convertono con raddrizzatori a vapore di mercurio.

La semplicità delle manovre richieste da questi apparecchi ha permesso di non ricorrere a personale specializzato, affidando la sorveglianza ordinaria delle sottostazioni ai guardiani delle chiuse.

Si è calcolata la linea di contatto in modo che, con dieci trattori contemporaneamente funzionanti tra due sottostazioni, si abbia una massima caduta di tensione del 16 %, e qualora una sottostazione vada fuori servizio, sia ancora possibile il funzionamento a velocità ridotta, avendosi in questo caso una caduta massima del 45 %.

I trattori hanno un unico motore della potenza oraria di 16,5 kW, il controller consente oltre alle velocità reostatiche d'avviamento, due velocità economiche di marcia, ottenute mediante shuntaggio dei poli induttori.

La componente normale all'asse del binario esercitata dal rimorchio sul trattore, viene equilibrata mediante il sopraelevamento della rotaia posta verso il canale.

Per l'accesso ad una chiusa, dove le condizioni locali non consentivano la manovra coi trattori, si è ricorso ad un cabestano, azionato da un motore, che prende energia dalla stessa linea di contatto.

La durata media del percorso Strasburgo-Basilea, è stata abbassata da 10-12 giorni, qual'era con la trazione a cavalli, a 5. *S. S.*

CRONACA

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

Un perfezionamento del *rélais termico di massima corrente* è descritto in *The El. J.* (dicembre 1930, pag. 708); la corrente elettrica di linea riscalda un'asta bimetallica che fa scattare l'interruttore quando la corrente supera un certo valore. A differenza del tipo precedente questo rélais è ora costruito con degli elementi riscaldanti di notevole massa termica così l'aumento di temperatura dell'asta è più lento e il rélais è insensibile alle sovracorrenti di breve durata; ciò corrisponde ad interrompere il funzionamento del motore soltanto quando la sovracorrente si prolunga per troppo tempo e può perciò compromettere la sicurezza degli isolanti adoperati nella macchina. Il rélais termico è di solito accoppiato ad un rélais elettromagnetico di massima ad azione rapida che determina l'apertura dell'interruttore quando la sovracorrente supera il valore massimo che è consentito nella fase di avviamento del motore.

La regolazione del tempo di ritardo si ottiene allontanando i contatti, fisso e mobile, dell'asta bimetallica; un'altra regolazione si può fare variando l'intensità della corrente che circola negli elementi riscaldanti. La notevole massa termica di questi rende più lento il ritorno dell'asta bimetallica nella posizione originaria e perciò rende impossibile la chiusura dell'interruttore prima che il motore si sia convenientemente raffreddato. La temperatura alla quale l'asta determina l'apertura dell'interruttore è relativamente alta, la temperatura ambiente ha quindi scarso effetto sul funzionamento del rélais; in ogni caso un'aumento della temperatura ambiente favorisce la deformazione dell'asta bimetallica e contribuisce a proteggere meglio la macchina. *I. L.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Un *modello di strada per lo studio dell'illuminazione stradale* è stato costruito dalla Casa Osram a Berlino, secondo quanto riferisce H. Lingenfelser in *Licht und Lampe* del 21 agosto 1930. Il modello è nella scala 1 :25 e furono adottati tutti gli accorgimenti affinchè esso rispondesse alla realtà ed i risultati dello studio fossero attendibili. Così si presero in considerazione i tipi di pavimentazione in pietra, in asfalto e coperta di neve e, per ogni caso, si studiarono le condizioni di illuminazione artificiale con tre diversi modelli di apparecchi. Si tenne anche conto della presenza dei veicoli e dell'influenza delle loro luci, nonchè dell'illuminazione prodotta dalle vetrine, dalle réclames luminose, ecc. *G. Co.*

IMPIANTI.

La nuova centrale termica di Issy les Moulineau a carbone polverizzato è descritta in R. G. E. del 13 dicembre 1930, a pag. 949, con particolare riguardo alla centralizzazione dei comandi e al comando a distanza della combustione con sistemi automatici o semi automatici di grande efficacia e di notevole «elasticità». *G. Cc.*

LIBRI E PUBBLICAZIONI.

Bollettino dell'Energia e dei Combustibili. — La Conferenza Mondiale della Energia ha riconosciuto l'opportunità di organizzare la pubblicazione di un bollettino che desse notizia degli studi che vengono compiendosi nel campo dell'energia e dei combustibili. Il Comitato Nazionale Britannico della Conferenza ha organizzato intanto la pubblicazione di un bollettino proprio che riguarderà la bibliografia inglese, sotto il titolo di «Power and Fuel Bulletins». E' stato recentemente pubblicato il primo fascicolo e gli altri seguiranno con ritmo mensile; le pagine di cm 12,3×7,5 cui sono stampate su di una sola facciata per rendere facile la formazione di schedari. Gli argomenti sono classificati in 4 categorie. Fonti dell'energia - Produzione - Distribuzione e accumulazione - Utilizzazione.

Gli abbonamenti, che costano 10 scellini, si possono fare anche rivolgendosi direttamente a: British National Committee World Power Conference, 63 Lincoln's Inn Fields - London WC 2.

MACCHINE A COLLETTORE.

Di alcune *generatrici a corrente continua per alta tensione* destinate ad impianti a corrente debole, è fatto cenno nella *Révue Brown Boveri* del gennaio 1931. Si tratta di sette gruppi destinati alla Standard Elettrica Italiana di Milano, comprendenti ciascuno un gruppo di eccitazione ed un gruppo ad alta tensione. Quest'ultimo comprende una dinamo da 5.6 kW con tensione variabile fra 0 e 1600 V ed una dinamo da 7.2 kW alla tensione variabile da 0 a 2400 V. Le due generatrici possono lavorare separatamente oppure essere connesse in serie in modo da fornire una tensione di 4000 V. *V. D. Ma.*

MOTORI PRIMI.

Un *tipo interessante di turbina a vapore* è stato installato in una cartiera (*The El. J.*, dicembre 1930, pag. 710); essa utilizza del vapore a 39 kg/cm² e 110° C di surriscaldamento e lo cede alla pressione di 1,4 kg/cm² per essere utilizzato nella lavorazione della polpa di legno; dalla turbina si deriva anche dell'altro vapore a 12,5 kg/cm² a metà circa del ciclo di espansione. La turbina fa 3.600 giri/minuto ed è accoppiata ad un alternatore di 4.500 kW a mezzo di un riduttore ad ingranaggi poichè la velocità dell'alternatore è di 750 giri/minuto. Il generatore elettrico da c. a. a 25 periodi e 480 volt. Il vapore è ammesso alla turbina a mezzo di un sistema di 4 valvole comandate dal regolatore centrifugo, subisce una prima espansione attraverso a Il generatore elettrico dà c. a. a 25 periodi e 480 volt. Il vapore è riduce così a 12,5 kg/cm². A questo punto si deriva il vapore necessario per la fabbrica; il vapore che rimane continua la sua espansione passando attraverso ad un secondo gruppo di 4 valvole di regolazione che lo mandano prima su due ruote ad azione e poi su 15 ruote a reazione fino a raggiungere la pressione di 1,4 kg/cm² allo scarico. I due gruppi di valvole sono collegati allo stesso regolatore di velocità della turbina. Nella costruzione di questa turbina e del riduttore di velocità è stata largamente adoperata la saldatura autogena. *I. L.*

SOCIETA' SCIENTIFICHE. CONCORSI, ECC.

Il prossimo *Congresso Internazionale di Fonderia* che si terrà a Milano nel settembre del corrente anno, si sta rapidamente organizzando. Sono già pervenute al Comitato esecutivo, 42 Memorie, delle quali una ventina di estere. Anche il successo della Esposizione di Fonderia, da tenersi in occasione del Congresso, è ormai assicurato. La partecipazione acquisita delle maggiori Case nazionali ed estere garantisce che l'Esposizione riuscirà una mostra assai completa e interessante degli ultimi progressi della tecnica in questo campo; vi sarà anche una sezione di getti d'arte per la quale è assicurata la partecipazione delle migliori fonderie italiane, dell'artigianato e della piccola industria.

Contemporaneamente al Congresso di Fonderia sarà tenuto a Milano un Congresso Nazionale dei Metallurgici.

La Segreteria del Congresso ha sede in Milano, Via G. Verdi 11.

L'Istituto di radiologia di Vienna. — Com'è noto, il Comune di Vienna ha qualche tempo fa acquistato cinque grammi di radio per il valore di due milioni di scellini austriaci, e si trova quindi in possesso di una delle maggiori riserve di radio del mondo intero. Una parte di questo prezioso elemento è stata trasportata a Vienna con le massime precauzioni e viene custodita in apposita cella corazzata. Sarà presto compiuto l'allestimento di un grande istituto per la radioterapia, che sarà organizzato secondo i dettami delle più recenti conquiste dell'indagine radioterapica. *I.*

STATISTICA.

Sull'attività delle Società elettriche negli S. U. A. nel 1930 e sulle previsioni per il 1931 riferisce con numerosi dati P. S. Clap nell'*Energia Elettrica* del gennaio 1931.

TRASFORMATORI.

Una trattazione del trasformatore autoregolatore ad avvolgimento mobile è esposta in *R. G. E.* del 5 luglio 1930 a pag. 13 da V. Genkin che ne ricava il diagramma circolare mettendo particolarmente in evidenza l'influenza del coefficiente di dispersione totale e a pieno carico. *G. Cc.*

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI FIRENZE

La sera dell'11 giugno la Sezione di Firenze dell'A. E. I. inaugurò la suo nuova Sede trasferita da Via Ghibellina, 69 a Via delle Belledonne, 9. Il locale centrale e spazioso è stato gentilmente concesso alla Sezione dalla Società Elettrica del Valdarno che vi ha anche fatto molti lavori di riattamento: il Consiglio della Sezione dovendo provvedere all'ammobigliamento e alla decorazione della Sede si è rivolto alla Federazione Artigiana la quale ha eseguito importanti lavori sotto la guida dell'Arch. R. Fagnoni.

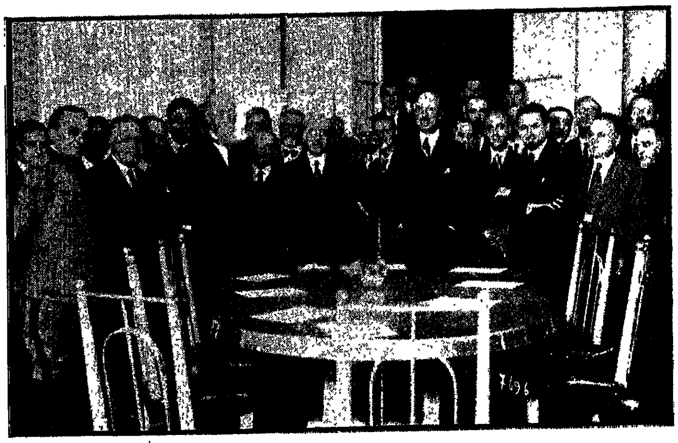
Il Presidente Generale dell'A. E. I. Prof. Bordoni aveva cortesemente aderito a render più solenne la inaugurazione del locale con una conferenza e, recatosi appositamente a Firenze destò colla sua esposizione sui contributi dell'elettrotecnica al progresso dell'acustica, interesse e plauso nel numeroso uditorio che era composto oltre che di soci dell'A.E.I., di Autorità e di inscritti al Sindacato Ingegneri col quale la Sezione intende mantenere gli stretti rapporti di colleganza che aveva quando una unica sede riuniva le due Associazioni.

Le interessanti osservazioni del Prof. Bordoni efficacemente illustrate da proiezioni e disegni, e in particolar modo quelle sul funzionamento dell'orecchio che fu paragonato ad uno speciale circuito elet-

trico, lasciarono negli ascoltatori il desiderio di poter udire in altre occasioni la parola del Presidente Generale e di poter rileggere per esteso la dotta comunicazione della quale si riporta solo un breve sunto.

*

Se l'elettrofisica e le sue applicazioni si sono sviluppate rapidamente anche per l'aiuto che hanno potuto ricevere dagli altri rami, più maturi, della fisica, esse, a loro volta, hanno in seguito ampiamente pagato il loro debito, contribuendo in larga misura, all'ulteriore progresso della fisica e, in modo particolare, dell'acustica.



All'inaugurazione della nuova Sede.

I contributi che hanno tanto radicalmente trasformato l'acustica, possono suddividersi in due gruppi, a seconda che prevalga il carattere sperimentale a quello concettuale. Ricordati rapidamente i modesti mezzi antichi per lo studio della struttura dei suoni, vengono esposti i metodi moderni, fondati sulla possibilità della conversione sufficientemente fedele di energia acustica in energia elettrica, e viceversa e nelle possibilità di amplificazione delle correnti elettriche, sulle proprietà dei filtri elettrici, dei circuiti a risonanza, degli oscillografi catodici, ecc. Anche il problema della misura energetica delle intensità sonore comincia ad avere un principio di soluzione pratica attraverso dispositivi completamente elettrici; e così pure quello dello studio della propagazione del suono, specie negli ambienti chiusi.



Durante la conferenza del Prof. Bordoni.

Quanto ai contributi di carattere concettuale, ne vengono ricordati due fra i più importanti. Il primo, consiste nel trasporto in acustica di molte idee e risultati caratteristici della propagazione delle correnti elettriche; e trae il suo fondamento dalla constatazione che, con opportuni accorgimenti, molte delle equazioni caratteristiche della propagazione del suono in vari casi possono mettersi sotto la stessa forma delle equazioni della propagazione delle correnti, specie su linee a correnti distribuite. Il secondo, riguarda lo studio del fenomeno della percezione dei suoni, e l'assimilazione energetica fra il meccanismo del funzionamento dell'orecchio ed il comportamento d'un particolare tipo di circuito elettrico.

Viene fatto rilevare, infine, come la storia dello sviluppo delle scienze e delle loro applicazioni dimostri sia gli enormi vantaggi della abolizione di ogni genere di « compartimenti stagni » per così dire, fra gli studiosi dei campi più disparati, sia la necessità che l'approfondimento di determinate questioni non impedisca una sufficente conoscenza di quanto sia fatto nel rimanente del vastissimo campo delle ricerche.

SEZIONE PUGLIESE

Il giorno 28 maggio alle ore 18, nella Sede della Sezione, si è riunito il Consiglio Direttivo.

Presiede l'Ing. Mario Battaglia, Presidente, il quale, assistito dal Segretario, Ing. Marzano, apre la seduta alle ore 18.

Sono presenti: il Vice Presidente, Ing. Pietro Celentani Ungaro; i Consiglieri: Ing. Luigi Staiano, Ing. Eugenio Alloisio, Ing. Domenico Squicciarini, Ing. Angelo Rubartelli, Ing. Nico Cafaro.

I Consiglieri Delegati: Ing. Carlo Lucifero.

Assenti giustificati: On. Ing. Gr. Uff. Gaetano Postiglione, Ing. Vincenzo Rizzi.

Assenti ingiustificati: Ing. Mario Ascoli, Ing. Giacinto Uva, Ing. Salvatore Bove.

Il Presidente dopo aver rivolto al nuovo Consigliere, Ing. Luigi Staiano, parole di saluto e di ringraziamento a nome del Consiglio e dei soci per la collaborazione che darà alla Sezione passa allo svolgimento dell'Ordine del Giorno.

1. - *Comunicazioni della Presidenza.*

Il Presidente accenna alla oportunità di condurre una attiva propaganda da parte dei membri del Consiglio e dei soci tutti, per incrementare il numero dei soci della Sezione, in adesione anche ad una comunicazione della Presidenza Generale in merito. Il Consiglio si associa ad esprimere il proposito di portare tutta la propria collaborazione in questo senso.

2. - *Discussione dello schema di regolamento interno e bilancio tipo proposti dalla Presidenza Generale.*

Il Presidente ricorda che nella precedente riunione del Consiglio Direttivo, era stata aggiornata la discussione sul nuovo regolamento da proporre alla Presidenza Generale, ed apre quindi la discussione sulle modifiche da portare all'attuale regolamento in rapporto allo schema trasmesso alla Presidenza Generale, schema che insieme al Regolamento in vigore è stato rimesso a tutti i Consiglieri.

Il Consiglio svolge un'ampia discussione sui singoli articoli e definisce le proposte che dovranno essere sottoposte alla Presidenza Generale.

3. - *Programma di attività della Sezione per il* 1931.

Il Presidente accenna brevemente all'attività svolta dalla Sezione nel decorso anno 1930 e prega tutti i Consiglieri perchè portino il proprio interessamento e la propria collaborazione in modo che possa farsi qualche cosa di più. Dopo ampia discussione alla quale partecipano tutti i presenti il Consiglio stabilisce di seguire il programma elaborato nel 1930 per la parte che non è stata svolta oltre a tutte quelle manifestazioni che sarà possibile attuare, rimandando l'attuazione su proposta del Vice-Presidente, Ing. Celentani, al periodo autunnale ad eccezione della conferenza del Prof. Bordoni che il Consiglio si augura possa aver luogo quanto prima possibile.

A questo proposito su proposta del Presidente il Consiglio esamina la composizione delle varie Commissioni e sostituisce alcuni componenti che per varie ragioni non possono farne più parte.

1) Commissione per la diffusione della tecnica: Ing. Polacco, uscente per trasferimento in altra Sede, non sostituito.

2) Commissione per la consulenza tecnica: Prof. Di Fonzo ed Ing. Polacco, uscenti, per trasferimento in altra Sede, sostituiti dall'Ing. Rizzi Vincenzo.

3) Commissione per le conferenze: Prof. Di Fonzo, uscente, sostituito dall'Ing. Carlo Lucifero.

4) Gruppo radioamatori: Prof. Di Fonzo, uscente, non sostituito.

4. - *Varie.*

Il Presidente propone al Consiglio che vengano ristampati gli elenchi portanti le caratteristiche della distribuzione di energia elettrica in tutti i Comuni della Puglia. Il Consiglio considerandone la opportunità accoglie unanime la proposta del Presidente.

Il Presidente comunica che l'Ing. Pedrini, Presidente della Sezione Adriatica, ha fatto presente il proposito di promuovere una gita dei soci di quella Sezione a Bari in occasione della Fiera del Levante, e la Sezione Pugliese ha fatto presente la sua piena adesione. Il Consiglio ne prende atto.

Il Presidente fa noto che come stabilito dal Consiglio nella precedente seduta ha fatto presente alla Presidenza Generale l'opportunità che il Congresso annuale dell'A. E. I. non coincida con il periodo della Fiera del Levante e la Presidenza Generale ha pienamente aderito in tal senso. Il Consiglio ne prende atto.

Non essendovi altre comunicazioni da parte dei presenti ed essendo esaurito l'ordine del giorno, il Presidente toglie la seduta alle ore 19,30.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

NB. - Per la terza decade di Luglio non è pervenuto alcun annuncio di Riunioni da parte delle Sezioni.

Prof. ANGELO BARBAGELATA, Direttore responsabile. (I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 5 Agosto 1931 - ANNO IX N. 22

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Per le consuete ferie estive il numero del 15 agosto non verrà pubblicato. Il successivo numero, del 25, sarà numero doppio.

*

La prossima Riunione annuale a Perugia.

Viene diramata ai soci, in questi giorni, la consueta circolare — riprodotta in altra parte dal giornale — con la scheda di iscrizione alla prossima Riunione annuale: la trentaseiesima nella storia dell'A. E. I. Superate alcune difficoltà derivate dalla concomitanza di altre riunioni, la nostra è stata definitivamente fissata fra il 9 ed il 16 ottobre. Sede, come già detto, Perugia; tema, tutto quanto concerne le stazioni di trasformazione e di smistamento.

Per quanto concerne il programma generale della riunione non è davvero il caso di spendere molte parole per illustrare quanto è pubblicato più avanti. Le varie visite e gite che condurranno i congressisti attraverso l'« Umbria verde » costituiscono una attrattiva così grande da far « temere » un numero eccessivo di convenuti. Questo diciamo per ricordare ai colleghi che, date le relativamente limitate possibilità alberghiere della città, si seguirà scrupolosamente l'ordine di arrivo delle domande d'iscrizione, per l'assegnamento degli alloggi.

Quanto al programma tecnico, gli elenchi delle relazioni e delle memorie già pubblicati sono la migliore garanzia di successo. Aggiungiamo che buon numero di manoscritti sono giunti regolarmente nei termini prefissati, e già furono passati in tipografia; di altri è imminente l'arrivo.

Confidiamo che i pochi ritardatari vorranno prestissimo mantenere le loro promesse, per modo che, come già l'anno scorso a Trieste, la totalità, o quasi, delle memorie possa essere distribuita ai congressisti con un conveniente anticipo sulla data del Congresso.

Intanto, col prossimo numero inizieremo la pubblicazione dei riassunti delle memorie stesse il cui testo completo sarà riservato, come è noto, al futuro volume dei Rendiconti.

La seconda parte dell'Annuario 1931.

E' cominciata la distribuzione ai Soci del secondo volume dell'Annuario della nostra Associazione.

Il volumetto di complessive 126 pagine, comprende prima l'elenco delle cariche sociali e dei membri del Comitato Elettrotecnico Italiano, il nuovo Regolamento del C.E.I., e l'aggiornamento dell'elenco dei Soci.

Seguono poi il prospetto delle Leggi e Decreti che interessano l'elettrotecnica emanati dal 1 gennaio 1930 al 30 giugno 1931.

Chiudono il volume il prospetto dei simboli, riveduti secondo le ultime deliberazioni della C.E.I. e le Norme Macchine della C.E.I.

Induttanze per alte frequenze.

L'importanza dello studio delle alte frequenze non solo va crescendo ogni giorno nel campo della radiotecnica, a cagione dell'evolversi di questa verso l'uso di onde sempre più corte, ma si dimostra indispensabile anche per una corretta interpretazione dei fenomeni inerenti al propagarsi delle sopratensioni nelle linee, nei trasformatori e nelle macchine, per l'esame critico ed il perfezionamento dei sistemi di protezione e in genere in tutto il vasto campo dei cosidetti fenomeni transitori.

Ora accade che, non appena si abbia a che fare con perturbazioni di frequenza abbastanza elevata, non è più possibile, sotto pena di commettere errori grossolani, considerare un'induttanza come un sistema costituito unicamente da resistenza ohmica ed autoinduzione. Non si può infatti prescindere dalla capacità elettrostatica, che inevitabilmente si presenta così fra le varie parti del circuito costituente l'induttanza, come fra esso circuito ed altri conduttori circostanti e la terra. E può accadere, come è noto, che l'effetto di queste capacità divenga del tutto preponderante su quello dell'autoinduzione, così da dar luogo ad un comportamento del sistema, che resterebbe imprevedibile ed inesplicabile, se delle capacità non si fosse tenuto conto.

Tutto ciò rende desiderabile lo studio sempre più accurato del comportamento delle induttanze nei circuiti ad alta frequenza, e ci fa ritenere pregevole il contributo che ad esso arreca il Dott. SACERDOTE con una sua nota, in cui da un lato riferisce sui risultati di un buon metodo per la prova delle bobine nella gamma di frequenze che va al di sopra della frequenza fondamentale di oscillazione propria, e dall'altro abbozza una teoria per la previsione delle risonanze e antirisonanze successive di una data bobina al crescere della frequenza. E' da augurarsi, che anche alla verifica di queste ultime previsioni teoriche sia estesa l'attività sperimentale dell'autore o di altri studiosi, così che la tecnica possa trarne norme per nuovi utili perfezionamenti.

Comunicazioni radiotelefoniche commerciali.

Dei varii sistemi di comunicazione del « pensiero » attualmente in uso, senza dubbio la telefonia è il più immediato, ed è questo principalmente il pregio che le ha fatto acquistare l'importanza e l'estensione che attualmente ha.

Un ostacolo gravissimo era in questo campo determinato dall'impossibilità, con i circuiti su filo o in cavo, di comunicare oltre un valore limite di distanza. L'applicazione della radiotelefonia ha apportata anche qui un contributo preziosissimo, poichè ha permesso di costituire circuiti ideali per i quali non esistono praticamente limiti di lunghezza. Così si sono rese possibili le comunicazioni telefoniche transoceaniche.

Il problema, pur essendo già da qualche anno entrato nel campo delle applicazioni pratiche, è tuttavia sempre di attualità, e quindi giunge assai opportuna la nota dell'Ing. ZANINI, il quale descrive un'interessante sistemazione per le comunicazioni telefoniche bilaterali fra mare e terra.

Ci si può render conto della particolare importanza dei risultati raggiunti, pensando alle difficoltà di impianto che a bordo di una nave si riscontrano per le inevitabili esigenze di spazio e di peso.

LA REDAZIONE.

Per il cambio di indirizzo inviare Lire UNA unitamente alla fascetta vecchia.

SUL COMPORTAMENTO DELLE BOBINE IN CIRCUITI AD ALTA FREQUENZA

GINO SACERDOTE

Si misura l'impedenza di bobine di varie specie per frequenze vicine e superiori alla frequenza propria di risonanza di ciascuna bobina. Si indicano alcuni metodi per il calcolo dell'impedenza di bobine a due strati, mediante i quali si possono spiegare talune particolarità di comportamento, che tali bobine presentano.

1. - Generalità.

Lo studio del comportamento delle bobine nei circuiti ad alta frequenza ha dato luogo a numerosi lavori di natura teorica e sperimentale: vengono considerate in essi sovratutto due categorie distinte di fenomeni, e precisamente: 1°) variazione di induttanza e di resistenza di una bobina in funzione della frequenza, per effetto pellicolare; 2°) variazione di reattanza e resistenza equivalente per effetto delle capacità distribuite fra spire, fra strati, e verso terra.

Oltre a quelli ora ricordati, si devono poi prendere in considerazione altri elementi, se si vuol definire in modo completo il comportamento di una data bobina. Tali sono ad es. le maggiori perdite nelle spire terminali, perchè tagliate da linee di flusso magnetico, le perdite dielettriche nei rivestimenti e nei sostegni isolanti, e così via.

Uno studio completo del comportamento di bobine, percorse da correnti ad alta frequenza, presenta notevoli difficoltà e rende necessario considerare separatamente i vari aspetti della questione e adottare poi caso per caso approssimazioni opportune.

In questa nota si vogliono esaminare alcune particolarità di comportamento dovute all'insieme delle capacità distribuite fra spire e fra strati: e precisamente studiare tale comportamento per frequenze vicine e superiori alla frequenza propria fondamentale di risonanza della bobina in esame.

Uno studio teorico molto esauriente e rigoroso per la determinazione delle frequenze di risonanza di una bobina è stato fatto dal Lenz (1); il quale affronta il problema partendo dalle equazioni di Maxwell e, mediante due diverse approssimazioni, giunge a formule assai complesse, da cui si ricavano le frequenze di risonanza per una bobina ad un solo strato nei due casi limiti di bobina molto corta, ovvero molto lunga.

E' questo il solo modo corretto di trattare il problema, ma le difficoltà analitiche da superare sono notevoli, e si perviene a formule complicate, che si prestano male al calcolo numerico, specie per i casi intermedi.

L'approssimazione, che si introduce di solito, è quella di considerare la bobina come un sistema formato da induttanze e capacità, distribuite in modo continuo o discontinuo. E' appunto per questa via che si possono stabilire i circuiti equivalenti di una data bobina, circuiti che ne rispecchiano le caratteristiche, almeno in un determinato campo di frequenze.

2. - Dispositivi sperimentali.

I metodi più frequentemente usati, per determinare la frequenza propria di risonanza di una bobina e studiare il suo comportamento in un certo intervallo di frequenze, si basano sull'ipotesi di assimilare la bobina in esame ad un'induttanza con una capacità in parallelo.

In tale caso la misura si può eseguire partendo dallo schema di fig. 1, in cui si è indicata con L l'induttanza della bobina e con C' la sua capacità equivalente. Se si porta il sistema in risonanza per due valori di frequenza f_1 ed f_2 agendo sulla capacità aggiunta C e se C_1 e C_2 sono i valori, che assume tale capacità nelle condizioni di risonanza, la capacità propria della bobina è data da:

$$C' = \frac{f_2^2 C_2 - f_1^2 C_1}{f_1^2 - f_2^2}.$$

In particolare, se $f_2 = 2 f_1$, ossia se la f_2 è la seconda armonica di un'oscillazione di cui f_1 è la fondamentale si ha:

$$C' = \frac{C_1 - 4 C_2}{3}.$$

Se si esegue la misura per numerosi valori di f e si riporta su un diagramma cartesiano come ordinate le inverse dei quadrati della frequenza (ovvero i quadrati delle lunghezze d'onda) di risonanza e come ascisse le capacità C che portano il sistema in risonanza, si ha una retta, il cui incontro con l'asse delle ordinate definisce la frequenza di risonanza propria della bobina, mentre l'incontro con l'asse delle ascisse determina il punto rappresentativo (con segno cambiato) della capacità propria equivalente C'.

Siccome nella formula che dà C' non compare il valore dell'induttanza, si può eseguire la misura usando come induttanza di accoppiamento con il generatore ad a. f. sia quella della bobina stessa, sia un'altra induttanza, in serie con quella in esame della quale però si deve conoscere il valore della capacità propria.

La determinazione basata su questo principio ha l'inconveniente di non permettere agevolmente le misure per frequenze vicine alla frequenza di risonanza, perchè in tal caso il circuito antirisonante equivalente della bobina presenta una grandissima impedenza. Se poi si vogliono eseguire misure per frequenze superiori a quella di risonanza, si rende indispensabile ricorrere ad una bobina ausiliaria di accoppiamento: ma così operando bisogna conoscere la capacità propria della bobina ausiliaria.

Un altro metodo proposto, che presenta tuttavia notevoli difficoltà di esecuzione, è quello di cercare le condizioni di risonanza

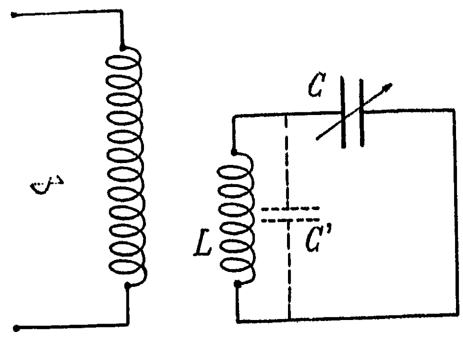


Fig. 1. — Misura della capacità propria di una bobina.

del circuito di fig. 1 per uno stesso valore di C, ma quando la bobina sia prima in aria, poi immersa in un liquido isolante di costante dielettrica ϵ nota. In tal caso, se f_1 e f_2 sono le due frequenze di risonanza, si ha:

$$C' = C \frac{f_1^2 - f_2^2}{\epsilon f_2^2 - f_1^2}.$$

Infine altre misure sono state eseguite (2) usando il noto dispositivo del trasformatore differenziale.

Nella presente ricerca, per seguire il comportamento della bobina nell'intorno ed oltre la frequenza di risonanza si è adottato lo schema

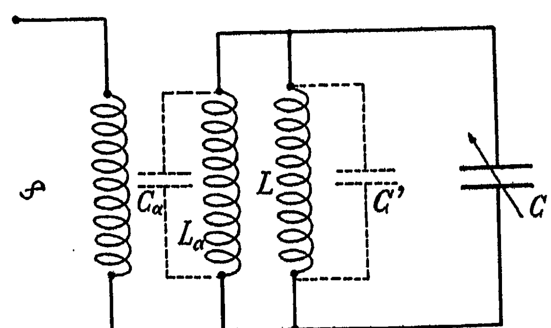


Fig. 2. — Misura dell'impedenza di una bobina.

di fig. 2: la bobina in esame L, quella di accoppiamento L_a, e il condensatore variabile sono collegati in parallelo; mediante quest'ultimo si può portare il sistema in condizioni di risonanza.

Per eseguire la misura si determinano le condizioni di risonanza sia quando nel sistema è inserita la bobina in esame sia quando essa è stata esclusa. Si indicano con C_1 e C_2 i valori che si debbono dare rispettivamente alla C per portare alla risonanza il circuito nei due casi enunciati.

Mediante un cimometro si determina la lunghezza d'onda della corrente generata dall'oscillatore di alimentazione: è necessario assicurarsi, che tale lunghezza d'onda si mantenga costante per entrambe le misure, e che non varii l'intensità della corrente ad alta frequenza, generata dall'oscillatore. A tal fine occorre notoriamente che l'accop-

(1) W. Lenz: Berechnung der Eigenschwingungen einlagiger Spulen. Ann. der Phys., vol. 43, pag. 748, 1902.

(2) Tecn. pap. of Bureau of Standard, n. 298 e 339. - Department of Commerce. Hund and De Groot: Radio frequeney Resistence and Inductance of coils used in broadcast reception.

piamento induttivo tra il circuito generatore e quello di prova sia sufficientemente lasco.

Allora, se si stabilisce come circuito equivalente della bobina in esame un'induttanza L in parallelo con una capacità C', la relazione analitica fra la differenza y delle due capacità C_2 e C_1, e il quadrato x dell'inversa della frequenza f, ovvero della lunghezza d'onda λ è lineare, purchè si ammettano del tutto trascurabili le resistenze. Se si riportano come ordinate ed ascisse su un diagramma cartesiano i valori di y ed x ora indicati si ha una retta, la quale taglia l'asse delle x nel punto rappresentativo del quadrato della lunghezza d'onda di risonanza della bobina e l'asse delle y nel punto rappresentativo della capacità propria C' della bobina.

Infatti si ha (indicando con C_a ed L_a la capacità propria e l'induttanza della bobina ausiliaria):

$$\omega^2 L_a (C_2 + C_a) = 1$$

$$\omega^2 \frac{L_a L}{L + L_a} (C' + C_1 + C_a) = 1$$

da cui:

$$(L + L_a) \quad (C_2 + C_a) = L \ (C' + C_1 + C_a)$$

$$C_2 - C_1 = C' - \frac{1}{L\,\omega^2} = C' - (6\,\pi\,10^8)^2 \frac{\lambda^2}{L}$$

e con le coordinate scelte:

$$y = C' - (6\,\pi\,10^8)^2 \frac{x}{L}$$

(esprimendo la capacità in Farad, l'induttanza in Henry, e λ in metri).

Il coefficiente angolare della retta è $\operatorname{tg} \beta = \frac{(6\,\pi\,10^8)^2}{L}$, e l'ordinata corrispondente ad una data λ rappresenta la *capacità apparente* della bobina per quella lunghezza d'onda (vedi fig. 3).

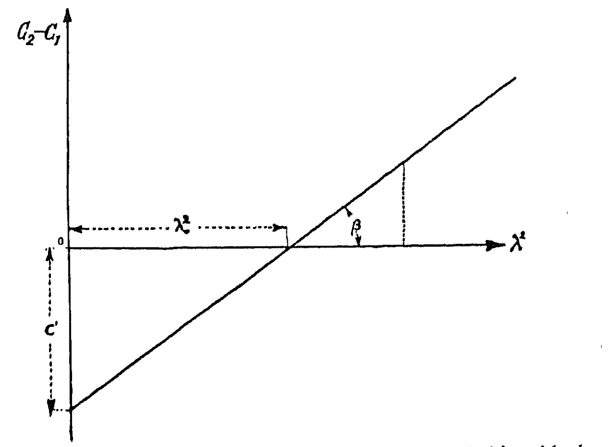


Fig. 3. — Diagramma del comportamento di una bobina ideale.

Mediante questo metodo di misura si può agevolmente studiare il comportamento della bobina intorno ed oltre il punto di risonanza; si può inoltre verificare, tracciando il diagramma sopradetto, quali differenze presenti il caso reale da quello ideale di un circuito equivalente alla bobina in esame e costituito semplicemente da un'induttanza con una capacità in parallelo. Si può notare, che si studia il comportamento del sistema senza dover tener conto della capacità propria della bobina di accoppiamento e di altre capacità parassite, perchè ciò che interessa di determinare è soltanto la differenza fra i valori delle capacità che portano il sistema alla risonanza, quando la bobina in esame è inserita oppur no.

3. - Risultati sperimentali.

Mediante il dispositivo descritto si è eseguita una serie di misure su diversi tipi di bobine, nel campo delle onde medie, per studiarne il comportamento in vicinanza del punto di risonanza. In questa prima serie di determinazioni non si è misurata la resistenza equivalente, la quale, come è noto, raggiunge alti valori nei pressi del punto di risonanza. Il valore di tale resistenza si può determinare dalla conoscenza dell'intensità delle correnti nel circuito della bobina in esame nelle condizioni di risonanza.

Come generatore si è adoperato un oscillatore a triodi verificando accuratamente la costanza dell'intensità della corrente oscillatoria nel circuito primario; come indicatore di risonanza si usava un voltmetro a triodi, rettificatore per caratteristica di placca; come cimometro un apparecchio a risonanza accuratamente tarato.

Ecco alcuni dei risultati ottenuti: determinazioni eseguite su bobine a nido d'ape, di induttanza 4,3 mH, 1,7 mH, 0,57 mH hanno dato un comportamento perfettamente regolare: i diagrammi risultano rettilinei fino a lunghezze d'onda di circa 100 metri, che sono le più corte alle quali si è in questo caso sperimentato.

Così pure una bobina di 500 spire avvolte in un solo strato di filo da 5/10 mm su un tubo di bakelite di 6 cm di diametro, presenta un punto di risonanza per $\lambda = 128$ m e fino a lunghezze d'onda di 70 metri l'andamento del diagramma si mantiene rigorosamente rettilineo.

Ne segue che in questi casi l'adottare come schema equivalente quello semplicissimo finora considerato, e costituito da una induttanza derivata su una capacità appare sperimentalmente giustificato fino a frequenze notevolmente inferiori alla frequenza di risonanza.

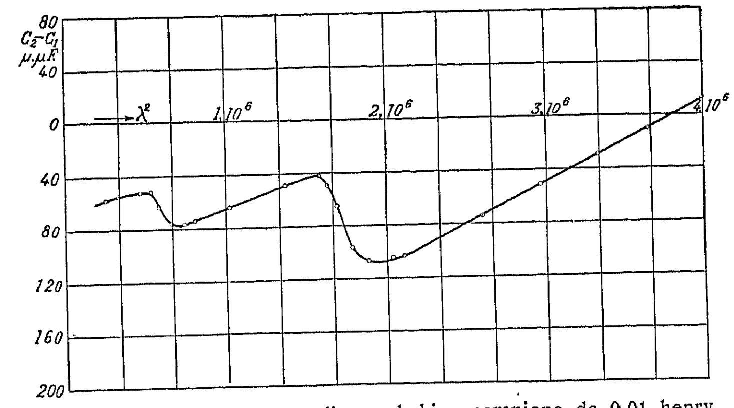


Fig. 4. — Comportamento di una bobina campione da 0.01 henry.

Da queste prime prove non si possono certo trarre risultati di ordine generale, poichè occorrebbe esaminare tutta una serie di bobine di tipo analogo, variandone le dimensioni geometriche; tuttavia per i casi considerati non appare necessario ricorrere a schemi più complessi (ad es. per tener conto dell'influenza delle spire estreme), perchè nel suo complesso la bobina si comporta secondo lo schema più semplice previsto.

Invece con tipi di bobine costruttivamente più complessi si ottengono diagrammi che si scostano notevolmente da quello rettilineo e mettono in evidenza più di un punto di risonanza.

Così ad es. in fig. 4 si riporta il diagramma rappresentativo di una bobina campione da 0,01 henry (campione Siemens): oltre il punto di prima risonanza appaiono varie irregolarità dovute a risonanze parziali di ordine superiore.

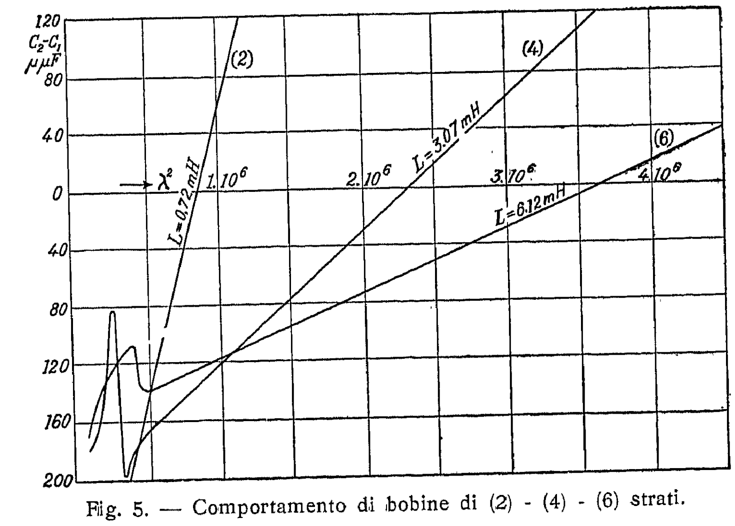


Fig. 5. — Comportamento di bobine di (2) - (4) - (6) strati.

Un'altra serie di misure è stata eseguita su una serie di bobine di 50 spire (per strato), adiacenti, costituite di filo di rame da 6/10 mm isolato in seta: e precisamente su bobine di 1, 2, 3, 4, 5, 6 strati; i risultati sono riportati in fig. 5 e 6 per le bobine aventi rispettivamente un numero pari o dispari di strati. Le bobine a più strati sono state costruite con spire avvolte tutte nel medesimo senso ma invertendo alternativamente il segno del passo di avvolgimento, passando cioè alternativamente da un estremo all'altro del solenoide.

In fig. 7 si riporta il diagramma di una bobina a due strati di 60 spire adiacenti per strato: si osserva che il sistema presenta per frequenze sempre più elevate impedenza alternativamente induttiva e capacitiva; il sistema, in altre parole, si comporta nell'intorno di

certe frequenze come circuito risonante e nell'intorno di altre come circuito antirisonante.

In questi casi o meglio in tali campi di frequenze non si può quindi adottare come schema equivalente un semplice circuito risonante, ma è indispensabile ricorrere a rappresentazioni più complesse.

4. - Deduzioni teoriche.

L'interesse di conoscere completamente il comportamento di una bobina anche nei riguardi delle frequenze più elevate riguarda particolarmente lo studio dei circuiti oscillanti: infatti le bobine che presentano punti multipli di risonanza si comportano in prima approssimazione come un insieme di circuiti risonanti variamente accoppiati, i quali agevolano la produzione di armoniche e di oscillazioni parassite.

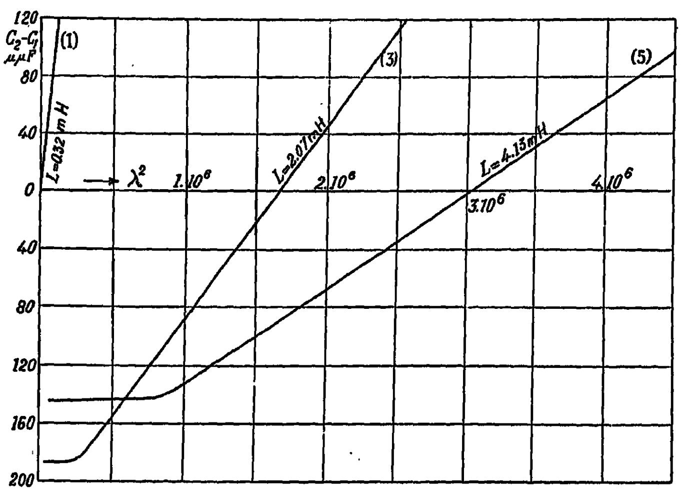


Fig. 6. — Comportamento di bobine di (1) - (3) - (5) strati.

La conoscenza del comportamento delle bobine può ancora rendersi utile, quando queste si adoperino come bobine di arresto nei circuiti ad alta frequenza. Infatti una bobina di arresto, che sia risonante su un'armonica può convogliare nei circuiti che si volevano proteggere una certa quantità di energia oscillante che viene così a costituire una perdita e che può essere causa di perturbazioni.

E' necessario al riguardo tener presente nelle applicazioni sperimentali, che, a frequenze elevatissime, (per es. nel caso di onde di pochi metri) una bobina non si può paragonare a un sistema più o meno complesso di impedenze, ma bensì occorre considerarla come un risonatore Hertziano (o un sistema di risuonatori) eccitato dall'oscillazione impressa.

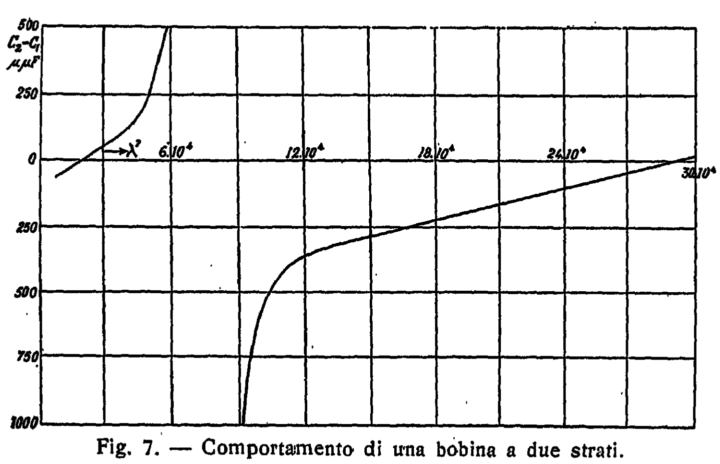


Fig. 7. — Comportamento di una bobina a due strati.

Quando per contro si opera a frequenze meno elevate, si può ricercare uno schema equivalente della bobina, introducendo caso per caso ipotesi semplificative ed approssimazioni opportune.

Un caso che si presta bene all'esame teorico è quello della bobina a due strati, dal quale si può poi ricavare il comportamento della bobina ad un solo strato, quando si debba tener conto delle capacità distribuite verso terra.

a) Una bobina a due strati si può paragonare ad una serie di quadripoli del tipo di quello indicato in fig. 8, dei quali l'ultimo sia chiuso in corto circuito: un quadripolo è rappresentato da una coppia di spire, ciascuna delle quali ha induttanza propria L; C è la capacità verso la spira adiacente dello stesso strato, C_1 la capacità verso la spira adiacente dello strato sovrapposto.

In questo calcolo non si tiene conto degli effetti di mutua induzione fra spire, perchè si complicherebbero troppo i risultati, ma si attribuisce a ciascuna spira una induttanza L media, che è l'induttanza totale della bobina divisa per il numero delle spire. Ne segue che l'impedenza di una bobina a due strati, con n spire per strato, è uguale alla impedenza di un circuito iterativo di n maglie, l'ultima delle quali è chiusa in corto circuito.

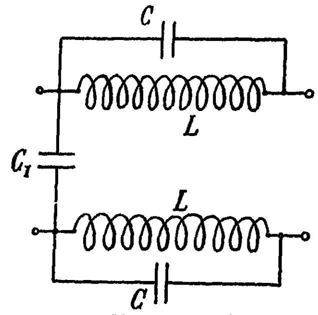


Fig. 8. — Circuito equivalente a due spire in una bobina a due strati.

Dalla teoria dei circuiti iterativi [3] si ha che tale impedenza Z è:

$$Z = Z_c \operatorname{th} n\theta$$

ove si indica con Z_c l'impedenza caratteristica di un quadruplo, con θ la sua costante di traslazione: eseguiti i calcoli si ottiene nel caso in esame:

$$Z_c = -j\sqrt{\frac{2L}{C_1}} \cdot \frac{\sqrt{\omega^2 L(C+2C_1)-1}}{\omega^2 LC-1},$$

$$\operatorname{ch}\theta = \frac{\omega^2 L(C+C_1)-1}{\omega^2 LC-1},$$ che è immaginario per $\omega < \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

Per tali valori si ha quindi $\cos\theta = \frac{\omega^2 L(C+C_1)-1}{\omega^2 LC-1}$: e si hanno gli elementi per studiare il comportamento di Z al variare della frequenza.

La funzione $\operatorname{ch}\theta$ non diventa reale che per frequenze molto elevate: infatti L è l'induttanza media di una sola spira e C è la capacità verso la spira adiacente: la lunghezza d'onda che porta in risonanza tale sistema è *circa* uguale al doppio della lunghezza della spira: quindi — in generale — pochi centimetri.

Nel campo delle onde medie e corte si può quindi porre:

$$\begin{cases} Z = -j\sqrt{\dfrac{2L}{C_1}}\,\dfrac{\sqrt{\omega^2 L(C+2C_1)-1}}{\omega^2 LC-1} \cdot \tan n\theta \\[2ex] \cos\theta = \dfrac{\omega^2 L(C+C_1)-1}{\omega^2 LC-1} \end{cases}$$

i punti di risonanza sono quelli per cui si ha $Z = 0$: ossia $\tan n\theta = 0$

$n\theta = K\pi$, $\theta = \frac{K\pi}{n}$ e quindi dalla relazione:

$$\cos\frac{K\pi}{n} = \frac{\omega^2 L(C+C_1)-1}{\omega^2 LC-1} \quad \text{ossia} \quad \omega^2 = \frac{\cos\frac{K\pi}{n}-1}{LC\left[\cos\frac{K\pi}{n}-1-\frac{C_1}{C}\right]}$$

si possono avere le frequenze che portano il sistema in risonanza.

Per i punti di impedenza infinita si ha invece che deve essere

$$n\theta = \frac{2K+1}{2}\pi.$$

Le frequenze di antirisonanza saranno date da:

$$\cos\frac{2K+1}{2n}\pi = \frac{\omega^2 L(C+C_1)-1}{\omega^2 LC-1}$$

ossia:

$$\omega^2 = \frac{\cos\frac{2K+1}{2n}\pi - 1}{LC\left[\cos\frac{2K+1}{2n}\pi - \left(1+\frac{C_1}{C}\right)\right]}.$$

Se la bobina è a molte spire, n è molto grande, e sviluppando in serie si ha:

$$\cos\frac{2K+1}{2n}\pi = 1 - \left(\frac{2K+1}{2n}\right)^2\frac{\pi^2}{2}$$: di qui:

---

[3] V. ad es.: DI PIRRO: Il trasduttore quadripolare passivo, ecc. Dati e memorie sulle radiocomunicazioni, 1930, pag. 745.

$$\omega^2 = \frac{\frac{1}{2}\left(\frac{(2K+1)\pi}{2n}\right)^2}{LC\left\{\frac{1}{2}\left(\frac{2K+1}{2n}\pi\right)^2+\frac{C_1}{C}\right\}}$$

iindi il primo punto di antirisonanza si ha per una frequenza:

$$\omega_0 = \frac{\pi}{\sqrt{2LC}\sqrt{\frac{\pi^2}{2}+4n^2\frac{C_1}{C}}}.$$

La L_0 è l'induttanza totale della bobina $L = \frac{L_0}{2n}$; inoltre se la ıpacità totale fra i due strati (che si misura a b. f. separando i due rati) è C_0 si ha $C_1 = \frac{C_0}{n}$ e allora:

$$\omega = \frac{\pi}{2\sqrt{C_0 L_0}\sqrt{1+\frac{C\,\pi^2}{8n\,C_0}}} = \frac{\pi}{2\sqrt{C_0 L_0}\sqrt{1+\frac{\pi^2}{8n^2}\frac{C}{C_1}}}$$

per n molto grande: $\omega_0 = \frac{\pi}{2\sqrt{C_0 L_0}}$.

Il rapporto fra le frequenze di risonanza per $K = 0$ e $K = 1$ è:

$$\frac{\omega_1}{\omega_0} = 3\sqrt{\frac{8n^2+\frac{C}{C_1}\pi^2}{8n^2+9\frac{C}{C_1}\pi^2}} = \sim 3\left(1-2\frac{C}{C_1}\left(\frac{\pi}{n}\right)^2\right)$$

empre minore di *3*: tende a questo valore al crescere di n.

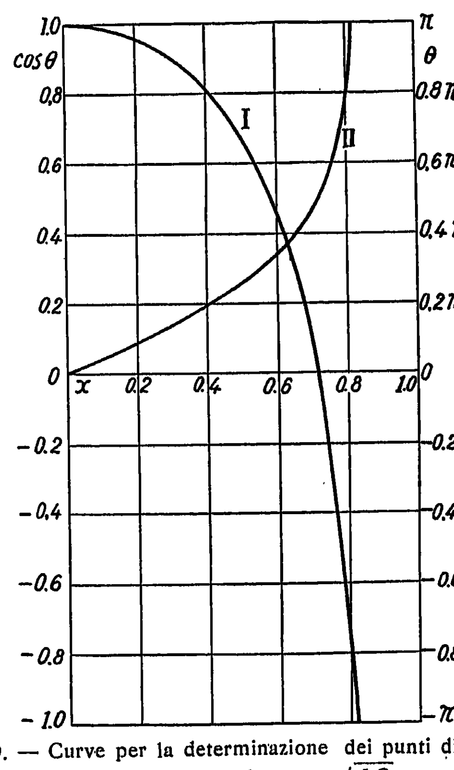


Fig. 9. — Curve per la determinazione dei punti di risonanza (I) $\cos\theta$, (II) θ, $x = \omega\sqrt{LG}$.

In generale il rapporto della frequenza dell'armonica di ordine K alla fondamentale è minore di K come è stato verificato sperimentalmente da Drude [4].

Considerazioni analoghe si possono fare per i punti di risonanza.

Questi calcoli sono resi più evidenti da una rappresentazione grafica (fig. 9). Partendo dalla formula: $\cos\theta = \frac{\omega^2 L(C+C_1)-1}{\omega^2 LC-1}$ si traccia $\cos\theta$, e poi θ in funzione di ω; i punti in cui tale curva ha per ascissa $\frac{K\pi}{n}$ e $\frac{2K+1}{n}\pi$ sono rispettivamente punti di risonanza e di antirisonanza. Nel diagramma di figura 9 come ascisse sono segnate $x = \omega\sqrt{LC}$ e si è posto $C' = C$ (bobina a due strati adiacenti).

b) Si può anche eseguire il calcolo dell'impedenza assimilando la bobina a un sistema di costanti uniformemente distribuite.

Come coordinata corrente si assume la x lunghezza del filo avvolto a partire da una estremità: come costanti uniformemente distribuite la L induttanza per unità di lunghezza (con le stesse semplificazioni ammesse nel calcolo precedente C_1 capacità verso lo strato adiacente per unità di lunghezza: e C capacità verso la spira adiacente per unità di lunghezza. Si indica con l la lunghezza di una spira e con un calcolo analogo a quello della propagazione sulle lunghe linee, si ha:

$$-\frac{dV}{dx} = j\omega LI$$

$$-\frac{dI}{dx} = j\omega C_1 V_x + j\omega C\,[-V_{(x+l)} + 2V_{(x)} - V(x-l)]$$

I = corrente — V_a = tensione nel punto $x = a$.

La forma più complessa di questo sistema è dovuta al fatto che sull'elemento considerato agiscono le differenze di potenziale $V(x+l)$ e $V(x-l)$ per capacità verso la spira precedente e la spira successiva.

Questa equazione, allo stesso tempo è alla differenze finite e differenziale: si può integrare ponendo:

$$V_x = e^{\alpha x} \qquad V_{(x+l)} = e^{\alpha(x+l)} = e^{\alpha l}\cdot e^{\alpha t} \qquad \text{etc.}$$

ne viene di conseguenza:

$$\alpha^2 = -\omega^2 LC_1\left\{1+\frac{C}{C_1}\left(-e^{\alpha l}+2-e^{-\alpha l}\right)\right\}$$

$$l^2\alpha^2 = (-\omega^2 LCl^2)\left\{\left(\frac{C}{C_1}+2\right)-2\,\mathrm{ch}\,\alpha l\right\}$$

dovendo essere ω reale sarà per basse frequenze, α immaginario:

$$\omega = \frac{(j\alpha l)}{\sqrt{LCl^2}\sqrt{\left(\frac{C_1}{C}+2\right)-2\cos(j\alpha l)}}.$$

Da questa equazione, risolta rispetto $(j\alpha l)$ si hanno i valori della costante di propagazione in funzione di ω: si può notare che anche per $C_1 = 0$ si ha una funzione di ω:

$$\omega = \frac{(j\alpha l)}{\sqrt{LCl^2}\sqrt{2(1-\cos(j\alpha l)}} = \frac{\frac{j\alpha l}{2}}{\sqrt{LCl^2}\,\mathrm{sen}\,\frac{j\alpha l}{2}}$$

Senza entrare in discussioni sul campo di variabilità di α a seconda dei vari casi passiamo al calcolo dell'impedenza della bobina:

Mettendo in evidenza che α è immaginario; in generale si ha che:

$$V = A\,e^{j\alpha x} + B\,e^{-j\alpha x}$$

ove A e B sono due costanti da determinarsi: di qui:

$$V = (A+B)\cos\alpha x + j\,(A-B)\,\mathrm{sen}\,\alpha x$$

$$\frac{j\omega L}{\alpha} I = -(A+B)\,\mathrm{sen}\,\alpha x + j\,(A-B)\cos\alpha x$$

la lunghezza di uno strato è nl: per $x = nl$ si ha $V = 0$:

$$Z_x = \frac{V}{I} = \frac{j\omega L}{\alpha}\left(\frac{1+j\left(\frac{A-B}{A+B}\right)\mathrm{tg}\,\alpha x}{-\tan\alpha x + j\left(\frac{A-B}{A+B}\right)}\right) \text{ e per } x = 0$$

$$Z_0 = \frac{\omega L}{\alpha}\left(\frac{A+B}{A-B}\right) = -j\frac{\alpha}{\omega L}\tan n\alpha l.$$

(4) Drude: Zur Construction von Teslatransformatoren. - Ann. der Phys., 1902-9, pag. 293.

L'impedenza del sistema è dunque determinata dalle relazioni:

$$\begin{cases} Z = -j\dfrac{\omega L}{\alpha}\tan n\,\alpha\,l \\ \omega = \dfrac{1}{\sqrt{L\,C\,l^2}}\cdot\dfrac{\alpha\,l}{\sqrt{\left(\dfrac{C_1}{C}+2\right)-2\cos(\alpha\,l)}} \end{cases}$$

Tale impedenza è infinita per $n\,\alpha\,l = K\,\pi$, ossia per:

$$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{L\,C\,l^2}}\;\frac{\dfrac{K\pi}{n}}{\sqrt{\left(\dfrac{C_1}{C}+2\right)-2\cos\dfrac{K\pi}{n}}}:$$

e sviluppando in serie per n molto grande:

$$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{L\,C\,l^2}}\;\frac{K\pi}{\sqrt{K^2\pi^2+\dfrac{C_1}{C}\,n^2}}$$

formula analoga a quella ricavata dalla precedente teoria, ricordando il diverso significato che hanno C, C_1, L.

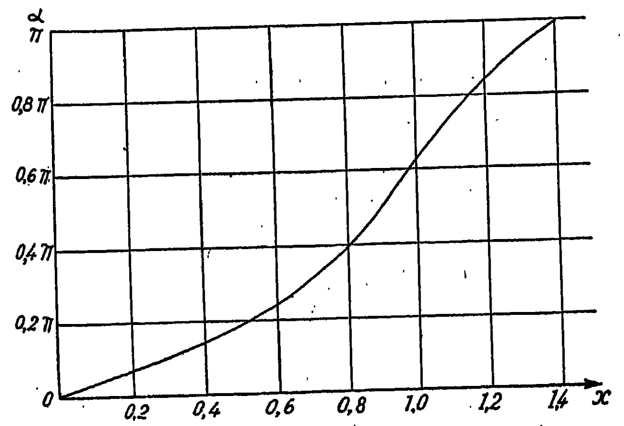


Fig. 10. — Curva per la determinazione dei punti di risonanza di una bobina a due strati.

Come si è già fatto nell'ipotesi del circuito iterativo anche qui con un diagramma $\omega - \alpha$ per $C_1 = C$ (fig. 10) si possono avere elementi per trovare i punti di risonanza di una data bobina.

Naturalmente soltanto una numerosa serie di esperienze potrà giustificare le ipotesi ammesse in questi calcoli e vagliarne i risultati.

Ringrazio vivamente S. E. il Prof. Vallauri per gli aiuti e i consigli concessimi nello svolgimento di questo lavoro.

Torino, marzo 1931. - *Laboratorio di Elettrotecnica della R. Scuola di Ingegneria di Torino.*

Nuovi prezzi di favore pei Soci delle Pubblicazioni dell'A.E.I.

L'OPERA DI A. VOLTA: Vol. di pag. 633, ridotto a L. 12 il volume, franco di porto.

MONOGRAFIE.

1. U. BORDONI – I fenomeni elettrici dell'atmosfera e la protezione degli edifici dalle scariche temporalesche.
2. E. BOTTANI – La moderna matematica dei circuiti trifasi.
3. U. BORDONI – La fotometria moderna: i suoi problemi e le sue tendenze.
4. R. SAN NICOLÒ – Le tendenze moderne nella tecnica degli impianti a vapore.
5. G. VALLAURI – Convertitori statici di corrente elettrica.
6. A. BARBAGELATA – La protezione contro le sovracorrenti.
7. C. RIMINI – Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative.
8. G. BÜCHI – Funzionamento e costruzione in serie delle turbine idrauliche a reazione.
9. L. LOMBARDI e G. CORBELLINI – Congresso Mondiale dell'Energia a Tokyo. Corrispondenze preliminari e riassunto dei lavori attinenti alla elettrotecnica.

La raccolta completa L. 33,— } franco di porto.
Ogni volume separato L. 5,— }

LE COMUNICAZIONI TELEFONICHE BILATERALI FRA MARE E TERRA □ □ □

La stazione trasmittente e ricevente ad onde corte della s. s. "Belgenland"

L. ZANINI

L'A. descrive l'equipaggiamento «Standard» installato a bordo della s. s. «Belgenland» col quale sono possibili le trasmissioni bilaterali radiofoniche tra la terra e la nave in navigazione.

Fin dal principio del 1929, a cura degli «International Telephone & Telegraph Laboratories, Incorported», di Hendon (Londra), era stata installata a bordo del transatlantico «Berengaria» della «Cunard Line», una stazione radiotrasmittente telefonica e telegrafica ad onde corte da 5 kW per mezzo della quale era stato possibile al personale della suddetta Compagnia di Navigazione e della Società fornitrice dell'impianto, d'eseguire una serie di prove di radiotelefonia bilaterale fra mare e terra.

L'esito felice del primo esperimento ufficiale, ch'ebbe luogo il 18 luglio 1929, con una conversazione fra gli ufficiali del «Berengaria» in pieno oceano ed i rappresentanti dei principali giornali del mondo, espressamente convenuti nei Laboratori di Parigi della «International Telephone & Telegraph», dimostrò la possibilità pratica di stabilire un servizio radiotelefonico commerciale con le navi in rotta sull'Atlantico.

Bastarono solo pochi mesi perchè la «International Marine Radio Company», in collaborazione colle altre compagnie della «International Telephone & Telegraph Corporation», fosse in grado di aprire, coll'appoggio del «British Post Office», un regolare servizio telefonico, da prima colla R.M.S. «Olypic» della «Wite Star Line» e poco dopo colla R.M.S. «Majestic». Quasi contemporaneamente, l'«American Telephone & Telegraph Corporation» in America iniziava colla s.s. «Leviathan» un servizio regolare che fu subito esteso ad altri transatlantici. Grazie a tali impianti fu possibile ai passeggeri delle suddette navi di comunicare con qualsiasi abbonato delle reti telefoniche dell'Inghilterra e degli Stati Uniti.

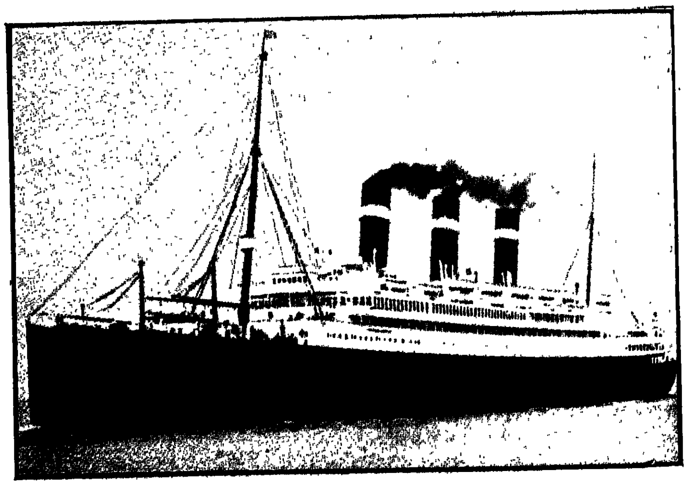


Fig. 1.

Successivamente il servizio fu esteso alle reti telefoniche del Canadà, del Messico, dell'isola di Cuba, da una parte, e di tutte le Nazioni Europee dall'altra, ed infine, all'Argentina, al Cile e all'Uruguay, attraverso alla stazione di New York, e all'Australia attraverso alla stazione di Rugby in Inghilterra.

Sono appunto le due stazioni di New York e di Rugby, della quale ultima apparve una dettagliata descrizione nel num. 1, vol. 18 del 5 gennaio 1931 di questa stessa Rivista, che, oltre ad effettuare il regolare traffico radio telegrafico e telefonico transatlantico, sono fornite degli impianti necessari per le radiocomunicazioni fra mare e terra, e costituiscono le stazioni di appoggio base per l'allacciamento telefonico fra le navi che fanno servizio nel Nord Atlantico e le reti telefoniche continentali. Pure con esse si mantiene in contatto la stazione per il servizio dei passeggeri, installata dalla «International Marine Radio Co.» sul Transatlantico «Belgenland» (fig. 1 e 2) della «Red Star Line», da bordo del quale, durante la breve sosta nel porto di Napoli, fu data recentemente, alla presenza delle autorità e

dei tecnici espressamente invitati, una pratica dimostrazione del funzionamento dell'impianto.

Per mezzo di tale installazione è possibile ai passeggeri di questa nave di comunicare telefonicamente cogli Abbonati dei vari Paesi del Mondo; realizzazione specialmente notevole per il fatto che la rotta del « Belgenland », il quale sta compiendo la sua settima crocera intorno al Mondo, è necessariamente irregolare, e quindi, poichè cambia continuamente la direzione e la distanza della nave rispetto ad una data stazione, cambia di conseguenza la via attraverso alla quale devono essere istradate le comunicazioni mentre la nave procede nel suo viaggio. Ciò ha naturalmente la sua influenza sul tipo, sulla disposizione dell'impianto e sul modo di funzionare dello stesso.

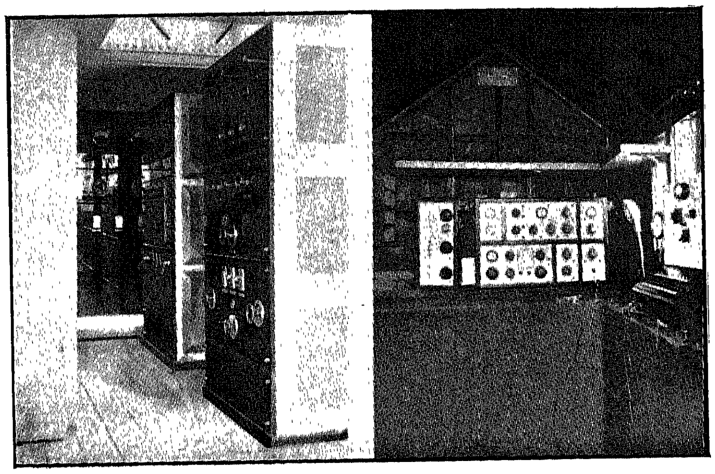


Fig. 2.

Allo scopo di poter effettuare un vero servizio commerciale, viene quotidianamente pubblicato, quando la nave si trova in viaggio, un orario in cui sono prefissate le ore per le comunicazioni colle diverse Nazioni. L'operatore della stazione di bordo, quando viene avvertito delle chiamate da farsi, comunica il nome e l'indirizzo della persona desiderata all'operatore della stazione di appoggio base, il quale, per mezzo degli operatori delle varie centrali alle quali è necessario far capo, entra in comunicazione coll'abbonato richiesto, e quindi avverte l'operatore di bordo che l'abbonato chiamato è pronto all'apparecchio; il passeggero che ha domandato la comunicazione viene allora chiamato all'ufficio radiotelefonico di bordo e l'allacciamento è compiuto. Come si vede, il procedimento non differisce da quello seguito nelle ordinarie reti telefoniche.

stessa cabina tanto il trasmettitore che il ricevitore, come ad esempio sulla s.s. « Canterbury » della « Southern Railway Company.

*

La stazione trasmittente installata a bordo del « Belgenland » è costituita da un trasmettitore per radiotelegrafia e radiotelefonia ad onde corte, tipo « Marina II », la cui potenza in aereo può giungere, in quasi tutta la gamma di lunghezza d'onda, a 3,7 kW in telegrafia, essendo di circa 7 kW la potenza assorbita dall'ultimo stadio e di 20 kW la potenza totale assorbita dall'intero impianto, tenuto conto anche di quella necessaria per i servizi ausiliari di raffreddamento, controllo e protezione. In telefonia la potenza varia sensibilmente secondo la lunghezza d'onda e la percentuale di modulazione. Col 60 % di modulazione si possono avere in aereo 1,2 kW a 15 m ed 1,4 kW a 40 m, e col 100 % di modulazione 0,72 kW a 15 m e 0,84 kW a 40 m.

Questo apparato è derivato dal trasmettitore « Standard » tipo II, di serie, stabilizzato con quarzo, e ne differisce solo in alcuni particolari. Mentre infatti in questo, progettato per funzionare su un certo numero di lunghezze d'onda nella gamma da 15 a 110 m, i vari quarzi per le diverse lunghezze d'onda sono generalmente contenuti in un unico termostato insieme con quelli di riserva e un commutatore permette d'inserire il quarzo necessario per la frequenza richiesta, nel trasmettitore installato sul « Belgenland » si hanno invece tre piccole unità intercambiabili, ciascuna delle quali contiene un oscillatore completo con due cristalli, ognuno con un proprio termostato indipendente. Si hanno così disponibili sei lunghezze d'onda. I vari stadi del circuito trasmittente sono quindi forniti di bobine intercambiabili; il tempo necessario per il passaggio dall'una all'altra lunghezza d'onda è di circa 5 minuti.

Come si può vedere dal circuito semplificato del trasmettitore tipo II, di serie (fig. 3), l'energia generata a piccola potenza dall'oscillatore pilota viene successivamente amplificata fino al valore richiesto a mezzo di amplificatori lineari equilibrati.

Allo scopo di poter estendere la gamma d'onda oltre al normale, nel trasmettitore impiegato sul « Belgenland » sono stati montati tre duplicatori di frequenza in luogo dei due in serie, quali si hanno usualmente nel circuito « Standard » normale. Per tutto il resto il trasmettitore non differisce dal comune tipo di serie, costituito da 2 unità principali: l'« Oscillatore-Modulatore » e l'Amplificatore di potenza ».

L'« Oscillatore-Modulatore » (fig. 7) comprende: il primo stadio di accoppiamento, che impiega due valvole 4211-D da 50 watt in « push-pull »: il generatore d'armoniche funzionante con valvole 4212-D da 250 W, il primo amplificatore equilibrato, che funziona pure con due valvole da 250 watt, l'amplificatore a frequenza acustica, costituito da due stadi di amplificazione nei quali sono usate rispettivamente una valvola 4211-D da 50 watt, ed infine il modulatore che impiega due valvole da 250 watt in « push-pull ».

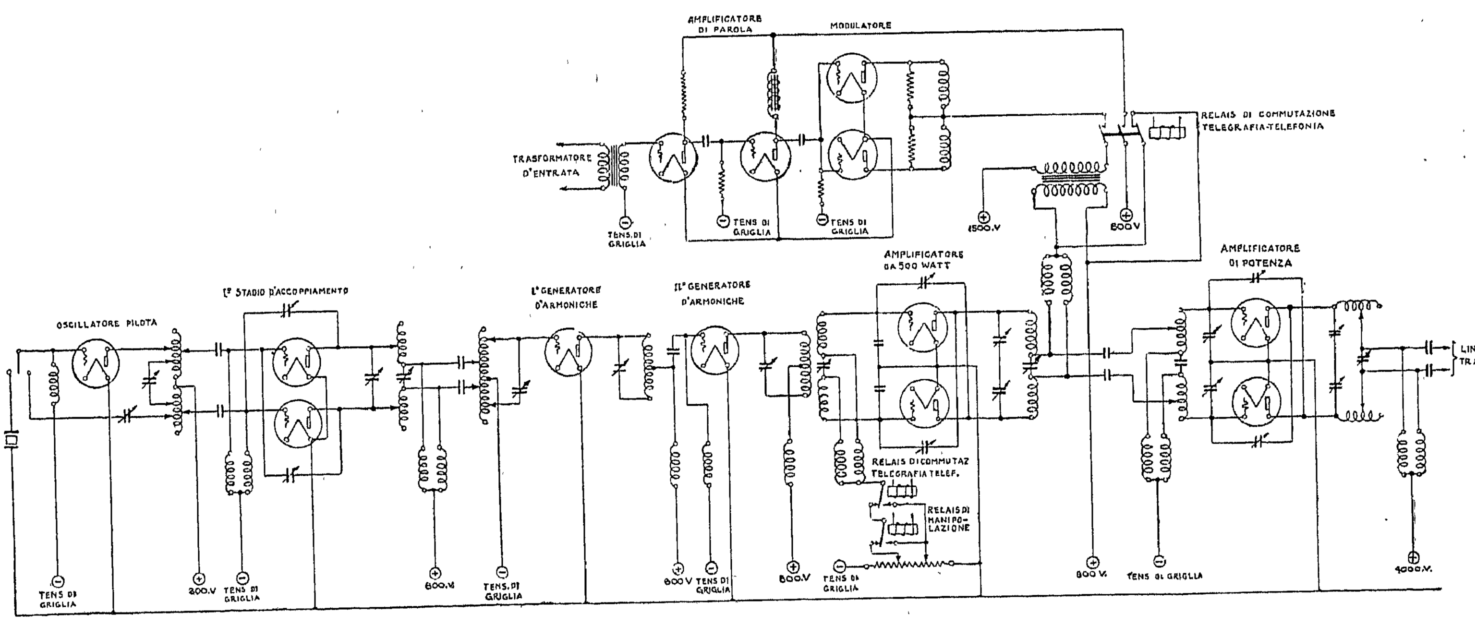


Fig. 3.

Per agevolare la realizzazione del servizio duplex, il ricevitore della stazione di terra viene installato quanto più lontano è possibile dal trasmettitore. Così, per esempio, la stazione trasmittente di Rugby si trova a circa 70 km da quella ricevente di Baldock.

A bordo delle navi, dove trasmettitore e ricevitore possono distare al massimo un centinaio di metri, si sono dovuti adottare speciali dispositivi, grazie ai quali è stato possibile recentemente installare nella

La modulazione viene effettuata nel primo stadio d'amplificazione, ed il sistema usato non è che una modificazione del metodo di « modulazione di placca ». Grazie all'accoppiamento induttivo fra il circuito anodico del modulatore e quello dell'amplificatore modulato, è possibile usare per le valvole del primo una tensione di placca più elevata, in modo da poter facilmente ottenere la potenza necessaria per una completa modulazione.

Sulla prima unità sono inoltre montati un *rettificatore di controllo* e tutti gli organi di regolazione e di protezione, sicchè essa costituisce da sola un trasmettitore completo, della potenza di 500 watt nello stadio finale, capace di fornire in aereo una potenza fino a 300 watt in telegrafia e 200 in telefonia. Col relativo quadro di manovra e coi due gruppi motogeneratori che forniscono le necessarie tensioni d'alimentazione, essa forma la stazione «Standard», tipo I, dalla quale, come si vede, si può facilmente passare al tipo successivo di maggior potenza mediante la sola aggiunta dell'« amplificatore di potenza ».

Quest'ultimo costituisce la seconda unità della Stazione tipo II (figura 5) e comprende due volvole raffreddate ad acqua, tipo SS 1966-2, della potenza di 2 kW (fig. 6) funzionanti in « push-pull », la cui durata media, analogamente a quella di tutte le altre valvole raffreddate ad aria, impiegate negli stadi precedenti, è superiore alle 4000 ore. Il raffreddamento viene eseguito con acqua distillata circolante a mezzo di pompa in circuito chiuso, e raffreddata a sua volta, o con un sistema di radiatore con ventilatore, oppure con un refrigerante ad acqua. Sono necessari circa 45 litri d'acqua al minuto con una prevalenza di 30 m.

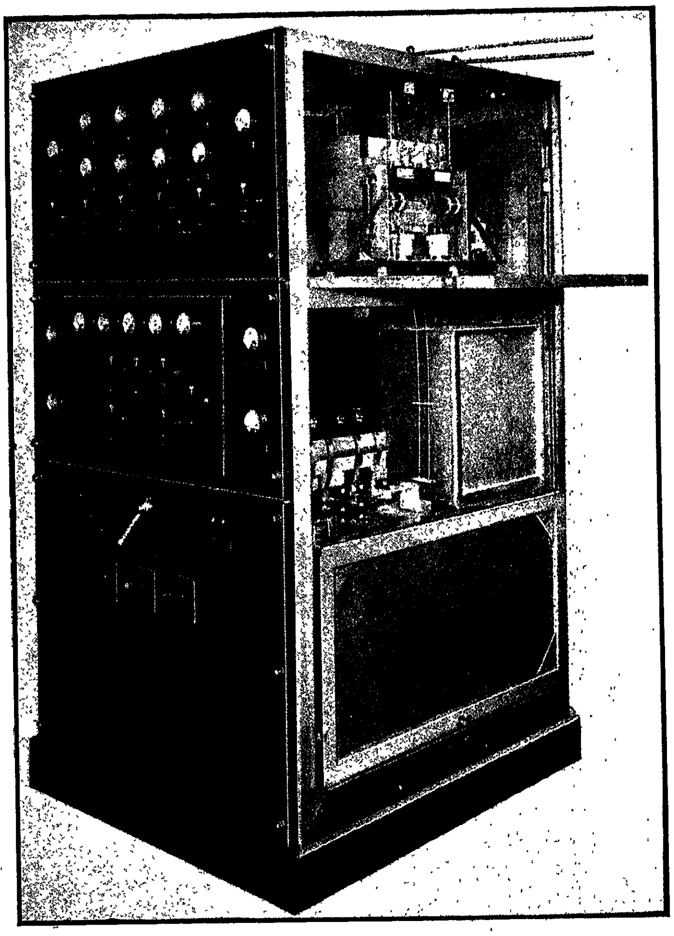


Fig. 4.

Speciali dispositivi di protezione tolgono automaticamente la tensione d'accensione e la tensione di placca se l'acqua non circola in misura sufficiente o se la temperatura si eleva oltre al normale.

Questa seconda unità è identica a quella che funziona come « Amplificatore intermedio » nei trasmettitori ad onde corte tipo III e tipo IV, quali sono impiegati ad esempio alla stazione base di Rugby; in questo caso essa viene rispettivamente seguita da uno o due altri stadi di amplificazione, mediante i quali si può arrivare ad una potenza in areo fino a 37,5 kW in telegrafia.

Le due unità del trasmettitore sono accuratamente schermate con gabbie di duralluminio, le cui porte sono munite di interruttori di sicurezza, che interrompono le alimentazioni, per modo che ogni tensione pericolosa viene tolta quando si aprono le porte. I circuiti di alimentazione sono poi concatenati in maniera che le tensioni non possano essere applicate se non nel modo prescritto. Tre gruppi motogeneratori, funzionanti con motori a corrente continua a 110 volt, alimentati dall'impianto elettrico di bordo, forniscono tutte le tensioni necessarie per il trasmettitore e precisamente : 275 volt, 5 ampere, per tutte le tensioni di griglia per il funzionamento di alcuni relais; 1000 volt, 2 ampere e 1500 volt, 0,5 ampere, per tutte le tensioni anodiche delle valvole della prima unità e 16 volt, 60 ampere, per tutti i filamenti delle stesse; 4000 volt, 1,5 ampere, ottenuti con due generatori in serie, per gli anodi delle valvole di potenza, e 16 volt, 50 ampere per i filamenti delle medesime e per l'eccitazione dei due generatori ad alta tensione. I tre gruppi motogeneratori sono allogati in

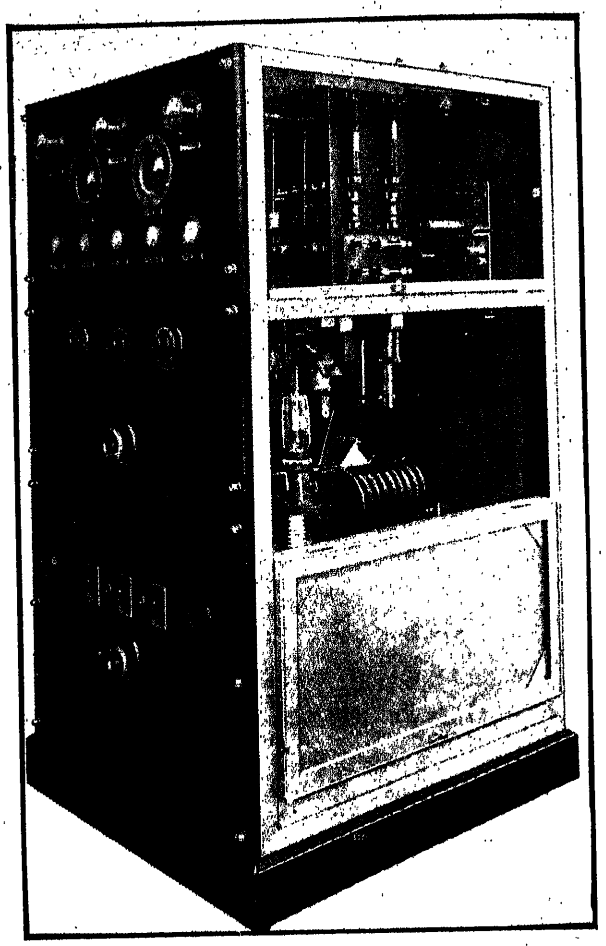


Fig. 5.

apposito locale nella parte anteriore del ponte, dal lato opposto rispetto alla cabina del trasmettitore; in questa sono invece installati, accanto al trasmettitore, i quadri di manovra che portano montati tutti gli organi di controllo per i gruppi motogeneratori (fig. 7).

Il collegamento fra le due unità del trasmettitore e fra l'amplificatore di potenza e gli aerei è fatto con linee di trasmissione, o alimentatori (feeders). La linea di trasmissione proveniente dalla seconda unità viene commutata sulle linee di trasmissione delle diverse antenne impiegate per le varie lunghezze d'onda. Queste nel caso del « Belgenland » sono in numero di cinque e sono costituite da altrettanti dipoli, inclinati di circa 30° sull'orizzontale e tesi fra la ciminiera anteriore e l'albero di trinchetto.

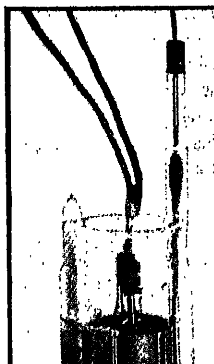


Fig. 6.

*

La stazione ricevente è situata all'estremità di poppa del ponte superiore della nave. Il sistema degli aerei usati per la ricezione alle varie lunghezze d'onda risulta perfettamente simmetrico, rispetto al centro della nave, del complesso degli aerei trasmittenti, essendo costituito da 5 poli tesi fra la ciminiera posteriore e l'albero maestro. Le relative linee di trasmissione fanno capo alla cabina dove si trova la stazione ricevente. Questa è fornita di due equipaggiamenti, uno di servizio ed uno di riserva, ciascuno costituito di un ricevitore « Standard » ad onde corte, tipo « Marina II » (fig. 8) e del relativo amplificatore ad alta frequenza.

Entrambe le unità, espressamente costruite per l'uso a bordo di navi, sono costituite in due custodie di legno teak, completamente foderate di lamiera di duralluminio, e provviste di speciali sostegni antivibrativi di fissaggio. Inoltre tutte le principali parti costituenti il cir-

cuito ricevente sono separatamente contenute in scatole di duralluminio, separate dalla custodia esterna con tramezzi in spugna di gomma.

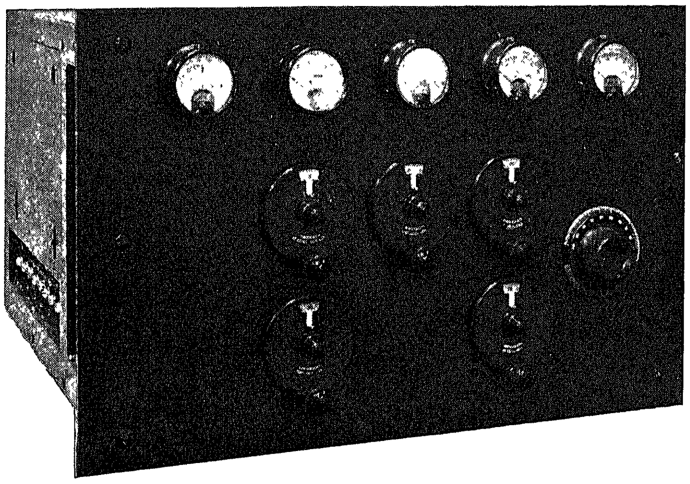


Fig. 7.

Il circuito di tipo supereterodina può funzionare a mezzo di bobine intercambiabili nella gamma di lunghezze d'onda da 12 a 110 metri, con una intensità di campo limitata ad 1 microvolt per metro. Per l'accordo basta sintonizzare tre circuiti nell'amplificatore ad alta frequenza, che funziona con due valvole schermate, e nel ricevitore propriamente detto. Questo è stato progettato in modo da poter essere usato con o senza l'amplificatore ad alta frequenza, secondo il grado di amplificazione e di selettività richiesto. All'uopo è fornito di terminali per la connessione alle linee di trasmissione degli aerei, le quali vengono invece commutate sulla linea di trasmissione d'entrata all'amplificatore ad alta frequenza, quando questo, come generalmente avviene, è inserito nel circuito.

Il ricevitore è costituito essenzialmente da una prima valvola rettificatrice 4102-E, da un oscillatore che impiega due valvole 4101-E in push-pull e che, colla frequenza in arrivo, genera la frequenza intermedia di 330 chilocicli, di 5 stadi successivi di amplificazione intermedia che funziona con valvole 4102-E, e da uno stadio di amplificazione a bassa frequenza con una valvola 4002-A. Una speciale caratteristica dell'apparecchio è il dispositivo « antifading », costituito da una valvola 4102-E, che funziona come rettificatrice e la cui griglia è in parallelo con quella della seconda detettrice. Quando varia l'intensità dei segnali in arrivo varia la corrente di placca di questa valvola, nel cui circuito anodico è inserita una resistenza di valore elevato. Della caduta di tensione variabile in tale resistenza si approfitta per variare la tensione di griglia della prima detettrice, che funziona nel ginocchio inferiore della caratteristica, regolando così automaticamente il volume all'uscita dal ricevitore.

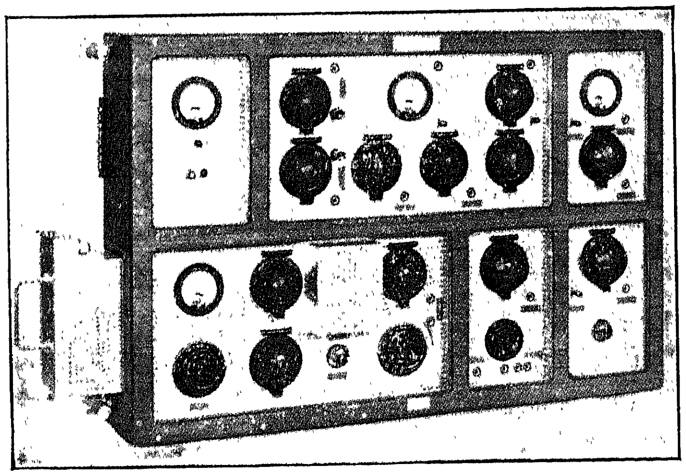


Fig. 8.

Completano l'apparecchio un oscillatore a bassa frequenza, che impiega una valvola 4002-A, e che serve per la modulazione dei segnali telegrafici ad onde continue, ed un oscillatore eterodina che funziona pure con una valvola 4002-A, e che può essere esattamente tarato alla frequenza di 330 kilocicli. Per mezzo di questo oscillatore, è possibile accertarsi, col sistema di azzeramento dei battimenti, che l'amplificatore a frequenza intermedia, il quale è munito dei filtri necessari per lasciar passare solo le frequenze desiderate, funzioni precisamente alla frequenza per la quale è costruito e quindi col massimo rendimento.

Sui pannelli frontali sono inoltre montati tutti gli strumenti per la misura delle tensioni e delle correnti, gli organi di controllo e di regolazione ed i jacks per l'inserzione delle spine di collegamento coll'equipaggiamento terminale.

Le varie tensioni di alimentazione sono fornite da batterie esterne all'apparecchio. La corrente necessaria per l'accensione dei filamenti è di circa 4 ampere con 12 volt; gli anodi di tutte le valvole richiedono complessivamente 50 milliampere a 130 volt; una batteria a parte, per corrente di circa mezzo ampere, serve per il regolatore automatico di volume: le tensioni di griglia sono ottenute a mezzo di resistenze inserite nel circuito dei filamenti.

*

L'impianto per il servizio Radiotelefonico è completato dallo « Equipaggiamento Terminale » (fig. 9) che nella installazione del « Belgenland » è collocato nello stesso locale dei ricevitori.

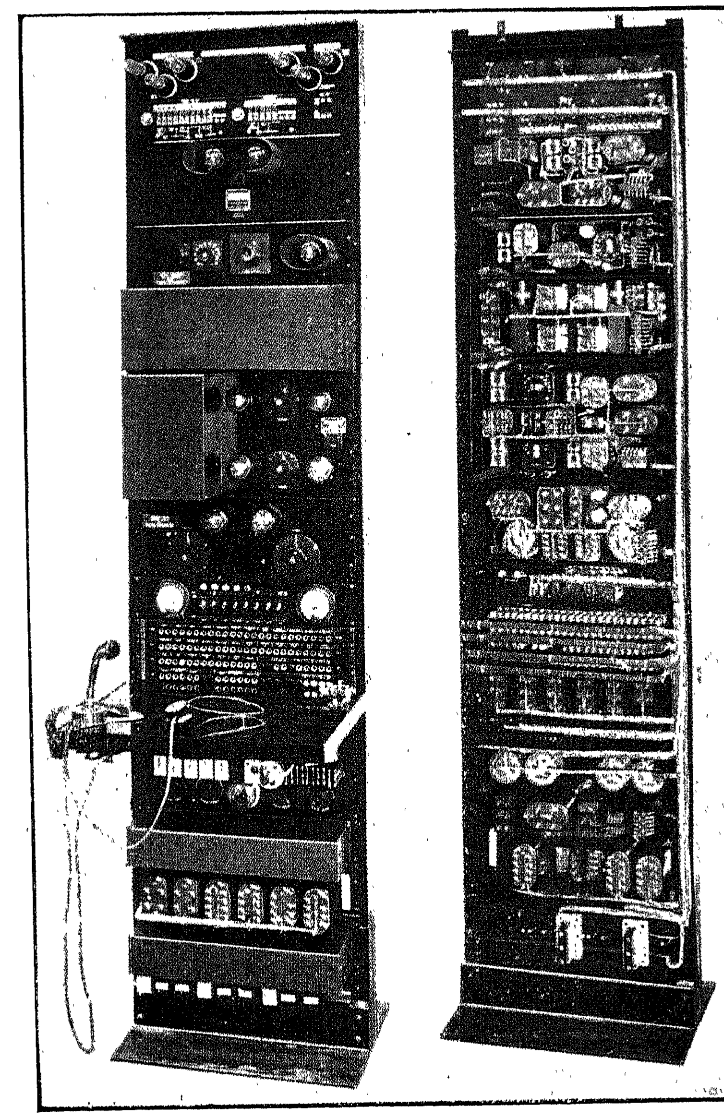


Fig. 9.

A parte l'attenuazione dell'intensità dei segnali per effetto del « Fading », cui sopperisce il dispositivo sopra citato di regolazione automatica, una delle principali difficoltà che s'incontrano nella realizzazione di una comunicazione radiotelefonica bilaterale consiste nel passare dal sistema a due fili dell'ordinario circuito telefonico al sistema a quattro fili del complesso trasmittente-ricevente, senza che abbia a verificarsi il noto fenomeno dell'« eco », senza cioè che possano aver luogo dannosi accoppiamenti fra il ramo ricevente e quello trasmittente del circuito.

A questo provvede appunto l'« Equipaggiamento Terminale ».

La linea che fa capo al telefono viene suddivisa, mediante uno speciale dispositivo (« Hybrid Coil ») analogo a quello usato nei ripetitori telefonici, in due rami, l'uno dei quali serve per il collegamento col trasmettitore, l'altro col ricevitore. La corrente ad audio

frequenza destinata alla modulazione, viene mantenuta entro i limiti voluti mediante un regolatore di volume, costituito da un dispositivo potenziometrico, collegato ad un indicatore di volume. Nel circuito è quindi inserito un ripetitore, dopo il quale viene derivata una piccola parte dell'energia per il funzionamento di un *relais a frequenza vocale*. A tale scopo serve un rettificatore, la cui corrente raddrizzata fa funzionare il primo di una serie di relais, che dispongono il circuito per la trasmissione, cortocircuitandone il ramo di collegamento col ricevitore. Il ripetitore è seguito da un egualizzatore, per mezzo del quale è possibile ottenere una caratteristica pressochè piatta su tutta la banda di frequenze udibili; quindi si passa ad una cassetta d'attenuazione, ed infine ad un circuito a ponte, costituito da una resistenza di compensazione e dai filtri di ritardo che hanno lo scopo di introdurre il ritardo sufficiente per il funzionamento del *relais a frequenza vocale*. Tali filtri però producono una notevole attenuazione, sicchè è necessario inserire un nuovo ripetitore per elevare nuovamente la corrente al livello originario prima di inviarla al trasmettitore.

Per mantenere quanto più è possibile costante il volume alla uscita dall'apparecchio ricevente, questo è munito, oltrechè dello speciale dispositivo «antifading», anche d'un ordinario regolatore di volume. La corrente viene quindi amplificata, ed una piccola parte è derivata per il funzionamento dei relais che dispongono il circuito per la ricezione, isolando completamente il ramo di collegamento del circuito telefonico col trasmettitore. Il circuito è completato anche in questo caso dai filtri di ritardo, l'attenuazione prodotta dai quali viene compensata da un ripetitore. A questo segue, come per il ramo trasmittente, un regolatore di volume, con relativo ripetitore ed indicatore, ed infine, attraverso alla «Hybrid Coil» il circuito si riallaccia a quello a due fili dell'apparecchio telefonico.

Le varie parti costituenti l'equipaggiamento telefonico terminale sono montate su pannelli fissati ad una intelaiatura comune, sulla quale sono pure montati tutti i dispositivi sussidiari di prova e di misura, ed i circuiti per il telefono di servizio e per il controllo della trasmissione. Tutte le valvole adoperate sono valvole Standard di serie, quali vengono comunemente impiegate negli apparecchi costituenti l'ordinaria attrezzatura degli impianti telefonici.

L'«equipaggiamento terminale» della stazione di terra non differisce sostanzialmente da quello qui descritto; solo è completato dai pannelli che portano gli organi necessari per l'allacciamento colla rete telefonica terrestre, ed è simile agli altri pure in uso presso il «British Post Office» per il servizio radiotelefonico bilaterale col Nord e col Sud America e coll'Australia.

MACCHINA ELETTROSTATICA A CILINDRI

F. LUSCIA

La macchina elettrostatica Luscia è a due cilindri concentrici, dei quali l'esterno è fisso e porta gli induttori, e l'interno è rotante e porta gli indotti. Oltre che meccanicamente molto semplice essa è: a) *di ampia superficie inducente;* b) *di ampia superficie indotta o di lavoro;* c) *resistente a forti velocità periferiche. Sostituisce le elettrostatiche multiple per le forti intensità.*

1. — Le macchine elettrostatiche — ed intendo quelle dette ad influenza o ad induzione — hanno, si può dire, esclusivamente assunto la forma a disco. Sarebbe difficile indagare, e forse superfluo esporre, quali cause abbiano consigliato od imposto tale forma: tra le più determinanti si potrebbe ricordarne alcune suggerite non dalla teoria, ma dalla pratica, come la qualità del materiale e l'esempio delle prime classiche macchine ad induzione.

Non mancò tuttavia qualche tentativo da parte di Holtz, Wimshurst, Bonetti, e d'altri pochi i quali pure con materiale disadatto, e cosa da notarsi, dopo aver ottenuto buoni risultati da macchine a disco, costruirono elettrostatiche a cilindro; e fra queste si potrebbero collocare anche alcuni piccoli modelli di Lord Kelvin e del Klarke, quantunque non servissero alla produzione ordinaria della elettricità, ma ad applicazioni particolari.

L'ultimo che abbia tentato questa forma (se almeno le mie ricerche sono complete) fu il Wommelsdorf, che nel 1902 descrisse una macchina «a condensatore». Verosimilmente questo modello, deve aver dato cattiva prova, sia perchè l'esimio fisico tedesco non ne descrive il funzionamento, sia perchè in seguito si diede al perfezionamento ed alla costruzione esclusiva delle macchine a disco.

Dal fatto che le macchine a cilindro sembrano del tutto abbandonate si dovrebbe dedurre inutile ogni ulteriore tentativo del genere. Un esame più attento e meno superficiale induce invece a ricercare il motivo di tale insuccesso in difficoltà costruttive derivanti sia dalla parte meccanica in generale, sia dal dielettrico dei cilindri. Credendo infatti tecnicamente migliori le macchine a dischi rotanti in senso inverso (ad induttori mobili), si vollero imitare con cilindri pure rotanti in senso inverso. Anche il dielettrico da usarsi nei cilindri concentrici e che bisognava ridurre di spessore, portava non lievi difficoltà e rendeva la macchina non pratica. Escluso il vetro per ragioni troppo evidenti, è ovvio che anche l'ebanite, usata da Bonetti, non aveva in tale disposizione le doti di resistenza richieste: le lunghezze assiali erano poi sempre piccole mentre il vantaggio della disposizione a cilindri cresce con lo svilupparne, almeno fino ad un limite, la lunghezza.

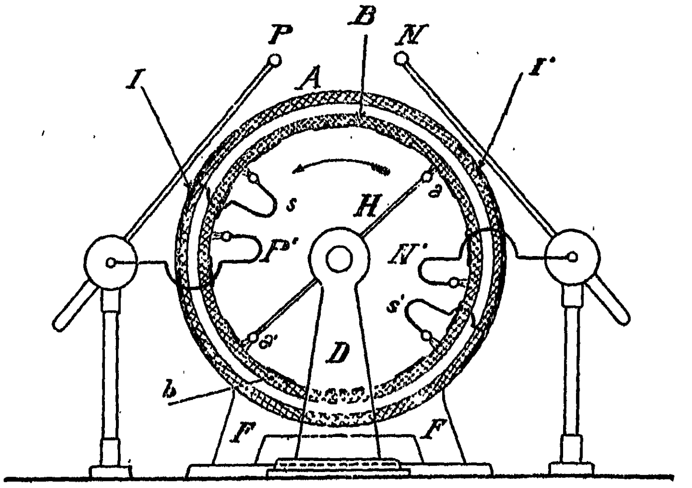


Fig. 1.

Chi scrive ha incontrato tali difficoltà in un modello a cilindro [1] in cui la complicazione meccanica svalutava i vantaggi della forma. Ma dopo numerose ricerche teorico-sperimentali potei provare che le macchine ad induttori fissi, soprattutto per quanto riguarda l'intensità, non sono per nulla inferiori a quelle ad induttori mobili, anzi possono facilmente avere un campo induttore più intenso, e quindi superare in intensità quelle con dischi o cilindri rotanti in senso inverso; d'altra parte agli inconvenienti derivanti dal difficile isolamento degli induttori fissi sappiamo come rimediare.

Mi attenni adunque al modello meccanicamente molto semplice, la cui costituzione è di seguito succintamente descritta.

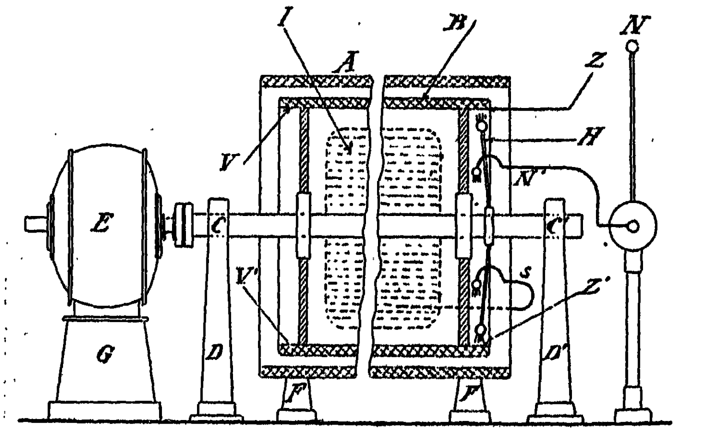


Fig. 2.

2. — Le figure 1, 2 rappresentano la macchina rispettivamente in sezione trasversale e longitudinale: da esse si rileva che la macchina si compone di due cilindri concentrici A, B, dei quali A è esterno, fisso e portato da uno zoccolo di materia isolante F, o da quattro isolatori verticali (fig. 3).

Il cilindro B ruota sull'asse C, C' a cui è solidale, e l'asse è sorretto dai supporti D, D'. B è munito di indotti metallici, paralleli all'asse del cilindro ed affioranti alla superficie Z, Z', oppure V, V'. Possono anche mancare e per semplicità sono segnati solo nella fig. 1.

Il campo elettrostatico è dato da due ampi induttori I, I' metallici, interni, caricati in derivazione con due prese metalliche s, s'. Il conduttore diametrale H è girevole sull'asse C, C' per assumere posizioni diverse, ed ha un braccio con articolazione presso l'asse C, C'. E (fig. 2) indica il motorino elettrico accoppiato con giunto elastico al-

[1] B. Italiano, n. 186, 182; B. Belga, n. 296, 975.

asse del cilindro B, e sostenuto dal supporto G. Gli eccitatori ed i ɔllettori sono indicati rispettivamente da $P N$, $P' N'$.

Il funzionamento generale di questa macchina è sostanzialmente lentico a quello delle comuni elettrostatiche a disco; ma vi si notano antaggi e fenomeni particolari.

3. — La teoria suggeriva non solo la posibilità ma anche la conenienza di tale forma: quanto alla possibilità era noto che una machina a disco è riducibile in una a cilindro, e lo prova il fatto che gli chemi delle stesse macchine a dischi si riproducono molto chiaraıente con cilindri secondo il sistema Bertin ormai di uso generale.

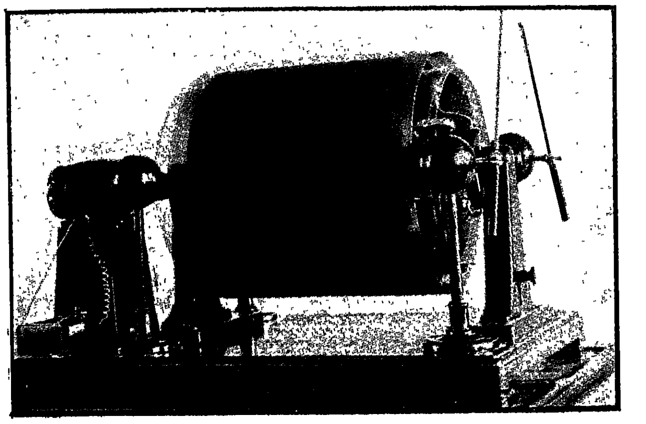


Fig. 3.

La convenienza si desumeva soprattutto dalla possibilità di ottenere, a parità di dimensioni, una superficie utile o superficie di lavoro, più estesa e quindi una intensità di corrente notevoli, pur evitando le complicazioni delle macchine a dischi multipli. In una macchina a dischi comune e con indotti esterni, è difficile determinare con esattezza la superficie di lavoro: approssimativamente è la porzione periferica del disco che passa sotto i pettini o le lamine del collettore. Ma nelle macchine moderne in cui il collettore è ridotto ad un fiocchetto portato verso la periferia (Pidgeon), od addirittura in un incavo della periferia (alcuni modelli Wommelsdorf) tale regola non è più applicabile: in questo caso la superficie di lavoro è sensibilmente aumentata, e si può ritenere superiore alla superficie degli indotti metallici internati nel dielettrico del disco rotante. Messa in cifre è però sempre inferiore a quella del cilindro, nel quale si calcola eguale alla superficie laterale o manto del cilindro stesso.

Ritengo inoltre preferibile la costituzione a cilindri anche dal punto di vista meccanico, nei riguardi delle velocità periferiche consentite; elettricamente poi l'aumento della superficie di lavoro e quella che ne consegue della intensità di corrente, oltre che con l'incremento della lunghezza assiale può conseguirsi utilizzando, come disco, una delle basi del cilindro.

Si poteva credere che gli indotti collocati presso la superficie interna di un indutore periferico fossero in condizioni sfavorevoli. Sappiamo infatti che l'elettricità si porta sulla superficie dei conduttori e che se il conduttore è curvo, la densità elettrica non è uguale sopra le due superfici; massima sulla superficie convessa, è nulla o quasi su quella concava.

Ciò non ostante con opportune disposizioni e per l'effetto capacitativo del collettore e del conduttore diametrale si potè ottenere che l'influenza fosse energica anche verso l'interno, e si ebbe anche la sorpresa di non constatare inversione di corrente nel conduttore diametrale.

L'esame di questi fenomeni particolari richiederebbe una lunga esposizione, ed esulerebbe dai limiti del presente articolo. Di queste macchine furono finora costruiti due soli modelli, ma con indotti esterni (la fig. 3 rappresenta il secondo).

Ho creduto pertanto utile richiamare l'attenzione dei tecnici sulla macchina elettrostatica a cilindro, convinto che se quelle a disco potranno servire per le alte tensioni, questa sola, studiata e perfezionata, potrà risolvere il problema delle forti intensità.

SUNTI E SOMMARI

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

R. H. PARK - W. F. SKEATS — **Tensioni susseguenti alla manovra di interruttori.** (J. A. I. E. E., dicembre 1930, pag. 1017).

Gli AA. hanno studiato, in parte sperimentalmente con rilievi all'oscillografo, e in parte in via analitica, i fenomeni di tensione che si verificano ai morsetti degli interruttori dopo l'apertura in conseguenza di un corto circuito. Come è noto si manifestano delle oscillazioni di tensione il cui massimo può assumere valori relativamente considerevoli e la durata delle quali dipende dalle caratteristiche dei circuiti in cui l'interruttore è inserito.

Si possono distinguere due ordini di fenomeni che gli A. chiachiamano «effetti di bassa frequenza» e «effetti di alta frequenza». I primi sono specialmente dipendenti dal tipo di corto circuito che si manifesta e dalle caratteristiche proprie delle macchine connesse alla linea; i secondi sono in relazione alle capacità delle varie parti del sistema verso terra e da essi dipende la durata del fenomeno oscillatorio e, spesso, anche il valor massimo della tensione raggiunta.

In una accurata analisi gli AA. mettono in evidenza la rispettiva importanza dei diversi elementi che entrano ad influire sull'andamento del fenomeno e riportano anche parecchi oscillagrammi ricavati sperimentalmente e che confermano le considerazioni teoriche esposte. *R. S. N.*

A. VAN GASTEL — **Protezione delle linee aeree contro le terre accidentali, mediante la bobina di estinzione a dissonanza Brown Boveri.** (Revue Brown Boveri, N. 11-12, novembre-dicembre 1930).

La trattazione dell'A. investe il problema generale della protezione delle linee aeree contro le terre accidentali e tratta in modo particolare dell'impiego della bobina a dissonanza.

In una linea la terra può manifestarsi sotto tre aspetti: terra franca, terra con arco e terra intermittente. Ciascuna terra si presenta accompagnata da fenomeni che le sono propri. Nelle linee non protette, la terra franca provoca un aumento di tensione nelle fasi non avariate, una elevazione di potenziale del punto neutro ed una distorsione del sistema formato dalle correnti delle tre fasi.

In alcuni casi si verificano pure delle cadute di tensione nel suolo assai pericolose e la rottura delle linee con forti correnti di terra.

La terra con arco è più pericolosa di quella franca perchè essa dà luogo, oltre alle sovratensioni proprie di quest'ultima, anche ad altre sovratensioni provocate dallo spegnimento dell'arco. Quest'ultimo poi, persistendo, può arrivare a danneggiare anche le fasi sane.

Le terre intermittenti, caratterizzate dal susseguirsi dello spegnimento e del riadescamento dell'arco, danno luogo agli inconvenienti propri della terra con arco accresciuti da sovratensioni, onde a fronte ripida e terre doppie.

Come mezzi protettivi contro gli inconvenienti dovuti alle terre, l'A. segnala l'impiego degli scaricatori e la messa a terra franca, con resistenza oppure induttanza, del neutro.

Gli scaricatori a corna possono essere efficaci al manifestarsi delle sovratensioni ma non sono capaci di prevenire queste ultime. E' poi difficile dimensionarne le resistenze nella giusta misura in modo da favorire al tempo stesso lo spegnimento dell'arco adescatosi e la scarica a terra delle cariche statiche. Con la messa a terra diretta del neutro è possibile evitare, in generale, le sovratensioni nelle fasi sane, è quindi ammissibile, per le reti con neutro connesso direttamente a terra, una limitazione della tensione di prova per gli isolanti della rete. Per questo motivo e per il fatto che nelle reti a tensione molto elevata le terre sono relativamente rare, è consigliabile, secondo l'A. la messa a terra diretta del neutro per reti con tensioni superiori a 110 kV.

Con la messa a terra diretta del neutro, una terra viene a costituire un corto circuito franco: sono quindi necessari dispositivi di protezione contro le sovratensioni nelle tre fasi. L'inconveniente si può evitare mettendo il neutro a terra attraverso ad una resistenza la quale raggiunge il doppio scopo di limitare la corrente di terra nel punto difettoso e di favorire lo spegnimento dell'arco, eventualmente formatosi.

Per compensare nel miglior modo la corrente di terra in corrispondenza del punto difettoso della rete, si collega il neutro a terra attraverso ad una bobina di autoinduzione. Se questa è ben calcolata, la corrente che l'attraversa, in caso di messa a terra, essendo in opposizione di fase con la somma delle correnti capacitive delle due fasi sane, compensa la corrente di terra. Sono quindi evitate le conseguenze dannose di questa.

Praticamente, la compensazione perfetta della corrente di terra non è possibile. L'influenza delle resistenze che entrano in gioco dà origine ad una corrente attiva residua nel punto difettoso che non può essere compensata. E' possibile, tuttavia, ridurre la corrente residua alla componente attiva impiegando una bobina calcolata in modo tale da accordare il circuito oscillante formato da essa e dalle capacità rispetto alla terra delle fasi sane con la frequenza della rete. Questo può essere ottenuto con una bobina a risonanza.

Se l'induttanza della bobina è tale da rendere il circuito oscillante suddetto non accordato con la frequenza della rete la corrente residua avrà ancora due componenti: una attiva ed una reattiva. La bobina sarà a dissonanza.

L'A. dimostra, con una trattazione matematica rigorosa, con diagrammi e con illustrazioni dedotte da alcune prove sperimentali, che l'impiego della bobina a risonanza può, in alcuni casi, mostrarsi inopportuno e che, anzi, con una scelta opportuna delle sue caratteristiche, la bobina a dissonanza offre sempre la protezione migliore. Con essa, in particolare, è possibile ridurre al minimo le sovratensioni al punto neutro dovute all'asimmetria della rete oppure alla induzione di una seconda rete prossima a quella protetta al manifestarsi di una terra accidentale.

L'A. si sofferma sui criteri di calcolo e di costruzione delle bobine a dissonanza e dà alcune indicazioni circa il modo di collegarle alle reti. In un'appendice sono riportati i calcoli matematici coi quali sono dimostrate le formule che hanno servito all'A. per la discussione sull'impiego delle bobine di estinzione come mezzi di protezione.

V. D. Ma.

APPLICAZIONI TERMICHE.

W. H. NAMACK e H. M. HOBART — **La saldatura elettrica e la fonderia d'acciaio.** (Gen. Elec. Rev., dicembre 1930, pag. 674-676).

Lo sviluppo sempre crescente delle applicazioni della saldatura elettrica ha fatto pensare alla possibilità di un pericolo per l'esistenza delle fonderia di acciaio. Ma un attento esame della situazione dimostra invece che l'ausilio della saldatura alla fonderia può migliorare grandemente la qualità del prodotto e diminuirne il costo.

E' noto che il costo del getto completo è in certi casi per le ragioni suddette pari a dieci volte il costo dell'acciaio pronto per la colata. Il progettista deve tener conto di spessori molto maggiori di quelli teorici in dipendenza dei fenomeni di contrazione e di raffreddamento, e, per di più, necessità pratiche di postazione di anime impediscono che gli spessori minimi siano tenuti al di sotto di un certo valore. Queste difficoltà non esistono più invece se i vari pezzi elementari vengono fusi a parte, con le proporzioni e le dimensioni strettamente necessarie, e vengono in seguito saldati insieme l'uno all'altro a costituire il pezzo definitivo, eventualmente con l'ausilio di ferri laminati e profilati, di basso prezzo e di facile produzione.

Gli scarti eventuali dei pezzi elementari portano un danno di piccola entità, ed è possibile nella fusione di essi di ricorrere a quegli accorgimenti che meglio si addicono separatamente, alla forma ed alle dimensioni dei vari pezzi elementari. E' inoltre possibile un trattamento termico diverso dei vari pezzi, prima della loro unione, ed a seconda delle loro funzioni, nel complesso del pezzo in opera. La sbavatura dei pezzi riesce poi più semplice, meno costosa, e ridotte al minimo sono anche le spese di recisione delle materozze. Col procedimento esposto non esistono casse d'anima, e di conseguenza restano eliminate le note difficltà per il loro ancoraggio, inteso ad opporsi al loro galleggiamento nel metallo fuso, durante la colata. La saldatura elettrica all'arco dell'acciaio fuso non presenta alcuna difficoltà, ed è operazione che si può eseguire con pochi mezzi, ed economicamente; la fonderia può facilmente assumersi questo lavoro, senza un aumento sensibile di spese per tecnici dirigenti: cioè la fonderia continua ad essere fonderia.

Nel caso di un nuovo impianto di fonderia, nel progetto non si dovrà tener conto del pezzo completo più grande che si dovrà costruire, ma solo del più grande dei pezzi elementari. In tal modo le spese d'impianto risulteranno minori e minore sarà pure il coefficiente di spese generali. Anche gli impianti di fusione a disposizione potranno essere di dimensioni minori, ma di più sicuro funzionamento, ed il prodotto riuscità di qualità superiore.

C. G. E. (*)

APPLICAZIONI VARIE.

J.-A. BERNARD HORSLEY — **L'elettricità nelle miniere.** (J. I. E. E., Londra, gennaio 1931, pag. 179 a 184, senza fig.).

L'A. riporta una serie di dati statistici che riguardano il consumo di energia elettrica nelle miniere inglesi, relativi all'anno 1929. La potenza elettrica installata nelle miniere di carbone per i servizi esterni è di 615.000 kW e per i servizi interni di 675.000 kW, con un aumento del 70 % sui valori rilevati nel 1919; le miniere servite elettricamente sono 1.456. Nelle miniere metallifere la potenza installata per i servizi interni è di 9.230 kW e per i servizi esterni è di 15.000 kW con un aumento del 60 % rispetto al 1919, le miniere servite sono 94; circa il 37 % della potenza totale è installato nelle miniere di stagno della Cornovaglia e il 16 % nelle miniere di ferro del Cumberland. Nessuna statistica esiste per le cave di pietra, si sa soltanto che le escavatrici meccaniche portano dei motori per un potenza complessiva persino di 300 kW, tale quindi da richiedere l'installazione di un cavo flessibile trifase a 3.300 volt ed anche a 6.600 volt.

La potenza totale installata nelle miniere inglesi è di 1.270.000 kW; il 63,4 % è prodotto con impianti privati annessi alle miniere, il 36,6 % è acquistato da altri impianti esterni. L'estrazione ed il trasporto del minerale nell'interno è fatto fin dove è possibile con apparecchi elettrici; i motori ad aria compressa sono usati solo dove c'è il pericolo di scoppi per la presenza di gas combustibili nei cunicoli. Le lampade elettriche sono molto usate nelle miniere di carbone tanto che il loro numero è di 383.333 mentre quelle a fiamma sono 401.510. Un tipo di lampada elettrica molto comodo è quello studiato per essere fissato al cappello, queste lampade sono distribuite in numero di 12.639. L'alimentazione delle lampade elettriche è in prevalenza affidata a piccole batterie di accumulatori a piombo e solo il 6 % ad accumulatori al ferro-nichel. Le lampade si accendono con 2 o con 4 volt e producono circa 20 lumen.

Le apparecchiature elettriche dei quadri di manovra sono tutte chiuse in cassoni metallici per proteggerle dall'umidità; gli interruttori ed i reostati sono chiusi in custodie metalliche a tenuta, tali da impedire l'uscita delle fiamme qualora durante l'apertura l'arco faccia accendere il gas che si trova racchiuso nel cassone. Il trasporto del materiale è fatto di solito con cavalli; poco usati sono i locomotori ad accumulatori. I cavi per la distribuzione dell'energia elettrica sono isolati in carta impregnata o in gomma, hanno un rivestimento di piombo e un'armatura doppia con un nastro di ferro; lo tensione della rete di distribuzione può essere fra 500 e 6000 volt. La tendenza attuale è di unificare tutte le parti meccaniche di un impianto elettrico in miniera.

I. L.

F. DUMAS — **Strumenti musicali radioelettrici.** (Génie Civil, febbraio 1931, pagg. 137-139, figg. 8).

L'A. chiarisce il principio di funzionamento ed illustra gli schemi dell'apparecchio Theremin e del Martenot, che è un perfezionamento del precedente. Tali apparecchi generano onde a frequenza musicale, costituite dai battimenti che si hanno dalla sovrapposizione di due oscillazioni ad alta frequenza, differenti tra loro di un numero di periodi uguale appunto a quello della nota che si vuole avere. Le due onde ad alta frequenza sono prodotte da due triodi funzionanti come generatori; uno di questi dà una frequenza costante, mentre nell'altro la frequenza può essere modificata agendo su di uno speciale condensatore variabile, inserito in un circuito induttivamente accoppiato al circuito di griglia del triodo oscillatore.

Le oscillazioni a frequenza audibile vengono captate da un terzo triodo, e trasmesse all'altoparlante attraverso altre due valvole amplificatrici. Manovrando un reostato variabile, inserito nel circuito di placca di questi ultimi due triodi, si possono staccare o fondere più o meno i vari suoni, mentre una modificazione nel timbro dell'apparecchio si può ottenere variando la tensione di polarizzazione della griglia della seconda valvola amplificatrice.

S. S.

H. V. CRAWFORD — **Regolazione a peso costante dell'aria soffiata nei forni di fusione.** (Gen. Elec. Rev., dicembre 1930, pag. 682 a 689 con 13 fig.).

Le cariche di coke si devono fare a volume costante misurando di tanto in tanto il peso del coke. Si potrà cominciare con un rapporto di 1 :10 per giungere, a seconda dell'esito, fino ai rapporti di 1 :12 e di 1 :14. Le cariche di ferro devono essere di peso costante per tutto il processo di fusione e devono variare a seconda delle dimensioni del cubilotto.

Il metodo di regolazione dell'aria a peso costante è realizzato nel seguente modo: la ventilazione viene effettuata per mezzo di un ventilatore centrifugo, azionato da motore elettrico a velocità costante. La potenza richiesta dipende esclusivamente dalla portata in peso di aria. Poichè ad ogni valore della potenza assorbita dal ventilatore corrisponde uno ed un solo valore della potenza elettrica assorbita dal motore, un semplice wattmetro opportunamente tarato in kg di aria è sufficiente per indicare la portata in peso. Anzi, dato che nella maggior parte degli impianti la tensione si mantiene abbastanza costante, può essere sufficiente anche un amperometro. Per la regolazione basta inserire sulla mandata del ventilatore una valvola a farfalla, comandata a mano. Si può anche avere colla massima facilità una regolazione automatica. Un amperometro a contatti comanda allora il piccolo servomotore della serranda, mentre un amperometro indicatore, opportunamente tarato, indica ad ogni istante la quantità d'aria; la regolazione dell'amperometro a contatti si fa shuntando mediante un reostato a cursore.

L'A. completa il suo articolo con l'esposizione dei diagrammi ottenuti e delle curve caratteristiche dei motori e dei ventilatori.

C. G. E.

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

D. B. HOSEASON — **Il raffreddamento delle macchine elettriche.** (J. I. E. E., Londra, gennaio 1931, pag. 121 a 143, con 20 fig.).

Il raffreddamento delle macchine rotanti si può ottenere in 3 modi con ventilazione radiale, oppure assiale oppure mista. Se il rotor è di breve larghezza può bastare il raffreddamento delle teste di matassa sporgenti dallo stator a mezzo di pale fissate radialmente alla periferia del rotor come si usava nei primi motori asincroni; è però preferibile portare l'aria di ventilazione anche nella parte centrale della macchina. La ventilazione assiale è molto efficace anche per le macchine di una certa potenza ma obbliga ad aumentare il volume del ferro per far posto ai condotti dell'aria; quando lo spazio disponibile

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

è molto ridotto, come capita nei turbolaternatori di grande potenza, si combinano i due sistemi di ventilazione.

La determinazione della temperatura degli avvolgimenti richiede un esame accurato di tutte le cause di dispersione del calore. Una parte del calore passa direttamente dal rotor allo stator attraverso all'intraferro e l'A. ha potuto determinare sperimentalmente la quantità di calore che può passare attraverso ad 1 m² con un salto di temperatura di 1° C fra la superficie esterna del rotor e la superficie interna dello stator. Questa quantità di calore cresce linearmente con la velocità periferica del rotor; ed es. in una macchina avente un intraferro di 0,6 mm alla velocità periferica di 30 m/sec è stato osservato un passaggio di calore corrispondente a 460 watt per m² di superficie e per 1° C di differenza di temperatura. Quando l'intraferro è piccolo si può ritenere che la dispersione di calore sia indipendente dal suo spessore. La dispersione del calore dagli avvolgimenti d'eccitazione è molto facilitata dalla presenza dei poli sui quali le bobine sono avvolte; a tale riguardo bisogna evitare che si formino delle intercapedini fra il nucleo del polo e la bobina; è buona norma dare ad entrambi una forma conica.

L'aria di ventilazione conviene che si muova con notevole velocità a contatto degli avvolgimenti, però oltre un certo limite il vantaggio cessa perchè la capacità di dispersione dell'isolante è sempre bassa. Se l'aria è animata da moti turbolenti è più difficile che si formino degli strati di aria stagnante a contatto degli avvolgimenti. La presenza di dentatura nel rotor fà aumentare del 35 % la dispersione del calore rispetto al tipo a superficie liscia; alcune curve riportate in questo studio permettono di semplificare il calcolo della dispersione del calore dai poli e dalle teste di matassa.

La quantità di aria che deve attraversare la macchina senza che la sua temperatura si elevi di più di 40° C stà fra 2 e 3 m³ al minuto per ogni kW di potenza perduta; il valore minore si riferisce ad una ventilazione molto attiva ottenuta con un forte salto di pressione fra l'entrata e l'uscita della macchina. La pressione che l'aria deve avere per potere circolare nella macchina con la voluta velocità si calcola in base alle perdite di carico sia per cambiamenti di direzione che per variazioni di sezione dei condotti che l'aria incontra nel suo percorso, a mezzo di formule che variano da caso a caso. Il ventilatore a forza centrifuga viene poi proporzionato tenendo presente che il suo rendimento è del 50 % circa; l'A. propone di aumentare questo rendimento applicando un diffusore fissato allo stator.

I perfezionamenti introdotti nei sistemi di ventilazione hanno permesso di ridurre il peso delle macchine elettriche per kW di potenza utile entro i limiti di 12 e 22 kg mentre 30 anni fà i limiti erano per lo meno eguali al doppio. Una tabella contenente le conducibilità termiche di tutti i materiali che interessano le costruzioni elettriche completa questo studio. *I. L.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

O. Cuzzer — **Le recenti teorie ed esperienze sui dielettrici.** (Riv. Tec. F. I., ottobre 1930, pag. 183-196, 25 fig.).

Si debbono distinguere due diverse forme di perforazione dei dielettrici: la perforazione termica, che ha luogo in quanto in canaletti di minor resistenza, dovuti ad inomogeneità del materiale, si ha una forte densità di corrente, che produce elevazione della temperatura, questa a sua volta determina un'ulteriore diminuzione della resistenza, originando così un fenomeno ricorrente che termina con la distruzione dell'isolante. La perforazione elettrica ha luogo con un meccanismo ancora non ben noto.

Si incontrano notevoli difficoltà nelle esperienze, per potere stabilire un campo omogeneo; con provini piani tra elettrodi piani a bordi arrotondati, si ha la disuniformità dovuta ai bordi stessi, che non viene eliminata nemmeno con l'immergere il provino in un recipiente d'olio; migliori risultati dà l'uso di olio in pressione.

E' diffuso l'impiego di elettrodi sferici applicati in calotte praticate nei provini; questi presentano allora un punto di minor spessore, in cui avviene la perforazione in condizioni di campo note. Ottimi risultati si ottengono da provini in forma di pallone, usando mercurio per gli elettrodi.

Riguardo ai vari fattori che influiscono sulla tensione di perforazione, si nota come ogni isolante presenta un valore della tensione distruttiva invariabile al crescere della temperatura fino ad una temperatura limite, oltre la quale decresce rapidamente. Con la temperatura aumentano pure notevolmente le perdite. Il gradiente distruttivo decresce fortemente con l'aumentare della frequenza.

Quanto al tempo, si è constatato che, sperimentando con tensioni d'impulso di un certo valore, se la rottura non avviene ad una delle prime sollecitazioni, non avviene neppure ripetendole numerose volte; il valore minimo della tensione di perforazione è superiore a quello necessario con tensioni continue od alternative ordinarie. Applicando tensioni di quest'ultimo tipo, si osserva che il gradiente distruttivo decresce aumentando la durata della sollecitazione, in modo non uniforme; prolungando l'esperienza fino a un certo tempo, circa 1'' p. e. per il vetro, non si nota diminuzione, ma oltre un certo limite la tensione distruttiva decresce rapidamente.

La natura degli elettrodi modifica l'influenza del fattore tempo, inquantochè elettrodi che consentono una buona dispersione del calore, si oppongono alla distruzione termica.

L'articolo è chiuso da un'estesa bibliografia. *S. S.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

H. Sequenz — **Calcolo della tensione magnetica di dentatura.** (E. u. M., N. 1, 4 gennaio 1931, pag. 1 a 9 con 10 fig.).

Il lavoro dell'A. ha lo scopo di dare il modo di calcolare, con una formula semplice, la tensione di dentatura. Il calcolo parte dalla formula di Frölich per la curva di magnetizzazione delle lamiere d'indotto e conduce a determinare la forza magneto-motrice per cm di altezza delle scanalature mediante una formula lunga e complessa. Da questa è poi ricavata una formula approssimata.

$$a\ w_2 = K_1 B_0 + K_2 \sqrt{B_0} + K_3$$

dove K_1, K_2, K_3 sono funzioni delle caratteristiche della dentatura.

Per macchine a corrente continua di costruzione normale, la tensione di dentatura viene dedotta semplicemente dalla relazione:

$$a\ w_2 = 43{,}3 \frac{B_0}{1000} - 174$$

L'A. fa rilevare che i valori dedotti dalla formula di Frölich concordano coi valori reali della curva di magnetizzazione quando l'induzione varia da 16.000 a 21.000 Gauss. Anche la formula ricavata da quella di Frölich si presta quindi soltanto quando l'induzione è compresa fra i limiti suddetti. *V. D. Ma.*

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

J. F. Calvert — **Le forze che si esercitano negli avvolgimenti dei turboalternatori.** (J. A. I. E. E., dicembre 1930, pag. 992).

L'A. esamina gli sforzi che si verificano nelle diverse parti dell'avvolgimento nel caso di corti circuiti. Per il calcolo di tali sforzi fa uso di tre metodi diversi che si basano rispettivamente, sui metodo delle immagini, sulla variazione delle concatenazioni di flusso e sul calcolo di $\int H^2 d s$ lungo una superficie nell'aria che circondi il conduttore; di ciascuno di questi metodi è indicato il campo preferibile di impiego.

Le conclusioni dello studio sono le seguenti. Nei conduttori entro i canali si esercitano forze pulsanti con frequenza doppia della normale e che comprimono i conduttori sul fondo del canale nel caso di corto circuito monofase con una intensità che può superare i 120 kg per cm di conduttore; in certi casi di circuiti trifasi si possono verificare forze, rilevanti per quanto inferiori alle precedenti, che tendono a proiettare il conduttore fuori del canale nell'intraferro; le forze che premono il conduttore contro le pareti del canale sono assai più limitate ed esistono soltanto se la saturazione nei due denti adiacenti è sensibilmente diversa.

Per la parte di conduttori compresa nella superficie cònica della testata dell'avvolgimento, nel caso di corto circuito monofase le forze che si verificano tendono a comprimere fra loro in un solo strato conico i conduttori; queste forze sono massime sul lato interno della bobina in vicinanza al gomito più vicino alla carcassa, e sono sufficienti a storcere gli avvolgimenti se non si dispongono blocchi di amaraggio o simili dispositivi.

Sul tratto rettilineo di conduttori che sporgono dai canali si esercitano pure forze in senso radiale e in senso tangenziale che richiedono la presenza di amarraggi se il tratto di conduttori è lungo. Sugli anelli di connessione delle testate di fase coi morsetti di macchina le forze sono relativamente limitate, tuttavia particolare attenzione va portata all'attacco dell'anello colla estremità delle bobine. L'A. discute anche le forze che si esercitano sull'insieme di un avvolgimento di fase nelle testate coniche dell'avvolgimento e descrive alcuni accorgimenti costruttivi per utilizzarle agli effetti della stabilità degli avvolgimenti. *R. S. N.*

M. C. Olson — **Grandi generatori idroelettrici.** (J. A. I. E. E., dic. 1930, pag. 979).

La massima potenza unitaria raggiunta dagli alternatori per accoppiamento a turbine idrauliche, è per le unità ad asse orizzontale, quello di 55.000 kVA degli alternatori a 360 giri in costruzione per la Sao Paulo Tramway Light Power Co.; e per le unità ad asse verticale si arriva invece a 77.500 kVA cogli alternatori in costruzione per la centrale del Dnieper in Russia. L'introduzione dei metodi di costruzione con lamiere e profilati tranciati e saldati, ha permesso di raggiungere costruzioni più resistenti, più leggere, più facilmente adattabili alle speciali esigenze di installazione o di ventilazione. Una delle maggiori unità finora costruite con tale sistema è un alternatore da 33.000 kVA, 6600 V, a 125 giri; la macchina non ha quasi nessuna parte ottenuta di fusione. Alcuni esempi di particolarità costruttive di grandi macchine sono riportati e descritti dall'A.

Gli alternatori del Dnieper attualmente in costruzione saranno i più grandi del mondo essendo da 77.500 kVA, a 13.800 V, 50 periodi, $\cos \varphi = 0{,}80$, 88,25 giri al minuto. Sono in costruzione cinque unità ma l'impianto completo ne conterrà 9 accoppiate a turbine idrauliche da 60.000 kW; l'impianto, che si prevede completato pel 1934, avrà quindi una potenza installata di circa 540.000 kW; il salto medio è di circa 35 metri. Le principali dimensioni di questi alternatori sono le seguenti: diametro esterno m 12,40; altezza massima dalla base dello statore alla sommità della macchina m 7,90; altezza dal giunto alla sommità m 12,40; peso del rotor 400 tonnellate; peso totale 780 tonnellate.

Circa le prospettive pel futuro l'A. non vede ragione che non si debbano costruire alternatori da 150.000 kVA, a 150 giri o meno; per le tensioni è possibile arrivare a 24.000 V sebbene l'adozione di tensioni di generazione così elevate non sembri probabile. Uno sviluppo interessante previsto è quello di alternatori a numero di poli variabili per renderli atti a funzionare a diverse velocità senza variare la frequenza e la tensione, come sarebbe utile in impianti in cui le condizioni idriche subiscano grandi variazioni. *R. S. N.*

IDRAULICA.

A. F. Gorton — **La previsione delle precipitazioni atmosferiche stagionali in California.** (J. A. I. E. E., dicembre 1930, pag. 996).

La previsione delle precipitazioni atmosferiche ha evidentemente una grandissima importanza sia per l'industria elettrica che per la agricoltura e i progetti di irrigazione. Lo studio, esposto dall'A. per quanto di diretto interesse locale, acquista tuttavia importanza generale come esposizione di metodo applicabile anche altrove e come esempio di deduzione logica da indici molteplici.

L'esame di un ingente materiale statistico ha messo in evidenza la presenza di cicli brevi di 2 a 3 anni, o di 5 a 6 anni secondo la località, e di cicli di 20 a 26 anni sovrapposti ad altri più lunghi, di 50 o 60 anni. Secondo l'A. si può arrivare così a predire l'andamento meteorologico per un anno e per una stagione, dall'esame dei dati statistici (comprese le temperature del mare) relativi a una grande area durante un precedente periodo di 4 o 6 mesi. Facendo uso di diversi indici meteorologici si può arrivare a dare alle previsioni un ragionevole grado di probabilità. *R. S. N.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Comitato Tecnico della Illuminating Engineering Society Britannica — **Classificazione degli apparecchi d'illuminazione.** (The Journal of Good Lighting, novembre 1930, pagg. 260-261-265).

Il Comitato Tecnico della Illuminating Engineering Society ha elaborato — fra l'altro — una duplice classificazione degli apparecchi d'illuminazione.

Una prima classificazione è basata sul diverso modo con cui un apparecchio può modificare il solido fotometrico proprio alla sorgente luminosa; in base a tale concetto sono distinte cinque classi d'illuminazione:

a) diretta; *b*) semidiretta; *c*) generale; *d*) semindiretta; *e*) indiretta.

La *a*) e la *e*) si hanno nel caso in cui non meno del 90 % del flusso totale è diretto, rispettivamente, nell'emisfero inferiore e superiore.

La classe *c*) si verifica allorquando il flusso diretto in uno dei due emisferi non sia maggiore del 60 % o minore del 40 % del flusso totale. Le classi *b*) e *d*) sono intermedie.

Una seconda classificazione è basata sulla forma della curva fotometrica a cui dà origine l'apparecchio, precisamente sul valore che può assumere il « *coefficiente di forma* ».

Il « coefficiente di forma » è un nuovo termine in illuminotecnica; esso viene definito come il valore del rapporto fra larghezza ed altezza del rettangolo circoscritto alla curva fotometrica, nell'emisfero contenente la maggior quantità di flusso. E' evidente però che in base a tale concetto si sono potuti classificare solo gli apparecchi che offrono curve fotometriche simmetriche, come segue:

Classe	Denominazione	Valori limiti del « Coefficiente di forma »
I	Extra stretta	$0 \div 0,18$
II	Stretta	$0,18 \div 0,8$
III	Intermedia	$0,8 \div 1,4$
IV	Larga	$1,4 \div 3$
V	Extra larga	oltre 3

G. Co.

J. Wetzel — **Utilità economica e pratica degli apparecchi d'illuminazione.** (Lux, settembre 1930, pag. 118).

In base a considerazioni pratiche l'A. comincia a mettere in evidenza la necessità degli apparecchi d'illuminazione, in quanto essi permettono la realizzazione della curva fotometrica necessaria per ottenere l'illuminazione desiderata e perchè assicurano una buona diffusione della luce emessa dalle lampade, sopprimendo così l'abbagliamento.

In riguardo alla questione economica, è evidente che mentre una lampada nuda emette il flusso in direzioni dipendenti unicamente dalle sue caratteristiche costruttive, un apparecchio — pur assorbendo una certa percentuale del flusso emesso dalla lampada — consente che ne venga diretto sul piano utile una quantità maggiore. Fatto il bilancio fra i due casi l'A. — nell'ipotesi che si voglia ottenere la stessa illuminazione sul piano utile — risale ad alcune formule che permettono di calcolare l'economia realizzata dotando una lampada di un apparecchio d'illuminazione nonchè il periodo di tempo dopo il quale la somma di queste economie compensa il prezzo d'acquisto dell'apparecchio medesimo.

Infine, bisogna che l'apparecchio risponda ad alcuni requisiti che consentano una soluzione soddisfacente sia della quantità che della qualità dell'illuminazione con esso ottenuta. Nel giudicare della bontà di un apparecchio bisogna quindi por mente ai seguenti quattro punti:

1) Coefficiente di utilizzazione dell'apparecchio (dipende e dall'apparecchio e dall'ambiente in cui deve essere installato);

2) Diffusione della luce emergente dall'apparecchio (evita il fenomeno dell'abbagliamento);

3) Illuminazione realizzata dall'apparechio (si deduce dall'esame della sua curva fotometrica);

4) Diffusione della luce sulla superficie illuminata (elimina le ombre dure). *G. Co.*

E. R. A. — **Il comportamento dei portalampade con isolante stampato.** (J. I. E. E., Londra, gennaio 1931, pag. 164 a 169, senza fig.).

Una serie di portalampade con attacco a baionetta montati secondo gli schemi soliti e provvisti di lampade ad incandescenza di potenza compresa fra 100 e 150 watt, sono stati sottoposti ad una prova continua di 1.000 ore, allo scopo di rilevare l'aumento di temperatura che si produceva nell'isolante e la variazione eventuale della resistenza di isolamento. La massima temperatura indicata da termocoppie è stata di 85° C e il minimo di isolamento di 200 megaohm verificatosi poche ore dopo l'inizio della prova.

I portalampade sono stati sottoposti a delle prove di corto circuito ripetute 5 volte con corrente fino a 1.000 ampere della durata di 1/2 secondo; i risultati sono sempre stati soddisfacenti nel senso che i portalampade non ne ebbero alcun danno. Queste prove riproducono il caso che durante il montaggio del portalampade qualche filo della treccia di rame rimanga distaccato e faccia ponte fra i due fili di linea; l'interruzione della corrente era affidata ad un ordinario fusibile per 10 ampere. Prove più conclusive sono state fatte disponendo il fusibile nell'interno del portalampade, da esse risulterebbe l'opportunità di far sporgere il più possibile i contatti verso l'interno o di prevedere attorno uno spazio d'aria in modo da levare l'isolante dal contatto diretto del metallo fuso. La rigidità dielettrica è stata misurata applicando una tensione gradualmente crescente prima fra i due contatti e poi fra un contatto e l'armatura alla temperatura di 100° C; il portalampade veniva sottoposto ad una prova di 2.000 volt per 1 minuto. Le tensioni di scarica risultarono comprese fra 3.100 e 5.750 V. I portalampade esposti ad una fiamma dimostrarono di resistere bene al fuoco nel senso che appena la fiamma veniva allontanata la combustione cessava: il materiale che compone l'isolante è di solito un miscuglio di resine sintetiche. *I. L.*

A. H. Taylor — **La misura delle radiazioni biologicamente attive.** (The Magazine of Light, dicembre 1930, pag. 40).

Un'installazione di luce a scopo di visione si può apprezzare in funzione dell'illuminazione ottenuta, della mancanza di abbagliamento, ecc. Nel nuovo campo di installazione luce per scopi igienici è generalmente considerato come indice di misura l'efficacia a produrre eritemi (arrossamento della pelle) delle diverse sorgenti di radiazioni ultraviolette. Esperienze al riguardo sono state fatte, determinando anche con metodi fisici e chimici, le radiazioni presenti nell'ultravioletto.

L'A. ha usato allo scopo un particolare tipo di vetro fluorescente prodotto dalla Corning Glass Works. Quando questo vetro è esposto alle radiazioni ultraviolette presenta una fluorescenza bleu che si può rendere più marcata qualora s'interponga un filtro (vetro speciale di color rosso-porpora che presenta un alto potere trasmittente per l'ultravioletto) che trattenga la porzione di radiazioni visibili dello spettro.

Si sono così potute determinare con esattezza le sensibilità relative (produzione di fluorescenza per unità di energia) in corrispondenza alle diverse lunghezze d'onda, come qui esposto:

λ (Å)	Sensibilità relativa (%)
2399	49,8
2482	57,5
2654	68,6
2700	72,3
2804	84,4
2896	100,—
2925	99,8
2967	96,6
3024	81,7
3132	59,2
3342	17,7
3663	1,5

Il particolare tipo di vetro fluorescente è stato inoltre adoperato, con risultati soddisfacenti, ai seguenti scopi:

Come semplice rivelatore di radiazioni ultraviolette; come comparatore di due diverse sorgenti; per determinare il rapporto fra radiazioni ultraviolette e radiazioni visibili di una particolare sorgente luminosa; come accessorio dell'illuminometro di Macbeth per la misura rigorosa delle radiazioni ultraviolette; in combinazione con una cella fotoelettrica per la misura della luce fluorescente.

Le misure relative alla lampada S-1, hanno dato i seguenti risultati:

Tensione alla lampada	105 V	115 V	125 V
Efficacia eritemica relativa	58	100	146
Letture relative di fluorescenza	58	100	159

G. Co.

S. Maisel e A. Gerschun — **Proposte per la definizione fisica delle grandezze fotometriche e per un nuovo sistema di unità.** (Licht und Lampe, 23 gennaio 1930, pag. 84).

Tutte le definizioni esistenti della grandezza fotometrica fondamentale — flusso luminoso — si basano su alcuni effetti psico-fisiologici a cui danno luogo le radiazioni luminose. Queste definizioni le imprimono un carattere speciale che si riverbera sulla definizione delle grandezze derivate e — segnatamente — sulle unità di misura fotometriche.

Gli AA. riferiscono le considerazioni d'ordine scientifico che hanno indotto il Laboratorio Fotometrico dell'Istituto Statale di Ottica di Leningrado a proporre un nuovo sistema di unità fotometriche.

Tale sistema si basa sul concetto di esprimere la misura del flusso luminoso in base all'unità elettrica di potenza, in luogo del lumen. Precisamente, si propone che si prenda come unità di flusso luminoso: un centiwatt = 1 cW = 0,01 watt = 6,2 lumen e, di conseguenza, le altre unità verrebbero espresse come appresso:

$$\text{Unità d'illuminazione} = \frac{1\ \text{cW}}{\text{m}^2} = 6{,}2\ \text{lux}.$$

$$\text{Unità d'intensità luminosa} = \frac{1\ \text{cW}}{\text{ang. solid. unit.}} = 6{,}2\ \text{cand. internazionali.}$$

$$\text{Unità di splendore} = \frac{1\ \text{cW}}{\text{ang. solid. unit. x cm}^2} = 6{,}2\ \text{cand. int/cm}^2.$$

G. Co.

M. Cohu — **Influenza della smerigliatura sul rendimento degli apparecchi di vetro opalino.** (Lux, settembre 1930, pag. 123).

In seguito ad alcune esperienze eseguite su sfere di vetro opalino, l'A. ha potuto stabilire che la smerigliatura interna ed esterna consente un aspetto più gradevole dell'apparecchio ma a spese del rendimento. I risultati delle dette esperienze indicano che è da sconsigliare la smerigliatura simultanea da entrambe le parti interna ed esterna dell'apparecchio. Se la smerigliatura è eseguita internamente, il rendimento dell'apparecchio è più basso di quando la smerigliatura è eseguita esternamente: di questo risultato — contrario a quello che si verifica per le sfere di vetro chiaro — una spiegazione è data dall'A. *G. Co.*

IMPIANTI.

J. Mathivet — **I progetti di elettrificazione generale della Germania della Svizzera e dell'Italia.** (Génie Civil, 24 gennaio 1931, p. 85-88, figg. 3).

L'articolo illustra specialmente le linee ad alta tensione esistenti nei tre Stati. E' messo in luce il notevole sviluppo raggiunto in Germania dalle linee a 220.000 volt; per la Svizzera si pone in rilievo l'esistenza di una notevole rete a 16 e 2/3 periodi per la trazione ferroviaria, accanto alla rete industriale a 50 periodi. Si accenna anche al progetto di linee a 400.000 volt, che dovrebbero dalla Svezia giungere fino all'Italia attraverso la Germania.

Inoltre sono esposti dati sulle potenze installate, sui consumi di energia e notizie generali sulle caratteristiche degli impianti nei tre Paesi. *S. S.*

A. Kraft — **Le Centrali di Wäggital in Isvizzera.** (E. T. Z., N. 45 del 6 novembre 1930, pag. 1553).

Questo impianto utilizza le acque della Valle di Wäggi che sbocca nel lago di Zurigo (Cantone di Schvyz). Furono costruite due centrali, una superiore a Rempen con una potenza installata di 65.000 kW di turbine e di 15.000 kW di pompe e una inferiore a Siebnen con 52.000 kW di turbine.

La centrale superiore è provvista, come si è detto, anche di pompe, che di notte innalzano acqua in un laghetto artificiale usufruendo di energia che altrimenti andrebbe perduta. Questo impianto è in funzione dal 1926: la produzione annuale è stata in media di 125 milioni di kWh; dalle pompe sono stati assorbiti all'anno 38 milioni di kWh di energia. *T. S.*

W. J. Sims, C. G. Axell — **Apparecchiatura all'aperto nella cabina Northwest della Commonwealth Ed. Co. di Chicago.** (J. A. I. E. E., novembre 1930, pag. 897).

La cabina, di tipo all'aperto, è equipaggiata per il servizio a tre tensioni diverse: 132, 66 e 2 kV; ad essa si collega la prima linea posata in cavi a 132.000 V. Per la parte a 132 kV, in base alle previste condizioni di possibili corti circuiti si sono proporzionati gli interruttori per tensione di 154 kV e capacità di rottura di 1.500.000 kVA; essi sono costituiti da tre elementi monopolari da 600 A, a comando elettrico o meccanico; i tre elementi di ogni interruttore trifasi sono collegati soltanto elettricamente; sono disposti coltelli di messa terra delle singole fasi, comandati elettricamente.

La cabina a 66 kV è in traliccio di ferro, a fasi separate che si svolgono parallelamente l'una all'altra su incastellature indipendenti e separate su tutta la lunghezza da schermi metallici messi a terra per prevenire il pericolo di scariche fra fasi contigue. Per ciascuna fase è disposta una incastellatura a portale, centrale, che regge una sbarra principale ed una di riserva, sotto alle quali sono installati gli interruttori; parallelamente alla incastellatura principale, ma indipendenti da essa, corrono, per ogni fase, due incastellature minori che portano gli arrivi e le partenze rispettivamente dei cavi e delle linee e i relativi riduttori di tensione, coltelli, ecc.

Nella parte 12 kV è specialmente notevole la installazione eseguita con elementi di tipo blindato a riempimento d'olio e sempre sullo schema a fasi separate. La struttura portante è costituita da pareti e tramezze in calcestruzzo. Gli interruttori sono proporzionati per 900 mila kVA a 12 kV. Un sistema di blocco collega i diversi elementi impedendo false manovre. Speciali dispositivi sono predisposti per assicurare il rifornimento e il ricambio dell'olio.

Gli AA. ritengono che vi sia poca differenza nel costo di installazione di una cabina a 12 kV a seconda che essa sia del tipo coperto o all'aperto. *R. S. N.*

MATERIALI.

A. R. Kemp — **La paragutta, un nuovo materiale isolante per cavi sottomarini.** (The Bell System Technical Journal, gennaio 1931, Vol. X, N. 1, pagg. 132-148).

Per l'impiego nella telegrafia sottomarina gli isolamenti dei cavi in guttaperca e balata avevano fornito risultati soddisfacenti; ma le nuove esigenze manifestatesi con la telefonia, e particolarmente il bisogno di una superiore qualità di trasmissione, hanno reso necessario un notevole perfezionamento negli isolanti, sopratutto dal punto di vista delle perdite di energia, che in essi hanno luogo alle frequenze più alte fra quelle usate nella trasmissione della voce.

Ricerche sistematiche sulle materie già impiegate per scopi analoghi hanno permesso di giungere alla preparazione della nuova sostanza. I suoi principali componenti sono gomma deproteinizzata e idrocarburi purificati della gutta; speciali cere possono aggiungersi per modificare le proprietà meccaniche e ridurre il costo. Quantunque passibili di variare entro vasti limiti, le proporzioni dei componenti sono in genere uguali per la gomma e la gutta, mentre l'aggiunta di cera può arrivare fino al 40 % circa. Naturalmente la composizione influisce sulle proprietà della sostanza, la quale, se non si differenzia molto, nel comportamento meccanico e nella stabilità elettrica in acqua, dalla guttaperca, la supera nettamente nelle caratteristiche elettriche specifiche. Sono interessanti i seguenti dati comparativi, riferiti alle condizioni del fondo del mare (2° C, 400 atm.), e rilevati con corrente alternata di 2000 periodi a secondo:

— potere induttore specifico: guttaperca da cavi 3,3; paragutta 2,6;

— conduttività effettiva (in 10^{-12} mho per cm): guttaperca da cavi 90; paragutta 3. *P. Lo.*

MISURE.

P. Mac Gahan — **La misura delle correnti pulsanti.** (The El. J., ottobre 1930, pag. 596).

Gli amperometri costruiti secondo il principio del galvanometro d'Arsonval sono adatti per misurare una corrente continua e se vengono inseriti in un circuito percorso da una corrente pulsante misurano il valore medio di questa (l'inerzia dell'equipaggio mobile impedisce all'indice di seguire le variazioni della corrente). Gli amperometri elettrodinamici, quelli a ferro mobile e quelli termici misurano invece il valore efficace di una corrente elettrica variabile; l'indicazione data da uno di questi strumenti è maggiore di quella data dal tipo precedente, infatti il valore efficace di una grandezza variabile è sempre maggiore del valore medio e il rapporto diventa uguale all'unità soltanto quando la grandezza diventa costante.

Se la corrente pulsante serve per alimentare una batteria di accumulatori o per un impianto elettrochimico, interessa di conoscere la quantità di elettricità che attraversa il bagno e perciò si eseguirà la misura della corrente con un amperometro per c. c. Se invece si vuole studiare l'effetto termico prodotto da una corrente variabile si dovrà misurarne l'intensità con un ampermetro per c. a.; se il circuito è costituito da una resistenza pura si potrà dedurre la potenza consumata per effetto Joule misurando la caduta di tensione e la corrente perchè queste due grandezze sono necessariamente in fase. Se il circuito contenesse anche induttanza e capacità allora la misura della potenza reale può essere fatta soltanto con un wattmetro elettrodinamico. Risulta pertanto che la definizione dell'ampere basato sulla legge di Faraday è alquanto ambigua quando si passa dalle correnti continue a quelle variabili. *I. L.*

J. C. Steinberg — **La misura dei suoni.** (Elec. Eng., gennaio 1931, p. 42).

La lotta contro i rumori è di attualità in tutti i grandi centri e specialmente in America. Recenti rilievi eseguiti a New York, sia nel quartiere degli affari che in zone di case di abitazione hanno dimostrato che l'intensità media dei rumori durante un periodo di 15 minuti rimaneva presso a poco costante per l'intera giornata di 24 ore. Si sono fatte a questo proposito interessanti serie di misure rilevando le intensità dei rumori espresse in decibell. Come è noto il decibell misura la più piccola differenza di intensità fra due suoni, che riesce percettibile all'orechio; la misura della differenza di intensità di due

suoni espressa in decibell è eguale a 10 volte il logaritmo del rapporto delle due intensità.

Uno dei metodi di misura dei rumori, quello audiometrico, si basa sul fatto che i rumori impediscono di sentire («mascherano») altri suoni; l'aumento di intensità che occorre dare ad un suono perchè riesca udibile anche in presenza di un certo rumore, espresso in decibell, è funzione dello spettro di frequenze del rumore stesso. Si tracciano così dei diagrammi audiometrici, di cui quello di fig. 1, è

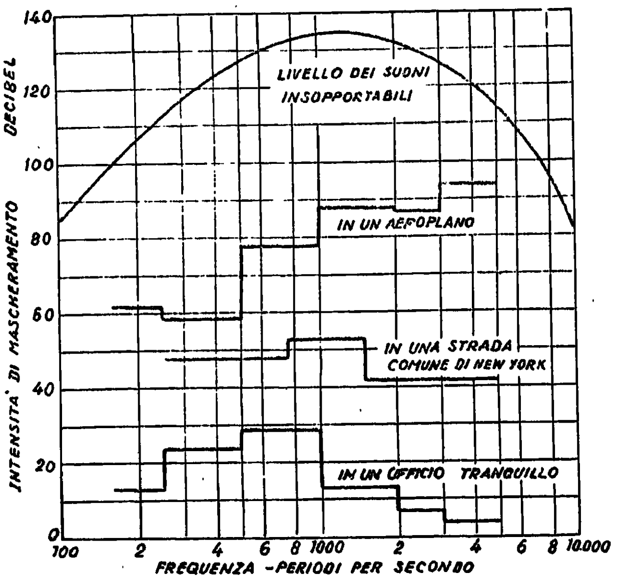


Fig. 1.

un esempio; un suono per essere udibile deve avere una intensità che stia nel campo superiore alla rispettiva spezzata dal diagramma. Come si vede dal diagramma in figura, la voce umana normale a 1 metro di distanza (intensità fra 60 e 70 decibell) riesce appena udibile in una strada di New York, ed è completamente inaudibile in aeroplano. L'area compresa sotto ciascuna spezzata rappresenta la perdita di intensità utile dei suoni per l'effetto dei rumori.

Le misure possono essere fatte con audiometri ad osservazione diretta coll'orecchio e facendo uso di suoni a intensità regolabile; si possono anche usare metodi elettrici indiretti nei quali l'energia sonora dei rumori, attraverso un microfono e un dispositivo amplificatore e raddrizzatore, è misurata come intensità di corrente continua con apparecchi che possono anche essere graduati direttamente in decibell; di solito vi è un dispositivo per tener conto del «peso» rispettivo delle diverse frequenze presenti nel rumore in modo che la sensibilità dell istrumento si approssimi a quella dell'orecchio umano. Le misure coi metodi elettrici riescono naturalmente più obbiettive e più rapide.

R. S. N.

C. V. DRYSDALE — **Gli strumenti di misura elettrici esclusi i tipi ad integrazione.** (J. I. E. E., Londra, gennaio 1931, pag. 170 a 178, senza fig.).

L'acciaio al cobalto (35 % di Co) entra nella costruzione di molti strumenti di misura a bobina mobile; con questo acciaio si fanno delle calamite permanenti di dimensioni molto ridotte ed aventi un'induzione residua nell'intraferro di 2.000 gauss. Le correnti alternate si misurano con strumenti termici a coppia termoelettrica (fino a valori della frequenza di 100 milioni di periodi al secondo) oppure a mezzo di un raddrizzatore ad ossido di rame. Quest'ultimo metodo è preferibile al precedente perchè il consumo è minore e perchè la caratteristica è rettilinea; gli elementi raddrizzati della c. a. sono disposti secondo i lati di un ponte di Wheatstone in modo da non interrompere la corrente e da utilizzare entrambe le semionde per la misura. Gli strumenti a ferro mobile sono stati perfezionati sostituendo il ferro con una lega di ferro-nichel (mumetal), il consumo diventa minore e la scala guadagna in ampiezza. I frequenziometri ad induzione si costruiscono a scala ampia o ristretta a pochi periodi, proporzionando opportunamente il circuito interno; l'errore dello strumento raggiunge l'1 % quando le variazioni della tensione applicata raggiungono il ± 30 % del valore nominale. Un frequenziometro di grande precisione è stato ottenuto controllando con un pendolo, la velocità di un motore sincrono alimentato dalla c. a. in esame; l'errore nella misura della frequenza non supera il 0,005 %.

I trasformatori di corrente si costruiscono a preferenza col nucleo di mumetal; l'errore di rapporto non supera il 0,01%. Di recente costruzione è un trasformatore per la misura diretta di una differenza di potenziale alternativa di valvole compresa fra 15 mV e 2 volt a mezzo di un voltmetro elettrostatico per 100 volt. Sempre più diffusi sono i sistemi per la trasmissione a distanza delle segnalazioni relative al movimento di determinati organi delle macchine: valvole, paratoie, ecc. La sospensione a perni si estende anche ai galvanometri, talvolta con sistemi di sostentamento magnetico della bobina. Il massimo di sensibilità raggiunto nei galvanometri è di 32.000 divisioni sulla scala ad 1 m. di distanza per 1 μ A nella bobina mobile e 1.220 divisioni per 1 μ volt applicato ai morsetti della medesima.

La taratura dei potenziometri a c. a. si ottiene ora con un dispositivo ingegnoso che sostituisce il milliamperometro elettrodinamico poco conveniente sia come costo che come consumo. In serie col circuito del potenziometro si mette una resistenza che scalda una pinza termoelettrica ed una resistenza tarata; la d.d.p. in questa e la f.e.m. della pinza sono messe in opposizione attraverso ad un galvanometro che deve segnare zero quando il potenziometro è in equilibrio con c. c. Si alimenta il potenziometro con c. a. e si separa la resistenza tarata dal circuito, alimentandola con c. c. di intensità nota; basta allora regolare la c. a. in modo da riportare il galvanometro a zero. Altri tipi di potenziometri di precisione più modesta sono stati studiati per essere adoperati con c. a. ad alta frequenza.

Di speciale interesse sono le recenti applicazioni delle celle fotoelettriche; le celle al potassio sono sensibili alla luce azzurra ed ultravioletta, le celle al cesio steso su un supporto d'argento sono più sensibili al rosso ed all'infrarosso, come pure quelle all'ossido di sodio. E' stato studiato un tipo di cella all'ossido di bario che, fornito di uno schermo giallo, acquista una sensibilità paragonabile a quella dell'occhio umano.

I. L.

O. CUZZER e M. ALTIERI — **Metodi assoluti seguiti per la taratura dei trasformatori di misura.** (Riv. Tec. F. I., dicembre 1930, pag. 312-317, 3 fig.).

Secondo il metodo del ponte di Schering e Alberti, per procedere alla taratura di un riduttore di corrente, si confrontano le cadute di tensione prodotte in due resistenze non induttive dalle correnti primaria e secondaria, mettendole in opposizione su di un galvanometro a vibrazione attraverso due circuiti potenziometrici.

Per raggiungere l'equilibrio del galvanometro, è necessario, oltrechè regolare le resistenze dei due circuiti in modo da ottenere l'identità dei valori delle tensioni agenti sul galvanometro, manovrare anche un condensatore variabile derivato agli estremi di un tratto del circuito potenziometrico primario, in modo da ottenere concordanza delle fasi delle due tensioni.

Per la taratura dei riduttori di tensione si alimentano senz'altro i due circuiti potenziometrici con la tensione secondaria ed una frazione della primaria. Fino ad un certo valore di quest'ultima è possibile ottenerne la frazione da confrontarsi con la secondaria mediante un divisore di tensione reostatico; al di là è necessario ricorrere a divisori costituiti da condensatori in serie.

S. S.

D. F. MINER — **Un impianto per la prova degli interruttori.** (The El. J., novembre 1930, pag. 625 a 630 con 18 fig.).

La prova degli interruttori nelle reali condizioni di funzionamento è stata recentemente realizzata con l'installazione di alternatori di grande potenza specialmente studiati per sopportare i corti circuiti ripetuti e per sviluppare per brevi periodi una potenza decupla di quella normale. L'impianto generatore è composto di due alternatori da 20.000 kVA e di uno da 60.000; la potenza massima realizzabile con tutti gli alternatori in parallelo su un circuito trifase è di 1.000.000 di kVA, la tensione può essere variata da 13,2 a 220 kV con l'inserzione di trasformatori. Singolarmente gli alternatori possono servire per la prova contemporanea di diversi interruttori da 2,5 a 13,2 kV.

Lo stator dell'alternatore da 60.000 kVA è sostenuto da robuste molle che gli permettono una leggera rotazione ed assorbono elasticamente la reazione dinamica che si produce durante un corto circuito. Il funzionamento dell'impianto è controllato a distanza così da rendere superflua la presenza del personale in vicinanza delle macchine; una speciale protezione automatica è stata fatta nel caso che durante l'esercizio, si producano dei guasti alla lubrificazione. L'arresto rapido del rotor (del peso di 275 tonn.) si ottiene con un sistema di frenatura dinamica (con c. c.) applicato al motore che fa ruotare il generatore; il rotor può così essere fermato in 8 minuti mentre da solo si fermerebbe in due ore. La velocità normale del rotor è di 514 giri/1'. In vari punti dell'impianto sono sistemati dei relais a cella fotoelettrica per il caso che si producano degli archi elettrici locali. L'entrata del personale nella sala degli alternatori è impedita da sistemi di blocco durante il funzionamento del macchinario.

Le misure delle grandezze elettriche che entrano in gioco sono registrate su film fotografici mediante oscillografi; i fenomeni meccanici, come il movimento reciproco dei vari organi, la pressione negli interruttori, ecc., sono trasformati in correnti elettriche di intensità proporzionale e poi fissati sullo stesso film. E' stato predisposto anche un impianto di purificazione dell'olio della capacità di 60 m³ collegato direttamente con le diverse celle; l'olio negli interruttori può così essere cambiato subito dopo che il collaudo è terminato.

I. L.

Il problema delle misure dei rumori prodotti dalle macchine. (Rivista Marelli, gennaio 1931, anno VIII, N. 1, pagg. 3-11).

Le ricerche che hanno lo scopo di studiare l'origine di questi rumori, per diminuirli od eliminarli, e permettere di fornire garanzie sulla silenziosità del macchinario, sono indirizzate: a valutare in cifre la «rumorosità»; ad analizzare la composizione dei rumori; a utilizzare i risultati per la costruzione delle macchine.

L'articolo, dopo aver passato in rapida rassegna alcune conclusioni degli studi recenti nel campo della fisica dei suoni e della fisiologia dell'udito (vedi, per esempio, questo giornale, 1927, pagg. 733-758: U. BORDONI: *Sulla struttura dei suoni e la loro percezione*), accenna alla misura della intensità della sensazione, fatta con metodi di paragone; mette quindi in rilievo la difficoltà di giungere a valutare

un rumore in modo obbiettivo, analogo a quello che si cerca di realizzare in ottica con la fotometria fotoelettrica.

Quanto all'analisi della composizione del rumore, l'uso di un microfono e di circuiti amplificatori a triodi consente di trasformare l'energia sonora in energia elettrica atta ad essere registrata per mezzo di un oscillografo, oppure immessa in un analizzatore. Col primo sistema occorre ancora, per discriminare gli elementi del rumore, eseguire l'analisi grafica dell'oscillogramma; ciò introduce cause di incertezza e spesso dà luogo a non facili interpretazioni. Col secondo sistema invece — e ne esistono soluzioni numerose ed eleganti — si possono ottenere in tempo brevissimo i dati qualitativi e quantitativi utili a determinare la composizione cercata. La conoscenza di questa è la chiave per risolvere i problemi della terza categoria, cioè trovare il collegamento dei rumori con le loro cause specifiche, e procurarne quindi l'eliminazione, modificando in maniera acconcia qualche particolare costruttivo della macchina studiata.

Come degna di nota viene infine rilevata l'importanza che in questo campo assumerebbe la possibilità di una misura integrale dell'energia sonora emessa da una sorgente, così come si pratica, per esempio, nella fotometria, per il flusso luminoso totale di una lampada. Non sembra che il problema sia stato ancora affrontato e risolto soddisfacentemente pel caso, che qui interessa, di una macchina. *P. Lo.*

A. H. M. Arnold — **Un trasformatore di tensione per la misura di piccole cadute di tensione.** (J. I. E. E., Londra, gennaio 1931, pag. 156 a 163, con 8 fig.).

L'impiego dei voltmetri elettrostatici a consumo nullo è limitato alla misura di tensioni maggiori di 10 volt quando si pretenda dalla lettura un'approssimazione del 0,1 % ; si può però alimentare il voltmetro attraverso ad un trasformatore elevatore a piccolo consumo. L'A. ha studiato per questo scopo un trasformatore col nucleo di mumetal laminato e senza saldature col quale si misura una caduta di tensione di soli 0,015 V con sufficiente approssimazione. Con questo dispositivo è possibile misurare una corrente alternata di intensità fino a 2.000 ampere disponendo di una serie shunt in aria o in acqua tali da dare una caduta di tensione di 2 volt, oppure dei riduttori di corrente; in questo caso la corrente secondaria di 5 ampere si fà circolare in una resistenza tarata di 0,4 ohm e si misura la caduta di tensione così prodotta elevandola all'ordine di 100 V col trasformatore suddetto.

Il trasformatore di tensione porta una bobina di 4.000 spire avvolta sul nucleo che fà da schermo e su di essa la bobina secondaria pure di 4.000 spire; i punti di mezzo di queste bobine sono uniti ad un morsetto esterno. La bobina secondaria è stata suddivisa in 20 bobine di 200 spire, in modo da ridurre al minimo l'effetto della capacità. Il primario è avvolto sulle due bobine precedenti ed è composto di 4 bobine di 20 spire che si possono collegare in serie e parallelo in modo da realizzare i seguenti rapporti : 2 a 100, 1 a 000, 0,5 a 100. La corrente di magnetizzazione in corrispondenza del rapporto 2 a 100 è risultata di 27 mA a 50 periodi. L'errore di rapporto desunto sperimentalmente è minore del 0,01 % per valori della frequenza compresi fra 25 e 500 periodi a condizioni che la forma d'onda della tensione applicata sia sinusoidale.

Il trasformatore risente dei campi magnetici dispersi prodotti da correnti molto intense che circolano nelle sue vicinanze; l'errore nel rapporto è da attribuire al concatenamento delle linee di forza disperse con gli avvolgimenti del trasformatore e non ad alterazioni nel flusso magnetico del nucleo. L'errore di fase è di solito molto piccolo; anche quando la tensione applicata scende a 1/20 del valore normale esso si mantiene minore di 2 minuti. Gli errori di fase e di rapporto aumentano quando si stabiliscono i collegamenti per il rapporto di 0,5 a 100 e causa delle resistenze ohmiche delle bobine primarie.

La corrente di eccitazione primaria è di 30 mA a 25 periodi e di 8 a 50 periodi/sec; il trasformatore inserito in derivazione ai morsetti di uno shunt deriva dal circuito una corrente apprezzabile quando la corrente nello shunt è minore di 20 ampere. E' difficile tenere conto di questa corrente perchè le sue componenti in fase ed in quadratura non variano linearmente con la tensione applicata al primario alle frequenze industriali. A 50 periodi l'errore di rapporto si può ritenere di $\pm$ 0,02 % quando il trasformatore è inserito su uno shunt di resistenza minore di 0,04 ohm.

La presenza di una capacità ai morsetti del secondario fà diminuire il rapporto di trasformazione tanto più quanto più alta è la frequenza della c. a.; a 500 periodi si osserva una diminuzione del 0,5 % con una capacità di 0,004 μF mentre a 50 periodi l'errore di rapporto è praticamente trascurabile per lo stesso valore della capacità. Anche l'errore di fase diventa sensibile soltanto se la frequenza è molto elevata, a 500 periodi e con 0,004 μF l'errore di fase è di 17 minuti. Una resistenza ohmica di 100.000 ohm inserita al secondario fà diminuire il rapporto del 0,4% e fà aumentare l'errore di fase di 1 minuto.

Le tarature del trasformatore vennero eseguite per opposizione con un ponte specialmente studiato; due resistenze, una 50 volte più grande dell'altra, sono collegate in serie e alimentate con una corrente di 20 ampere circa; le cadute di tensione stanno nel rapporto di 2 a 100. Ai morsetti della minore è applicato il primario del trasformatore ed ai morsetti della maggiore è derivato il secondario con in serie un galvanometro. Se il rapporto di trasformazione si mantiene costante il galvanometro non accusa corrente, altrimenti dalla deviazione del galvanometro è possibile dedurre l'errore di rapporto con l'approssimazione di 1/100.000. L'A. riporta anche la teoria del ponte di controllo e i dettagli costruttivi delle due resistenze dette sopra. *I. L.*

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

H. G. Junck — **Progresso nel progetto dei motori monofasi in serie.** (J. A. I. E. E., dicembre 1930, pag. 1013).

L'A. riassume i perfezionamenti costruttivi apportati successivamente dai diversi costruttori al motore monofase in serie a bassa frequenza per la trazione elettrica, a partire dai primi tipi apparsi sul mercato nei primi anni del corrente secolo. Con particolare ampiezza vengono poi descritte le caratteristiche di un motore di questo tipo studiato dalla Westinghouse e messo in servizio nel luglio 1930. La locomotiva così equipaggiata ha più di 750 kW di potenza continua per asse a una velocità di 90 km/h; il successo ottenuto dimostra la possibilità attuale di costruire locomotive elettriche con motori monofasi in serie, a 25 periodi, per un carico di circa 35 tonnellate-asse per velocità massime continuative di oltre 140 km/h.

I perfezionamenti che hanno reso possibile questi grandi progressi sono principalmente i seguenti: l'introduzione dei supporti a rulli; i collettori e gli avvolgimenti d'armatura costruiti in modo da permettere velocità periferiche assai elevate; metodi di ventilazione più efficaci; migliori materiali magnetici; costruzione con laminati saldati; perfezionamenti costruttivi dei riduttori a ingranaggi. Un altro miglioramento costruttivo fu quello apportato al collettore, di nuovo tipo in cui le lamelle sono tenute insieme dalla pressione di speciali molle circolari.

I motori sono costruiti in modo da poter essere uniti fra loro, due o più su un medesimo asse; il problema costruttivo per ottenere una locomotiva di data potenza è quindi quello di raggruppare un numero sufficiente di assi sotto il medesimo veicolo *R. S. N.*

RADIOTECNICA.

A. Müller — **Sul calcolo delle bobine cilindriche.** (E. u. M., N. 2, 11 gennaio 1931, pag. 29-30).

L'A. espone un metodo semplice per calcolare le bobine cilindriche ad un solo strato impiegate nella radiotecnica. Se le dimensioni della bobina sono note, l'induttanza L in cm si esprime in funzione del diametro medio D in cm, del numero di spire N, della lunghezza assiale b in cm, con la formula :

$$L = f \frac{(D \pi N)^2}{b} \qquad (1)$$

dove f è un fattore di correzione dipendente dal rapporto $\frac{D}{b}$, variabile da 0,96 a 0,20 al variare di $\frac{D}{b}$ fra 0,1 e 10, e deducibile da apposita tabella.

Dovendo risalire dal valore dell'induttanza alle dimensioni della bobina, il calcolo, con la formula (1), non può essere effettuato che per tentativi, generalmente lunghi e laboriosi. Si possono evitare questi, partendo da una formula ricavata integrando l'equazione differenziale che rappresenta l'espressione di f in funzione di $\frac{D}{b}$. La formula è :

$$f = \frac{1}{1 + 0{,}4\frac{D}{b}} \qquad (2)$$

Fissato L, N, ed il diametro d del filo in cm, si ricava

$$b = N \cdot 1{,}1 \cdot d$$

e sostituendo nella (1) il valore (2) di f si ha :

$$D = \frac{0{,}24}{N^2 \pi^2} + \sqrt{\frac{b\,L}{N^2\,\pi^2} + \left(\frac{0{,}24}{N^2\,\pi^2}\right)^2}$$

Per controllare se il valore dell'induttanza della bobina di cui sono state ricavate le dimensioni, corrisponde al valore fissato, si calcola f con la (2) e, conseguentemente, L colla (1).

Il metodo approssimato, come dimostra l'A., conduce a valori che non differiscono che leggermente dai risultati delle misure dirette dell'induttanza. *V. D. Ma.*

W. A. Barclay — **Applicazione del metodo degli allineamenti al calcolo delle reattanze e alla teoria dei filtri.** (Exp. Wireless, Vol. VII, N. 77, 79, 80, 81, 82, febbraio-luglio 1930).

Preso lo spunto dall'applicazione degli abbachi di allineamento al calcolo della reattanza di una capacità o di una induttanza, e delle frequenze di risonanza di un circuito oscillante, l'A. espone l'estensione del metodo al calcolo di una cellula a T oppure a π composta di pure capacità e induttanze, e quindi allo studio del comportamento di un filtro composto di un numero finito di cellule e terminante con un'induttanza o una resistenza. *M. B.*

M. REED — **Circuiti filtro (Electric Wave Filters).** (Exp. Wireless, Vol. VII, N. 78, 79, 80, 81, 82 marzo-luglio 1930).

Trattazione, mediante gli usuali procedimenti analitici, dei circuiti filtro a catena, costituiti di induttanze e capacità pure e terminanti su impedenza caratteristica, con estensione ai filtri contenenti mutue induttanze, ai filtri composti di cellule non uguali, e a quelli con struttura disimmetrica. E' accennato infine all'effetto di riflessione dovuto all'impossibilità pratica di avere un'impedenza terminale che sia uguale a quella caratteristica del filtro. *M. B.*

G. W KENRICK e G. W. PICKARD — **Riassunto dei progressi nello studio dei fenomeni di propagazione delle radioonde.** (Proc. I. R. E., Vol. 18, N. 4, aprile 1930, pag. 649).

Rapido sunto sulla evoluzione delle conoscenze e delle teorie sul fenomeno della propagazione delle radioonde, dai primordi della radio fino ai tempi attuali. L'articolo è corredato da una ricchissima bibliografia. *M. B.*

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

IRVING WLOFF, LOUIS MALTER — **Distribuzione direzionale del suono.** (J. Acoustical Soc. of America, ottobre 1930, Vol. II, N. 2, pagine 201-241).

La letteratura in lingua inglese ha finora dato notevole importanza solo ad alcuni dei fattori che servono a valutare il comportamento di uno o più altoparlanti; mentre si è occupata con dettaglio del loro rendimento e della loro sensibilità alle varie frequenze, ha porto per esempio poca attenzione alle caratteristiche direzionali. A queste gli AA. estendono, opportunamente interpretandole ed integrandole, trattazioni già applicate alla radiazione delle antenne ed ai fenomeni di diffrazione ottica.

Per gli altoparlanti da impiegarsi in ambienti non grandi — come le camere di abitazione — è da desiderarsi una caratteristica non direzionale; invece per gli altoparlanti destinati ad auditorium si cercano requisiti più complessi. Per questi locali gli AA. danno come ottima, per la riverberazione del suono, la possibilità di riprodurre nel modo più fedele le condizioni dell'esterno; e giungono alla conclusione che tutta l'energia sonora dovrebbe essere diretta dalle sorgenti in modo da raggiungere gli ascoltatori prima di qualunque riflessione. Requisito questo, che appare il più logico per gli altoparlanti destinati a funzionare all'aperto.

Come parametro, da valutare nelle singole direzioni per dar luogo al tracciamento delle caratteristiche direzionali di un gruppo di sorgenti puntiformi o di una sorgente complessa, viene scelta la *intensità relativa*, cioè il rapporto dell'intensità nel punto che si considera, all'intensità massima possibile nel punto stesso, la quale vi si avrebbe se i vettori rappresentanti le radiazioni dalle sorgenti elementari fossero tutti in fase.

Tale intensità relativa viene dagli AA. calcolata analiticamente per alcuni casi determinati (gruppi di sorgenti puntiformi, sorgenti lineari, sorgenti superficiali), e verificata sperimentalmente con dispositivi pratici avvicinantisi a taluni di quelli ideali supposti. In tutte le prove è stato usato, come misuratore dell'intensità del suono, un microfono a condensatore, associato con un apposito amplificatore. Per tracciare le caratteristiche desiderate, i valori della intensità relativa si riportano in diagrammi polari, per frequenza costante, nelle dovute direzioni attorno alla sorgente, oppure in diagrammi cartesiani; per taluni di questi (tracciati anch'essi per frequenza costante) si assume come ascissa il valore dell'angolo che la retta, congiungente la sorgente col punto di ascolto, fa con una direzione fissa; per altri viene assunta invece una più complicata funzione di quest'angolo, della frequenza della radiazione, e delle dimensioni della sorgente.

Il lavoro contiene esempi dei varii tipi di grafici; ne vengono tratti alcuni spunti per chiarire l'influenza della conformazione degli altoparlanti sulle loro caratteristiche direzionali. *P. Lo.*

R. E. PIERCE — **Servizio telegrafico privato.** (Elec. Eng., gennaio 1931, pag. 45).

Col termine «servizio telegrafico privato» l'A. intende indicare i servizi eseguiti per uso esclusivo di enti privati (banche, giornali, ecc.) su linee proprie. Questo servizio si distingue, tecnicamente da quello pubblico, solito, perchè in esso si richiede generalmente di poter trasmettere contemporaneamente lo stesso dispaccio a più stazioni riceventi, e inoltre perchè, in gran parte, l'esercizio è effettuato su reti che servono anche per servizio telefonico. La chiamata viene perciò effettuata di solito con un ordinario apparecchio telefonico a disco ruotante come nella telefonia automatica. La trasmissione avviene preferibilmente col sistema così detto «start-stop», cioè con apparecchi che si arrestano per un istante dopo la trasmissione di ogni segnale: il sistema pur richiedendo un codice più lungo di quello col sistema a sincronizzazione continua, è più adatto nel caso di trasmissione a parecchie stazioni riceventi, da uno stesso punto, perchè risente meno gli effetti delle diverse caratteristiche delle linee. Sono anche stati studiati dispositivi per assicurare la selezione di una singola stazione ricevente e per garantire il segreto della trasmissione impedendo alle altre stazioni di inserirsi in circuito.

Questo speciale servizio è molto usato in America dalle agenzie giornalistiche per raccogliere e diffondere rapidamente le notizie; una di queste reti giornalistiche ha una estensione di linee di 2300 chilometri, collega 16 stazioni di cui 5 sono di banche; come esempio: un agente di cambio trasmise, in quattro giorni dell'ottobre 1929, circa 50.000 messaggi sui 6 fili telegrafici della rete privata della sua Casa. La polizia fa pure uso di servizi di questo genere, i quali sono anche utilizzati per la raccolta e la distribuzione delle informazioni metereologiche per le grandi rotte aeree dei servizi pubblici. *R. S. N.*

W. C. JONES — **Microfoni a condensatore e microfoni a carbone. Costruzione ed impiego.** (The Bell System Technical Journal, gennaio 1931, Vol. X, N. 1, pagg. 46-62).

Microfoni a condensatore. — Lo sviluppo dei loro primi tipi fu limitato dalla bassa sensibilità; a questa potè ovviarsi col progredire della tecnica degli amplificatori.

La maggior parte degli odierni microfoni a condensatore riproduce nelle linee essenziali quello proposto nel 1917 dal Wente, che ne mise in rilievo l'uniformità di comportamento in un largo campo di frequenze; successivi perfezionamenti hanno poi condotto ad ulteriori progressi nei modelli più recenti.

Ne offre esempio interessante il tipo 394 della Western El. Co. Il suo diaframma in lega di alluminio, teso fino ad acquistare una frequenza di risonanza di 5000 periodi per secondo, ha uno spessore di circa 0,028 mm ed è mantenuto ad una distanza del medesimo ordine di grandezza dalla piastra di smorzamento, che col diaframma costituisce il condensatore a capacità variabile. La concamerazione fra tali armature fa parte di un ambiente chiuso ermeticamente e riempito di azoto, per evitarvi corrosioni ed ossidazioni che influirebbero sullo stato delle superficie e sulle costanti dell'apparecchio; affinchè in tale ambiente regni sempre una pressione barometrica eguale all'esterna, una parete di esso è costituita da una membrana di sostanza organica che funziona da diaframma elastico di compensazione.

Per la taratura il metodo preferito è quello del *termofono;* con cui il diaframma del microfono vien portato a vibrare dalle pulsazioni di pressione ottenute, in un piccolo spazio chiuso, facendovi variare la corrente che riscalda una sottile fogliolina d'oro. In verità, in tal modo, le condizioni dell'apparecchio in prova risultano alquanto diverse da quelle d'impiego comune, nelle quali esso è immerso in un campo sonoro e viene investito da onde. Ne seguono divergenze fra le «tarature di pressione» ottenute col termofono, e le «tarature di campo» che si possono realizzare con altri mezzi (per esempio, col *disco di Rayleigh*); queste però presentano maggiori complicazioni e molto minor possibilità di precisare le condizioni di esperienza.

Gli esempi di alcune curve caratteristiche d'un microfono del tipo in esame, riportate nel lavoro originale, mettono in rilievo particolarità interessanti del suo comportamento, e — fra l'altro — l'influenza della direzione d'incidenza del suono.

Microfoni a carbone. — Dopo un breve cenno al loro sviluppo storico, viene illustrato con dettaglio, come esempio caratteristico, il tipo 387 della Western El. Co. Il diaframma in duralluminio, d'uno spessore di circa 0,043 mm e ad una distanza di circa 0,025 mm dalla piastra di smorzamento, vien teso fino a verificarne una frequenza di risonanza di 5700 periodi per secondo; esso ha, a contatto con le facce superiore ed inferiore, nella parte centrale, il carbone delle due capsule, disposte in «push-pull».

La curva caratteristica dell'apparecchio (curva della sua sensibilità in funzione della frequenza) è pianeggiante per largo tratto; è stata ottenuta sperimentalmente usando con particolari avvertenze, come sorgenti sonore, due diversi altoparlanti, tarati con un microfono a condensatore.

Cause di inconvenienti nella massa di granuli di carbone sono le variazioni di temperatura dovute all'energia che vi si dissipa l'aderire delle singole particelle, l'abrasione delle loro superficie, ecc. Ciò malgrado, se si impiega con la dovuta cura, questo microfono può favorevolmente paragonarsi — quanto a qualità di trasmissione — con quello a condensatore, di fronte al quale ha il vantaggio di richiedere una minore amplificazione; l'uso però ne rimane limitato dal possibile fenomeno del «rumore del carbone», che si interpreta come una conseguenza del riscaldamento dovuto al passaggio della corrente nei contatti fra granuli. E' questa limitazione che ha reso preferibile, per la maggior parte delle registrazioni di cinematografia sonora, il microfono a condensatore. *P. Lo.*

J. L. CLARKE — **Linee telefoniche a grande distanza nel Canadà.** (J. A. I. E. E., dicembre 1930, pag. 1005).

Esistono attualmente nel Canadà alcuni circuiti telefonici a grande distanza di cui i 5 principali collegano rispettivamente Montreal con St. John (circa 1000 km) e con Halifax (1400 km), Winnipeg con Toronto (2000 km) e con Sudbury (1550 km) e Calgary con Vancouver (1000 km). Queste linee, su cui si fa uso di ripetitori ogni 250 km circa, sono costruite con circuiti a 2 fili, montati talvolta anche per lunghissimi tratti sulle medesime palificazioni delle linee telegrafiche, ciò che dà luogo a disturbi per effetti d'induzione. E' prevista la installazione di nuove linee le quali saranno esercite col metodo delle onde convogliate a grande frequenza e che collegheranno fra loro le principali città da un capo all'altro dell'immenso territorio dalle sponde atlantiche a quelle del Pacifico. La scelta del tracciato di queste linee è stata oggetto di accurato studio, di cui l'A. fa qualche cenno, come pure delle misure previste per la manutenzione e la sorveglianza delle linee stesse. Il grande programma che comprende oltre 15.000 km di linee dovrebbe essere completato entro il corrente anno 1931. *R. S. N.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

F. W. Cartland — **L'alimentazione dei fari per le rotte aeree.** (Elec. Eng., gennaio 1931, pag. 32).

L'A. si occupa del modo di fornire la energia necessaria per i fari di segnalazione delle rotte aeree, i quali devono spesso essere installati in località dove non esiste una distribuzione di energia a bassa tensione. Si presenta quindi il problema di derivare direttamente l'energia dalle più vicine linee ad alta tensione. Date le piccole potenze in gioco (circa 2 kW) male si prestano a questo scopo gli ordinari trasformatori, mentre riescono assai più opportuni i sistemi a condensatori. L'A. descrive parecchi schemi di questi circuiti costituiti essenzialmente da una catena di condensatori del tipo a sospensione in serie fra loro; in derivazione su alcuni elementi della serie è disposto un circuito che comprende una reattanza e il carico, oppure una reattanza e il primario di un trasformatore che alimenta poi, col suo secondario, il carico. Si può così opportunamente derivare da linee anche ad altissima tensione una potenza di 2 o 3 kW.

La catena di condensatori può essere derivata fra un filo di linea e la terra, oppure fra due fili, col punto di mezzo messo a terra. Le due inserzioni possono talvolta equivalersi; però il primo schema ha una corrente di terra crescente col carico, mentre col secondo schema la corrente di terra è costante; quest'ultimo schema è perciò preferibile quando vi siano linee telefoniche vicine che possano essere disturbate. Il primo schema è invece preferibile per quanto riguarda la regolazione che riesce più facile e di apparecchiatura meno costosa. La potenza massima derivabile con questi sistemi è, praticamente, di 3 a 5 kW. Il limite di convenienza fra il trasformatore e i condensatori dipende oltrechè dalla tensione anche da altre circostanze: ad esempio per ricavare 2 kW da una linea a 44.000 V (25.400 V verso terra) è preferibile un trasformatore, mentre per ricavare dalla stessa linea 100 W a 110 V per caricare un batteria di riserva (attraverso un raddrizzatore) riesce probabilmente di più economico esercizio il dispositivo a condensatori. *R. S. N.*

H. Kunze — **Quando è conveniente l'impiego di un condensatore sincrono?** (E. u. M., N. 1, 4 gennaio 1931).

La convenienza di installare un rifasatore sincrono per elevare il fattore di potenza di un impianto è strettamente dipendente dal contratto di fornitura dell'energia, col quale la Società distributrice impone, normalmente, che venga mantenuto un cos φ minimo. Se questo minimo non viene mantenuto, l'utente è tenuto a pagare l'eccesso di energia reattiva assorbita dal suo impianto; se il valore ammesso viene superato, spesso la Società concede un abbuono per l'energia reattiva risparmiata. Le clausole del contratto fissano i criteri e le tariffe secondo i quali il pagamento dell'energia reattiva dev'essere effettuato: l'A. dimostra che, sulla scorta di nomogrammi, è possibile risalire in modo semplice dalle letture dei varmetri o dei cosfimetri, al calcolo dell'energia che dev'essere pagata.

L'impiego dei nomogrammi è pur utile per calcolare quando è conveniente l'installazione di un rifasatore. Questo avviene quando il costo per l'installazione e l'esercizio della macchina è inferiore al costo dell'energia reattiva assorbita. Da questa condizione, si può dedurre una relazione che esprime il costo per chilovar, conciliabile con un impianto economico del rifasatore. Un nomogramma riportato consente di ricavare tale costo in funzione della potenza passante del condensatore sincrono, della durata di utilizzazione e del prezzo della energia attiva. In modo analogo, come dimostra l'A, è possibile determinare per quale quantità di energia reattiva necessaria l'impianto del rifasatore si presenta opportuno, oppure la potenza per la quale dev'essere dimensionato il motore sincrono per ottenere un esercizio economico del rifasatore. *V. D. Ma.*

R. D. Booth e O. G. C. Dahl — **Stabilità dei sistemi di trasmissione di energia.** (Gen. Elec. Rev., dicembre 1930, pag. 677 a 681, con 1 fig.).

Si possono considerare due generi di stabilità: stabilità statica o stabilità durante il funzionamento continuativo; stabilità transitoria o stabilità che si ha durante i disturbi di linea.

Lo studio del primo tipo di stabilità implica il computo della massima potenza che può essere trasmessa nelle varie condizioni di funzionamento continuo.

La reattanza del generatore è uno degli elementi che influiscono sul valore massimo della potenza trasportabile: sotto questo punto di vista sono desiderabili generatori a bassa reattanza e per conseguenza ad alto rapporto di corto circuito. In alcuni casi a questo scopo si sono costruiti generatori con valori di questo rapporto fino a $1{,}25 \div 1{,}33$, mentre normalmente si tiene circa uguale a 1. Per i turboalternatori in generale si ha un rapporto di corto circuito minore dell'unità, poichè essi quasi sempre sono posti in prossimità dei luoghi di consumo e quindi alimentano linee non molto lunghe e a tensione relativamente bassa. Gli inconvenienti di una macchina a reattanza bassa sono: alto costo, dimensioni più ingombranti, forte corrente di corto circuito, che implica di conseguenza anche apparecchiature più costose, nonchè rendimento più basso. Perciò in generale non è conveniente, per aumentare il limite di potenza, prescrivere alternatori a bassa reattanza.

La reattanza dei trasformatori non è di così grande importanza come quella delle macchine e della linea, e perciò la riduzione di essa non porta sensibili vantaggi. La reattanza della linea può essere diminuita e quindi si può migliorare la stabilità della linea a carico, aumentando il numero dei circuiti; ma ciò può peggiorare le condizioni di stabilità a vuoto, per l'aumentata capacità.

Generalmente i condensatori sincroni vengono installati all'arrivo delle linee per poter effettuare la regolazione della tensione e del fattore di potenza. E' desiderabile avere la massima variazione di potenza reattiva nei sincroni, per una data variazione di tensione, nel senso di avere un aumento di potenza per una diminuzione di tensione, per poter equilibrare l'effetto della caduta di linea. A questo scopo è opportuno adottare condensatori a bassa reattanza e a forte saturazione magnetica, a meno che le stesse ragioni addotte per gli per gli alternatori non lo sconsiglino. Il limite di potenza è influenzato fortemente dalla natura del carico; con carico luce o di motori sincroni detto limite è molto più alto che non con carico di motori a induzione. La stabilità di un sistema dipende anche dallo schema di regolazione della tensione usato. E' desiderabile mantenere costante la tensione nei punti di controllo; regolatori opportunamente studiati possono ridurre alquanto l'effetto della reattanza.

Un sistema funzionante in prossimità del limite di potenza si trova in uno stato di equilibrio dinamico, e, per rimanere in sincronismo con i sistemi collegati, si basa sul funzionamento dei regolatori di eccitazione dei sincroni. In questi casi è necessario ricorrere a regolatori ultrarapidi. Però, finchè è possibile, è bene mantenersi entro i limiti di stabilità statica e usare regolatori normali, lasciando l'uso degli ultrarapidi solo per circostanze speciali.

Una graduazione opportuna della tensione tra la partenza e l'arrivo di una linea può in certi casi rendere più economico il servizio ed elevare il limite della potenza trasferibile. *C. G. E.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Il riscaldamento dei treni sulle ferrovie elettrificate. (Electric Railway Journal, dicembre 1930).

E' riportata una statistica contenente l'indicazione del sistema di riscaldamento impiegato sulle principali ferrovie elettriche del mondo, visitate qualche tempo fa da un comitato della National Electric Light Association (N.E.L.A.) degli S. U. Dalla statistica, si rileva che sulle linee elettrificate a corrente alternata monofase è impiegato il riscaldamento a vapore mediante caldaia a combustibile o caldaia elettrica sistemata sul locomotore, sul bagagliaio o sopra un carro apposito, ed il riscaldamento diretto dal trasformatore principale montato sul locomotore. Nelle linee a corrente continua a bassa tensione viene impiegato solitamente il riscaldamento diretto alla tensione di linea sui treni rimorchiati da automotrici ed il riscaldamento a vapore con caldaia a combustibile sui treni delle linee principali. Negli impianti elettrici ferroviari d'Europa, sui quali viene effettuato l'esercizio con trazione a unità multiple, il riscaldamento è effettuato direttamente alla tensione di alimentazione di 600, 1200, 1500 V. Lo stesso sistema è impiegato nelle linee delle Ferrovie Nord-Milano in Italia, ove il riscaldamento è fatto direttamente a 3000 V.

Dall'esame dei vari paesi risulta che in Inghilterra è generalizzato il riscaldamento diretto dalla linea di contatto ($600 \div 1200$ V); in Germania sono a riscaldamento elettrico diretto, i treni suburbani di Berlino, e riscaldati elettricamente, con presa del trasformatore principale, oppure a vapore con caldaia a carbone, i treni della Reichsbahn; in Svezia ed in Svizzera il riscaldamento è fatto con gli stessi criteri accennati per la Germania. Sulla linea del Loetschberg sono stati fatti degli esperimenti di riscaldamento con caldaia elettrica che hanno dati risultati poco soddisfacenti a causa del consumo d'energia eccessivo, eguale a circa tre volte il consumo con riscaldamento diretto. In Francia è impiegato il riscaldamento diretto sulle linee suburbane di Parigi e quello a vapore sulle linee principali. Negli Stati Uniti sono riscaldati elettricamente i treni rimorchiati da automotrici e quelli della Butte, Anaconda e Pacific Railway a 2400 V, rimorchiati da locomotori. Sui tronchi elettrificati della Peninsylvania Railroyd, (c. c.). e delle Ferrovie Michigan e Canadian National non viene effettuato riscaldamento. Sulle linee a corrente alternata della Pennsylvania il riscaldamento è fatto elettricamente a 600 V con presa nel trasformatore principale. *V. D. Ma.*

F. Tozzi — **Elettrificazione della linea Sampierdarena-Ovada-Alessandria.** (Riv. Tec. F. I., settembre 1930, pag. 129-139, 9 fig. più 3 tav. fuori testo).

L'elettrificazione della linea, lunga 70,3 km con pendenza massima del 16 per mille, è stata effettuata col sistema trifase a 16 2/3 periodi, 3700 V. La linea di contatto è alimentata oltrechè dai punti terminali, dalle sottostazioni di Predosa, Ovada, Campoligure ed Acquasanta, che ricevono energia dalla rete primaria a 60.000 V e 16 2/3 periodi esistente nell'Italia settentrionale. Un nuovo tronco a doppia terna si stacca da Novi verso Predosa, attraversa la sottostazione di Ovada e si ricongiunge a Rossiglione con la linea Rossiglione-Voltri-Sampierdarena esercita dalla C.I.E.L.I. Si ha così un'arteria che può servire oltrechè all'alimentazione della Sampierdarena-Alessandria, allo scambio di energia tra il Piemonte e la Liguria.

La sottostazione di Ovada è del tipo in serie; sulle sue sbarre di alta tensione terminano la linea proveniente da Novi e quella proveniente dal mare; i circuiti sono predisposti in modo da poter essere divisi in due complessi alimentati uno dalla rete ligure ed uno da quella piemontese, quando sia necessario interrompere il parallelo tra queste. Dall'uno o dall'altro sistema indipendentemente possono

ricevere energia le due terne previste per l'elettrificazione della Ovada-Asti.

Si ha un interruttore automatico di parallelo azionato da relais a minima tensione, e un selettore di sincronismo con cui il parallelo può essere automaticamente ricostituito al cessare delle perturbazioni.

Anche i circuiti a bassa tensione possono funzionare in due parti indipendenti alimentate ognuna da uno dei due gruppi di trasformazione, costituiti di tre unità monofasi da 1000 kVA.

Le linee di contatto della stazione possono essere unite all'uno o all'altro complesso, e per evitare che il passaggio dei locomotori ricostituisca il parallelo, si hanno alle estremità due tratti neutri di una trentina di metri.

Le sottostazioni di Predosa, Acquasanta e Campoligure sono inserite in derivazione sulla primaria, ed hanno quattro unità monofasi da 600 kVA le prime due, quattro da 1000 l'ultima.

Opportune linee telefoniche collegano le sottostazioni tra di loro e con posti distribuiti lungo la linea a distanza di circa un chilometro.

La potenzialità della linea, anche perchè si è potuto ricorrere alla doppia trazione che con l'esercizio a vapore era resa impossibile dal fumo nelle gallerie, è circa quadruplicata. *S. S.*

N. L. FREEMAN — **Sistemi di comando per locomotive e autocarri Diesel-elettrici o benzo-elettrici.** (J. A. I. E. E., dicembre 1930, pag. 983).

Praticamente i motori elettrici usati sono del tipo serie, e si è dovuto introdurre un sistema per regolare la potenza assorbita non essendo possibile sovraccaricare il motore a combustione interna senza farlo rallentare o arrestare. La prima soluzione adottata fu quella di munire il motore di una eccitazione differenziale per ridurre il campo quando aumenti la richiesta di corrente: per ragioni di economia o di migliore funzionamento, l'avvolgimento differenziale fu applicato alla eccitatrice; alcuni costruttori distribuiscono l'avvolgimento su tutti i poli dell'eccitatrice, mentre altri lo concentrano su due soli poli. Ma con entrambi questi sistemi diventa difficile l'alimentazione degli apparecchi ausiliari.

L'A. descrive un recente sistema in cui tale inconveniente è eliminato; esso si basa sull'impiego di un generatore ausiliario e di un regolatore che agisce direttamente sul campo del generatore variandone automaticamente la tensione in ragione inversa dell'intensità della corrente; si riesce così a utilizzare in ogni momento tutta la potenza che il motore primo è capace di sviluppare a una data velocità indipendentemente dalle condizioni del motore stesso: nel caso, ad esempio, di un cilindro fuori servizio, il carico viene diminuito in corrispondenza ma la velocità rimane la stessa. Il sistema ha anche il vantaggio di permettere di effettuare in modo continuo il servizio degli ausiliari (carica della batteria, compressore d'aria, ecc.). *R. S. N.*

N. CIAMPOLINI — **Sottostazione di conversione di Bologna (S. Viola) per l'elettrotrazione ferroviaria.** (Riv. Tec. F. I., ottobre 1930, pag. 165-182, 12 fig. più 5 tav. fuori testo).

La sottostazione di S. Viola è alimentata con corrente trifase a 42 periodi, dalla Cisalpina con due terne a 6400 V e dall'Adriatica con due terne a 50.000 V. L'energia di queste ultime linee passa alle sbarre omnibus a 6400 attraverso due trasformatori trifasi da 6000 kVA, triangolo-triangolo, con prese variabili sul secondario riportate fuori del cassone, e protezione mediante relais di Bucholz.

Tre gruppi motore asincrono da 6500 kW, generatore sincrono 8500 kVA, convertono l'energia a 16 2/3 periodi.

La regolazione della bassa frequenza e del flusso di energia si ottiene con un reostato di scorrimento, che all'atto della messa in marcia è in parallelo col reostato di avviamento, e resta poi permanentemente inserito sugli anelli. La manovra di questo reostato consente di abbassare i giri del 5 % al di sotto del sincronismo, ed offre sufficiente campo di regolazione; è però prevista l'installazione di gruppi Scherbius, qualora con l'estendersi degli impianti si richiedessero maggiore possibilità di regolazione. E' previsto il funzionamento degli asincroni a 50 periodi sempre a 500 giri, elevando il numero dei poli da 10 a 12, cosa che può esser fatta con semplici variazioni sulle connessioni frontali degli avvolgimenti.

Gli alternatori sono muniti di regolatore di tensione e limitatore di corrente, di protezione con relais a massima tensione, massima corrente, e differenziali; possono esser fatti funzionare anche come sincroni rifasatori, usando le eccitatrici come motori di lancio.

L'energia prodotta dagli alternatori a 3700 V, viene elevata a 60.000 da tre gruppi da 9300 kVA, composti ognuno di tre trasformatori monofasi, ed immessa nella rete primaria delle FF. SS. Per ora si hanno soltanto due terne che vanno ad alimentare le sottostazioni della Bologna-Firenze, ma altre ne sono previste, partenti verso Ancona, Venezia, Milano.

L'alimentazione delle linee di contatto della stazione di Bologna e dei tratti di linea più vicini, è fatta o dalle sbarre a 3700 V attraverso opportune reattanze o riabbassando l'energia già elevata a 60.000, per evitare ai gruppi di conversione le ripercussioni immediate dei cortocircuiti. *S. S.*

Fatevi Soci vitalizi!

CRONACA

APPLICAZIONI AGRICOLE.

Nei paesi specialmente del Nord, come si legge ne *L'Ingegnere* del luglio 1930, è in uso il *riscaldamento elettrico per mantenere uniforme la temperatura dei terreni* destinati alla coltura delle primizie e dei prodotti agricoli. Quale corpo riscaldante viene usato un cavo costituito da un filo metallico di resistenza appropriata, isolato e protetto da un rivestimento di piombo. Il diametro esterno misura dai 4 ai 5 mm e può essere inoltre protetto da un rivestimento di fibbre vegetali opportunamente impregnate. Il cavo di riscaldamento viene steso durante la preparazione del terreno destinato alle colture. Sotto il terreno di coltivazione è consigliabile stendere uno strato di materiale isolante (torba o cenere) sopra questo si dispone il cavo e lo si ricopre con uno strato di concime, non fresco, e quindi collo strato di terra a una profondità di 20 a 30 centimetri. Il cavo stesso viene diviso in spezzoni da 35 m per 110 V di tensione a 50 m per 220 V. Il consumo di energia per il cavo è costante per m ed è di 30 watt/m. I dati caratteristici di un impianto sono: Potenza assorbita per m di cavo 30 watt. Potenza assorbita per 50 m di cavo 1.5 kW. Durata giornaliera del riscaldamento 4 ore. Consumo giornaliero dell'impianto 6 kWh. Idem per mq 1 kWh. Temperatura dell'aria esterna massima + 14° C., Idem minima — 13° C. Idem del terreno massima + 20° C. Idem id. minima + 13° C. Idem id. media in 35 giorni + 18° C. Sbalzo massimo di temperatura in una giornata 3° C. *S. S.*

APPLICAZIONI VARIE.

Nel numero di ottobre 1930 di *A.E.G. Mitteilungen* O. Pollok esamina le *condizioni di lavoro dei motori trifasi in corto circuito con doppia scanalatura rotorica nei riguardi del comando delle macchine utensili* per il legno e per i metalli, e in confronto con i motori normali in corto circuito, o ad anelli. L'A. dimostra che il motore a doppia scanalatura, grazie alla sua coppia quasi costante all'avviamento, può essere vantaggiosamente adottato in tutti i casi nei quali quelli normali non si prestano a causa delle condizioni d'esercizio o di impianto; ed esamina particolarmente il caso del comando di uno sfibratore per pasta di legno, e di un tornio parallelo. Contrabatte quindi la opinione che il motore a doppia scanalatura ha una coppia massima troppo piccola notando che, specialmente per le macchine utensili, non c'è nessun vantaggio a spingere lo sfruttamento del motore fino alla coppia massima, e che, d'altra parte, a causa del minor assorbimento di corrente il motore a doppia scanalatura è meno sollecitato di quello normale in corto circuito dai sovraccarichi anche se spinti fino alla coppia massima. *A. Bs.*

Da una relazione presentata recentemente alla Westinghouse X-Ray Institution risultano i notevoli progressi che *l'impiego dei raggi X per la determinazione degli eventuali difetti nell'interno delle parti metalliche* del macchinario elettrico e meccanico, ha fatto in questi ultimi anni. Parti vitali degli apparecchi che sono soggetti a forti sollecitazioni, come per es. i cuscinetti principali dei nuovi autogiro, vengono correntemente sottoposti all'esame coi raggi X, ed i risultati dimostrano che l'aspetto esterno dei pezzi metallici è purtroppo molto ingannevole. I moderni apparecchi per raggi X permettono per es. un esame rapido e preciso di un pezzo di alluminio dello spessore di circa 40 cm e il costo della pellicola, secondo recenti dati dell'Aluminium Co. of America, non supera ormai circa 4 lire al decimetro quadrato. In Germania tutte le principali officine ferroviarie sono ora munite d'apparecchi per raggi X, ed in Russia un Istituto Statale è stato appositamente creato per lo studio delle applicazioni industriali di questi raggi. *A. P.*

CONDUTTURE.

Sui metodi di *calcolo dalle fondazioni dei pali,* è riportata una memoria di M. Süberkrüb in *El. Bahnen* del febbraio 1931. L'A. critica i metodi impiegati fino ad oggi di Fröhlich, Mohr, Sulzberger e Kleinlogel e ne mette in evidenza i punti deboli. Partendo dal metodo di Mohr e Sulzberger vengono dedotte nuove formule adatte per il calcolo delle fondazioni per pali di diversi tipi. Il calcolo si può semplificare con l'aiuto di tabelle e di schiere di curve. *V. D. Ma.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

Per alimentazione della *Ferrovia Metropolitana di Parigi,* sono stati impiegati su vasta scala i raddrizzatori a vapore di mercurio. Attualmente ben 8 sottostazioni sono equipaggiate con raddrizzatori Brown Boveri per una potenza complessiva di 40.980 kW a 615 V. (*Révue B. B.,* gennaio 1931). *V. D. Ma.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

La possibilità di eseguire delle radiografie con una esposizione di 1/120 di secondo *ha esteso il campo di applicazione dei raggi Röntgen* specialmente nella medicina (*The El. J.,* febbraio 1931, pag. 88). L'indagine può essere diretta a studiare il comportamento degli or-

gani interni del corpo anche se di loro natura sono trasparenti ai raggi X. Dando al paziente degli alimenti che contengono dei sali di bismuto si rende opaco tutto l'apparato digerente; per osservare le altre parti del corpo come i reni, il fegato, ecc., si praticano delle iniezioni di olio contenente un sale inattivo ed opaco ai raggi X: il sangue provvede a trasportare questo sale nei punti che più interessano. I sistemi di protezione per gli operatori sono pure molto migliorati con l'adozione di speciali guanti di gomma contenente una notevole percentuale di piombo e di occhiali di cristallo col 56 % di piombo, questo cristallo è ancora trasparente alla luce mentre risulta opaco ai raggi X. Si è dimostrato che l'azione distruttrice dei raggi X è più marcata sui tessuti di recente formazione rispetto a quelli preesistenti anche di uno stesso individuo; questa proprietà selettiva viene sfruttata a scopo curativo contro i tumori maligni appena si manifestano; la dosatura dei raggi X in questi casi va fatta con grande scrupolo a mezzo di appositi schermi di alluminio e di rame. Moltissime altre applicazioni di questi raggi sono state fatte all'esame degli oggetti composti di materie di diversa trasparenza e che non sono scomponibili senza distruggerli ad es., getti metallici di fusione che contengono delle soffiature non visibili. Recenti sono i metodi di indagine dei dipinti; dalla diversa trasparenza della tela ai raggi Röntgen si può determinare la natura delle sostanze coloranti adoperate nelle tinte. In chimica l'analisi coi raggi X serve a studiare l'assetto molecolare dei cristalli ed ha permesso di stabilire l'esistenza di 40 elementi radioattivi prima sconosciuti. *I. L.*

FISICA, CHIMICA E MATEMATICA.

Un nuovo tipo di stroboscopio, apparecchio che permette di studiare il comportamento delle macchine funzionanti ad alta velocità, è annunciato dall'Istituto Tecnologico di Cambridge Mass. Esso apre un nuovo campo di ricerche, in quanto permette di fare delle istantanee di organi di macchine in moto, con un tempo di posa di $\frac{10}{1.000.000}$ di secondo. L'unica particolarità di questo apparecchio, risiede in una speciale disposizione dei circuiti elettrici che permette ad un condensatore, di scaricarsi periodicamente attraverso ad un tubo ad arco di mercurio producendovi così un'intensa luce attinica di estremamente breve durata, sincronicamente alla posizione di un determinato organo della macchina in esame. Lo strumento può essere di particolare utilità nello studio del funzionamento delle macchine elettriche, specialmente per lo studio cinematico durante i regimi transitori.

(Tr. *Ill. Eng. S.*, febbraio 1931). *G. Co.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

L'illuminazioni delle superfici ellissoidiche alle quali sono assimilabili alcune piazze e sale di spettacoli è stata studiata analiticamente da H. Pecqueux, a continuazione delle sue ricerche sull'illuminazione delle superfici curve. Le formule relative con le possibili semplificazioni adattabili nei vari casi sono riportate in *R. G. E.* (21 fabbraio 1931, pagg. 297-304, 5 fig. e 4 tab.). In tale articolo è studiata pure la questione dal punto di vista del rendimento facendo uso di lampade nude o di lampade con appropriati dispositivi di riflessione e diffusione. *G. Cc.*

Il calcolo del flusso luminoso e dell'illuminazione media di un locale parallelepipedo può ridursi a una determinazione di distanza media geometrica. V. Genkin sviluppa i calcoli (*R. G. E.*, 7 marzo 1931, pagg. 369-375, 7 fig.) nel caso che le superfici abbiano poteri riflettenti diversi e consiglia l'uso di un grafico per la determinazione di alcuni coefficienti complessi che compaiono nelle formule risolutive. *G. Cc.*

LIBRI E PUBBLICAZIONI.

Il Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione e del Riscaldamento ha pubblicato nel 1924 una prima parte del Vocabolario dell'Illuminazione (Fondamenti della tecnica della illuminazione e della fotometria) e si sperava che la seconda parte, contenente i termini più in uso nel linguaggio illuminotecnico, potesse esser pubblicata dopo breve tempo. Intanto secondo l'*Illuminazione Razionale* del febbraio 1931, la ANSI ha raccolto in una *Terminologia dell'Illuminazione* un complesso di 600 voci, comprensive delle 220 del Vocabolario dell'Illuminazione, ed ha fatto tirare delle bozze di stampa di cui sono state inviate copie a vari cultori dell'illuminotecnica italiani e stranieri allo scopo di avere suggerimenti circa possibili modifiche o aggiunte e di poter ottenere per ogni voce la corrispondente usata in Francia, Inghilterra e Germania.

Il lavoro, pur essendo tutt'ora incompleto, può interessare gli specialisti del ramo. *G. Co.*

MATERIALI.

Le proprietà dell'acciaio « stainless » come elettrodo sono illustrate in *The Elec.* del 28 novembre 1930 a pag. 679 da Newbery. Basandosi sulla struttura cristallina dello « stainless » (acciaio a alto tenore di cromo) cerca di spiegare il fenomeno per cui come anodo il materiale, fino a una certa densità di corrente, si comporta come Cr. puro; al disotto di tale densità acquista bruscamente le proprietà del ferro puro. *G. Cc.*

MECCANICA.

Nella *Révue Brown Boveri* del marzo 1931, è indicato un metodo di *calcolo per le molle a spirale* con elica a grande passo. L'A. fa notare che, per tali molle, la sollecitazione a torsione è accompagnata dalla sollecitazione a flessione che è tanto più accentuata quanto più grande è la inclinazione dell'elica. In queste circostanze, il metodo abituale di calcolo della molla non è più applicabile e dev'essere sostituito con un altro basato su ipotesi più vicine alla realtà. *V. D. Ma.*

MOTORI PRIMI.

L'albero di una turbina a vapore si deforma temporaneamente quando si chiude l'afflusso del vapore e si ferma il rotor; avviene allora un raffreddamento più rapido della parte bassa della turbina perchè i vapori caldi si raccolgono sempre nella parte più alta del tamburo; l'albero in conseguenza si incurva verso l'alto e si mantiene deformato finchè la temperatura non si è portata allo stesso valore in tutti i punti della macchina cioè per qualche ora. Se si rimette in moto la turbina prima che l'albero sia ridiventato diritto si osservano delle vibrazioni molto marcate nell'albero. La deformazione può anche diventare permanente quando le valvole di ammissione non sono a perfetta tenuta perchè allora il vapore che entra continuamente nel tamburo della turbina mantiene la differenza di temperatura fra la parte bassa e la parte alta della turbina. Diversi metodi per evitare questo inconveniente sono riportati in *The El. J.*, febbraio 1931, pagina 91; il più semplice è di rotare l'albero di 180° ad es. ogni mezz'ora oppure di procedere all'avviamento dapprima con una velocità molto ridotta in modo da dar tempo alla girante di portarsi alla stessa temperatura in tutti i punti; questa fase a velocità ridotta può durare anche per un'ora ed è bene controllare l'operazione con un flessimetro (appoggiato all'albero) di sensibilità tale da apprezzare anche delle oscillazioni dell'albero dell'ampiezza di 0,02 mm.

Se la turbina deve essere pronta ad entrare in servizio subito è meglio tenere in rotazione l'albero continuamente a mezzo di un sistema di arpionismi sistemati ad uno degli estremi dell'albero. Un sistema migliore è quello di comandare l'albero a mezzo di un riduttore a vite senza fine accoppiato con un motore elettrico di piccola potenza. La velocità dell'albero basta che sia di 25 giri/minuto e la potenza del motore di soli 10 kW anche se la turbina è di grande potenza; bisogna inoltre prevedere un sistema di disinnesto del riduttore, sincronizzato col comando delle valvole di ammissione. L'olio deve sempre essere mantenuto in pressione nei sopporti in modo da ridurre al minimo gli attriti. Alcuni disegni costruttivi dei riduttori e diversi grafici che danno il modo di valutare l'entità delle deformazioni termiche completano questo studio. *I. L.*

RADIOTECNICA.

Gli *apparati trasmettenti delle stazioni radio* possono essere vantaggiosamente alimentati da raddrizzatori a vapore di mercurio, atti a sostituire i gruppi motore-dinamo ad alta tensione ed i raddrizzatori termoionici. Fra i raddrizzatori a vapore di mercurio impiegati a questo scopo, la *Révue Brown Boveri* del gennaio 1931, ne descrive uno da 400 kW a 12.000 V installato dalla Marconi's Wireless Telegraph Co. a Londra, due destinati alla stazione trasmettente di Varsavia ciascuno della potenza di 500 kW a 10.000 V ed, infine, un quarto da 270 kW a 10.000 ÷ 12.000 V per la stazione trasmettente di Münster presso Luzern in Svizzera. *V. D. Ma.*

SOCIETA' SCIENTIFICHE, CONCORSI, ECC.

Premio Rignano. — La Rivista « Scientia » ad onorare la memoria del suo compianto Direttore, Eugenio Rignano, ha costituito un « Premio Rignano » di L. 10.000 (diecimila) da devolversi per concorso all'autore di uno studio sul tema: « L'evoluzione della nozione di tempo ». Il concorso è di carattere internazionale ed aperto a tutti. I lavori presentati dovranno pervenire alla Redazione di « Scientia » (Milano 116 - via A. De Togni, 12), non più tardi del 31 dicembre 1932; essi devono essere inediti o pubblicati dopo il 1930, scritti in italiano, francese, inglese, tedesco o spagnuolo. L'esame dei lavori sarà affidato ad apposita Commissione da nominarsi dalla Direzione della Rivista.

Congresso Internazionale di Elettricità a Parigi nel 1922. — A 50 anni di distanza dal primo Congresso di Elettricità tenutosi a Parigi nel 1881, si sta organizzando per iniziativa degli enti ed associazioni elettriche francesi e sotto gli auspici della C. E. I. un nuovo Congresso Internazionale da tenersi nel mese di luglio dell'anno prossimo a Parigi e che dovrebbe continuare la serie di quelli di Parigi (1881), Chicago (1893), Parigi (1900), Saint Louis (1904). Il programma di massima dei lavori è diviso in 13 Sezioni che comprendono la parte teorica e generale della elettricità e dell'elettrofisica e le diverse branche dell'elettrotecnica: misure, produzione e utilizzazione dell'energia, comunicazioni elettriche con e senza fili, radiologia, elettrochimica, ecc.

Il Comitato di organizzazione ha sede in Parigi VIII - B. Haussmann, 134.

TRASFORMATORI.

Un tipo singolare di *trasformatore trasportabile per gruppi di saldatura* è descritto nella *Révue Brown Boveri* del gennaio 1931. Si tratta di un trasformatore in aria con le parti attive protette da un in-

volucro in lamiera munito di fori di ventilazione. Le connessioni dell'avvolgimento primario e del secondario sono formate da spine intercambiabili di costruzione speciale. I morsetti del primario sono situati da un lato della cassa, quelli del secondario dal lato opposto. Il telaio del trasformatore è formato da tre colonne, delle quali, quella mediana, non porta nessuna bobina. Il primario è munito di tre prese per l'inserzione del trasformatore a 500, 380 oppure 220 V. Una delle colonne porta il primario ed il secondario, mentre la terza porta una bobina di self in serie sul secondario e munita di 10 prese. Per migliorare il fattore di potenza, viene spesso montato un condensatore in parallelo col trasformatore. *V. D. Ma.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

Il modo di comportarsi degli scaricatori elettrici (*The El. J.*, febbraio 1931, pag. 104) è paragonabile a quello di una valvola di sicurezza del vapore; la valvola si apre quando la pressione in caldaia supera un certo valore e torna a chiudersi soltanto quando la pressione in caldaia scende ad un valore sensibilmente minore. Nel caso degli scaricatori di linea bisogna che la tensione di spegnimento dell'arco sia maggiore di quella di linea altrimenti l'arco verrebbe continuamente alimentato dalla corrente di linea e lo scaricatore ne sarebbe rapidamente rovinato. La massa termica degli scaricatori è sempre piccola ed è proporzionata per scariche della durata di qualche diecina di microsecondi (un ciclo completo di una c. a. a 50 per/sec ha una durata di 20.000 microsecondi). Uno scaricatore adatto per una linea a 66 kV deve avere una tensione minima di spegnimento di 73 kV almeno alla quale corrisponde una tensione di adescamento dell'arco di 350 kV; questo scaricatore proteggerà la linea soltanto dalle onde di sovratensione di valore massimo maggiore di 350 kV. *I. L.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Alcune *vedute sul ricupero nella trazione elettrica* sono esaminate da L. Barbillon nella *Traction Electrique* del dicembre 1930. L'A. premette le basi teoriche del ricupero facendo ipotesi semplificative, e risale, da questo, ad un esame del problema pratico e ad alcune considerazioni sulle difficoltà connesse al ricupero e sugli accorgimenti adottati per ricuperare nelle sottostazioni di conversione e di trasformazione. La pubblicazione termina con un cenno sui metodi di ricupero all'arresto, impiegato nelle linee tranviarie. *V. D. Ma.*

Per i treni della Stadtschnellbahn di Berlino sono stati impiegati da qualche tempo degli speciali *accoppiatori automatici per le condutture elettriche* di comando. Questi dispositivi sono combinati con gli organi di trazione e di repulsione, pure a comando automatico: gli uni e gli altri sono congegnati in modo da rendere superfluo l'intervento del personale per effettuare la manovra di accoppiamento fra le testate di due vetture fra loro adiacenti. L'accoppiatore, descritto in dettaglio in *El. Bahnen* del gennaio 1931, possiede doti di notevole semplicità ed è dotato di tutti i requisiti atti a renderlo appropriato per le più svariate condizioni di servizio che possono essere richieste. *V. D. Ma.*

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

A. NANNI. — *Mamma Geometria* (Torino - E. Lavagnolo, 1931. Un volume di cm 12×17 di 380 pagine con 220 figure - Prezzo L. 14).

In questo curioso volumetto l'A. si è proposto di rendere accessibile e piacevole lo studio della geometria anche per coloro che siano sprovvisti di ogni preparazione. Non si può negare all'A. una singolare attitudine di volgarizzatore. La forma facile e sopratutto arguta e briosa con cui il volumetto è scritto lo rende attraente pei principianti i quali potranno ritrarne utili insegnamenti.

✻

F. LAURENTI. — *Generatori e Motrici a Gas* (Milano - Hoepli, 1931. Un volume di cm 10×15 di 550 pagine con 307 figure - Prezzo, rilegato, L. 35).

I motori a gas povero, per quanto piuttosto caduti di moda, sono ancora suscettibili di utili applicazioni specialmente là dove l'industria disponga di cascami utilizzabili per la produzione del gas povero. In questo volume l'A. considera il problema nella sua interezza e perciò ha diviso il suo lavoro in 3 parti, che trattano rispettivamente dei combustibili, dei gasogeni e dei motori.

Con buon concetto pratico l'A. mette specialmente in evidenza le possibilità offerte dalle varie industrie per l'utilizzazione dei cascami nei gasogeni dei quali descrive parecchi tipi attualmente in uso. Il motore a gas povero è poi analizzato nelle sue parti e descritto attentamente nelle particolarità costruttive e di funzionamento.

Il volume si chiude con alcuni capitoli relativi alle norme di impianto e alle misure di potenza.

AEI Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

LA XXXVI RIUNIONE SOCIALE

PERUGIA - 9-15 Ottobre 1931

La Presidenza Generale ha diramato la seguente circolare:

Milano, 1° agosto 1931 - IX.

Egregio Consocio,

La Riunione di quest'anno, la XXXVIa della nostra Associazione, avrà luogo a Perugia, dal 9 al 15 ottobre, secondo l'unito Programma di massima.

Sarebbe superfluo illustrare in questa occasione la grande importanza del tema della Riunione («*Le stazioni di trasformazione dell'energia elettrica*»); il cospicuo numero delle Relazioni già annunciate ed i nomi dei Relatori sono poi una prova ed una garanzia dell'ampiezza e della profondità della trattazione che ne verrà fatta; secondo, del resto, le tradizioni immutate della nostra Associazione. D'altra parte è per espresso desiderio di molti soci che la Riunione si svolgerà quest'anno in una regione d'Italia la quale, sebbene sia fra le più belle e le più ricche di ricordi d'ogni genere, non è forse conosciuta come merita, a causa della sua posizione rispetto le maggiori linee di comunicazione. I maggiori Enti locali hanno gareggiato in cortesie verso l'A. E. I. nell'offrire facilitazioni d'ogni genere, le quali hanno consentito di concretare un programma pieno di attrattive. Le sedute della Riunione si svolgeranno — per concessione dell'Ill.mo Sig. Podestà — nella magnifica «Sala dei Notai» dello storico Palazzo Comunale.

Confidiamo vivamente nel Suo intervento, La preghiamo, Egregio Consocio, di volersi iscrivere tempestivamente, ritornando subito, debitamente riempita, la qui unita scheda di adesione, che dovrà pervenire al nostro *Ufficio Centrale* (Via Annunciata, 4 - Milano, 102) *non più tardi del 30 agosto, accompagnata dalle relative quote di inscrizione e di prenotazione alloggi.*

Con ogni riguardo.

Il Segretario Generale A. BARBAGELATA — *Il Presidente Generale* U. BORDONI

✻

PROGRAMMA DI MASSIMA

VENERDÌ 9 OTTOBRE.

Ore 11.—: Consiglio Generale.
» 14.30: C. E. I., Comitati e Commissioni.
» 17.—: Seduta inaugurale.
» 20.30 Pranzo gentilmente offerto dalla U.N.E.S.

SABATO 10 OTTOBRE.

Ore 8.30: Seduta tecnica.
» 14.—: Seduta tecnica.
» 17.30: Visita alla Perugina - 1° Gruppo.
» 21.—: IV e V Ciclo Tarature.

DOMENICA 11 OTTOBRE.

Ore 7.15: Partenza in treno speciale (gentilmente offerto dalla Ferrovia Centrale Umbra).
» 10.—: Arrivo alle Marmore.
» 10.15: Arrivo a Galleto - Visita della Centrale.
» 12.—: Colazione (gentilmente offerta dalla Soc. Terni).
» 13.13: Partenza per Rieti.
» 14.45: Arrivo a Rieti e visita alla Supertessile.
» 16.—: Partenza per Terni.
» 17.30: Partenza per Perugia.
» 20.—: Arrivo a Perugia.

LUNEDÌ 12 OTTOBRE.

Ore 8.30: Seduta tecnica.
» 14.—: Seduta tecnica.
» 17.30: Visita alla Perugina - 2° Gruppo.
» 21.—: Conferenza artistica illustrativa di Perugia, Gubbio, Assisi.

MARTEDÌ 13 OTTOBRE.

Ore 7.15: Adunata Hôtel Brufani.
» 7.30: Partenza per Gubbio.
» 9.15: Arrivo al Teatro Romano a Gubbio.
» 9.30: Proseguimento per il Palazzo dei Consoli e visita della città.
» 11.—: Partenza per Perugia.
» 12.30: Arrivo a Perugia.
» 14.—: Seduta tecnica.
» 20.30: Pranzo sociale.

MERCOLEDÌ 14 OTTOBRE.

Ore 8.30 : Ultima seduta tecnica e chiusura dei lavori.
» 11.— : Assemblea Generale dell'A. E. I.
» 13.45 : Adunata.
» 14.— : Partenza per Todi.
» 15.30 : Arrivo a Todi.
» 16.— : Partenza per la Centrale del Bastardo.
» 17.— : Arrivo al Bastardo e visita della Centrale.
» 18.— : Partenza per Montefalco.
» 18.20 : Arrivo a Montefalco.
» 19.— : Arrivo a Foligno.
» 20.30 : Arrivo a Perugia.

GIOVEDÌ 15 OTTOBRE.

Ore 7.30 : Partenza per Assisi.
» 12.— : Colazione.
» 19.— : Ritorno a Perugia.

Qualora i soci ne facessero richiesta e le prenotazioni fossero in numero sufficiente, almeno 25, si potrà organizzare la seguente gita extra programma :

VENERDÌ 16 OTTOBRE.

Ore 7.— : Partenza per Orvieto.
» 9.30 : Arrivo ad Orvieto - Visita della città.
» 12.30 : Colazione.
» 13.30 : Partenza per Montefiascone.
» 14.— : Arrivo a Montefiascone.
» 14.30 : Partenza per Bolsena-Acquapendente-Radicofani.
» 17.— : Arrivo a Radicofani.
» 17.30 : Partenza per Chiusi.
» 18.30 : Arrivo a Chiusi.

Per il Programma tecnico vedasi gli elenchi delle Comunicazioni pubblicati nei numeri del 25 aprile 1931 (a pag. 287) e del 25 giugno 1931 (a pag. 441).

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO.

Il 2 maggio u. s. il Dott. **Donatello Lupi** ha tenuto presso la Sezione di Milano dell'A. E. I. una conferenza sull'argomento : « **Nuovi sviluppi del metodo A. R. A.** ».

Dopo alcune parole di ringraziamento del Vice Presidente, Ing. Gasparoni, il Dott. Lupi inizia lo svolgimento della sua comunicazione, notando, in una breve premessa, che la teoria del metodo A. R. A., come fu esposta tre anni fa nelle principali Sezioni della nostra Associazione, sebbene avesse delle salde fondamenta, tuttavia poteva parere, ed era effettivamente, insufficiente, per rendere il metodo immune da critiche. Queste vi furono, ma più per lo scopo che pareva superfluo, che non per la sostanza che fu anzi maggiormente sviluppata, soprattutto dall'Ing. Barbagelata nell'articolo : « Il nuovo metodo integrale A. R. A. e il vecchio metodo delle quattro letture », comparso ne *L'Elettrotecnica* del 25 ottobre 1928. E' anzi da tale articolo che il conferenziere ha potuto in questi ultimi tempi trarre i motivi per generalizzare due importanti espressioni particolari ivi contenute, e giungere così, anche con lo sviluppo di altre nuove relazioni, alla più completa formulazione del metodo A. R. A., che il conferenziere ritiene essere il più organico e il più soddisfacente che si possa desiderare ai fini di un continuo e sicuro controllo dei circuiti di misura nelle principali forniture di energia ad alta e bassa tensione.

Sulla scorta di un estratto a stampa, distribuito a tutti i convenuti, e contenente le formule generali del metodo, nonchè il nomogramma speciale dei 15°, egli illustra rapidamente quanto vi è di essenziale nella teoria e nella pratica del metodo stesso.

Nel caso di carichi equilibrati, a solo scopo dimostrativo, egli mette in evidenza tre coppie di rapporti, una funzione dell'angolo di fase, e le altre funzioni dell'angolo di metodo, che, se formano tre eguaglianze, (e basta che se ne formi una sola), danno la riprova che il carico è effettivamente equilibrato.

Nel caso di carichi comunque squilibrati, e questa è la supposizione più generale che si deve sempre fare, la misura esatta della potenza attiva e della potenza reattiva non si ottiene più per via grafica, come era stato indicato tre anni fa, ma per via analitica, in funzione di una somma e di una differenza : $A + B$ e $D - C$, $C + D$ e $A - B$, mercè l'uso di due coefficienti fissi, funzioni ciascuno dell'angolo di metodo prescelto.

Ne derivano subito le espressioni delle correzioni da apportare alle semplici somme $A + B$ e $C + D$ per avere i veri valori P e Q. Il calcolo di tali espressioni può essere generalmente agevolato e reso anzi istantaneo dall'uso di speciali nomogrammi.

Formule analoghe a quelle che danno la misura di P e Q, cioè delle potenze dirette attiva e reattiva, danno pure la misura delle analoghe potenze inverse, mercè l'uso di altri due coefficienti fissi, sempre funzioni dell'angolo di metodo prescelto. Anche qui il calcolo può essere reso istantaneo con l'aggiunta di una graduazione in più nei nomogrammi delle correzioni. Ne deriva la possibilità di misurare univocamente il fattore di squilibrio di ogni carico squilibrato.

Tra le potenze inverse e le correzioni esiste un rapporto fisso, funzione anch'esso dell'angolo di metodo che si considera; cosicchè, a rigore, una graduazione per leggere direttamente il valore delle potenze inverse può essere comoda, ma non indispensabile.

Sono poi illustrate le relazioni che legano i quattro valori $A\ B\ C\ D$, dipendenti da un certo angolo di metodo, ai quattro valori $a\ b\ c\ d$ dipendenti da un altro angolo di metodo qualunque. Ciò è importante ai fini del controllo degli angoli di metodo. In queste relazioni compaiono tre coefficienti fissi, funzioni combinate dei due angoli di metodo considerati.

Tutto il metodo è dunque caratterizzato dalla presenza di una serie di coefficienti fissi, funzioni ciascuno dell'angolo o degli angoli di metodo prescelti; e tutta la pratica si riduce a fare, oltre che due somme, anche due differenze, e ad osservare su di un nomogramma opportuno, se il carico è equilibrato o no, e in tal caso di che grandezza sono le correzioni e le potenze inverse.

Nel caso particolare della soluzione adottata in pratica, corrispondente a un angolo di metodo di 15° positivi, parecchi coefficienti coincidono tra loro; si può dire anzi che si riducono a due soltanto.

In generale le correzioni risultano di un ordine trascurabile, cioè non superiori in valore assoluto a 0,5 o 1 %. Volendo, si può sempre tenerne conto, sia pure una volta ogni tanto, calcolandole sui consumi globali.

Concludendo : la maggiore semplicità di schema di inserzione : due sole tensioni ausiliarie di misura ortogonali tra loro; il minor numero di coefficienti da usare; e un minore divario di sfasamento tra i singoli contatori, in confronto della comune inserzione Aron, il che porta ad una migliore funzionalità dei contatori stessi, ritardando da 0,5 a 0,26, e anticipando da 0,866 a 0,966 l'annullamento di coppia dei due contatori di minore integrazione, B e C; ecco ciò che forma il pregio maggiore della soluzione adottata in pratica, sino dalla prima enunciazione del metodo.

Il conferenziere termina augurandosi che, all'infuori di ogni personalismo, il metodo A. R. A. possa essere riconosciuto ed apprezzato come un metodo di misura essenzialmente italiano; quindi innalzando il pensiero al felice concorso di circostanze e di fatti, per cui l'idea di uno così spesso si giova dell'esperienza o della critica altrui, e tutto si fonde in un'unità di risultati, cui tutti possono contribuire « diversamente con diversi offici », egli ringrazia i convenuti della loro presenza e della loro attenzione.

Il Dott. Lupi è stato vivamente applaudito e con lui si è complimentato il Vice Presidente che lo ha di nuovo ringraziato per la sua chiara esposizione.

*

SEZIONE DI FIRENZE

Il 18 giugno, alle ore 21.30, ebbe luogo nella Sede della Sezione, l'Assemblea Generale dei Soci, presieduta dal Vice Presidente, Prof. Ing. Alberto Picchi, il quale scusa l'assenza del Presidente Ing. Ignazio Prinetti, trattenuto fuori Sede da impegni professionali.

Il Prof. Picchi riassume brevemente l'attività della Sezione nel passato esercizio, e spiega come l'Assemblea Generale sia stata indetta con qualche mese di ritardo rispetto al consueto, a causa dei lavori di sistemazione ed arredamento della nuova Sede. A questo proposito invia un sentito ringraziamento alla Soc. Elettrica del Valdarno, la quale ha concesso gratuitamente i nuovi locali ed ha contribuito ai suddetti lavori. Esprime nuovamente la gratitudine del Consiglio e di tutti i Soci al nostro Presidente Generale Prof. Ing. Ugo Bordoni, per aver voluto, con la sua presenza e con l'interessantissima comunicazione, conferire particolare importanza alla riunione inaugurale della nuova Sede. Legge un cortese telegramma di saluto inviato alla Sezione dal Prof. Bordoni.

L'Assemblea prende in esame i Bilanci, ed approva all'unanimità il consuntivo 1930. Sul preventivo 1931 prende la parola il Rag. Sermanni, il quale osserva che la spesa di circa L. 17.000 per l'arredamento ed il miglioramento del nuovo locale sembra a lui troppo elevata e non la trova giustificata non essendo stata sottoposta alla approvazione dei Soci.

Il Vice Presidente fa rilevare al Rag. Sermanni che l'Art. 8 del Regolamento della Sezione precisa : « Il Consiglio Direttivo provvede a tutto quanto concerne l'andamento della Sezione, ordina le spese ecc ». Da questo lato la sua osservazione non ha dunque fondamento. Per quanto riguarda l'entità della cifra, dichiara che il Consiglio era sembrato conveniente ed anzi indispensabile provvedere ad un arredamento almeno decoroso dei locali, impiegando a tale scopo le economie di bilancio accumulate durante il triennio della sua gestione. Fa presente poi che la quota annua d'ammortamento, previsto in dieci anni, è inferiore certamente alla cifra che si sarebbe spesa per l'affitto e che invece viene economizzata, come ha accennato prima.

Il Cassiere, Ing. Legnaioli, spiega all'Ing. Paolo Martinez che la spesa per l'arredamento non poteva essere indicata nella situazione patrimoniale al 31 dicembre 1930, perchè tale spesa fu effettuata nel corrente anno.

Dopo tali schiarimenti anche il Bilancio Preventivo 1931, viene approvato.

Il Vice Presidente spiega al Rag. Sermanni (il quale ha presentata una interpellanza scritta in merito all'inaugurazione della nuova Sede) che, se le accoglienze fatte al Presidente Generale furono in tale occasione molto, e forse troppo modeste, ciò si deve al desiderio dello stesso Prof. Bordoni.

L'Ing. Pacileo insiste sull'interpellanza già a suo tempo rivolta, circa la possibilità di una riduzione della quota sociale. Il Vice Presidente osserva che una riduzione venne concessa già nel 1930, quando la quota di L. 80 fu portata a L. 70 e ciò non lascia margine ad ulteriore riduzione.

Il Vice Presidente mette ai voti la proposta di devolvere il fondo del disciolto « Radio Club » all'acquisto di uno o più apparecchi radiofonici da regalarsi ad Enti benefici.

Il Socio Sig. Rubbieri, osservando che la grandissima maggioranza dei Soci del « Radio Club » appartenevano alla nostra Sezione, propone di incamerare tale somma nel patrimonio sociale.

Il Vice Presidente mette ai voti, e l'Assemblea approva, la sospensiva sulla proposta all'ordine del giorno e la decisione di portare alla prossima Assemblea la proposta Rubbieri.

Proseguendo nello svolgimento dell'ordine del giorno, si passa allo scrutinio per l'elezione delle cariche sociali. Gli scrutatori nominati dall'assemblea: Ingg. Renzo Franceschini e Paolo Martinez, comunicano i seguenti risultati della votazione:

Votanti n. 83 - Schede nulle n. 3 - Schede bianche n. 8 - Schede varie n. 4.

Vengono eletti con 68 voti, i seguenti nominativi:

Presidente: Picchi Prof. Ing. Alberto;

Vice-Presidente: Legnaioli Ing. Umberto;

Segretario: Poggi Ing. Dante;

Cassiere: Rubbieri Mario;

Consiglieri: Bianchi Emilio; Carli Ing. Cesare; Ginori-Conti Conte Dott. Giovanni; Martinez Ing. Giulio; Pierallini Comandante Eugenio; Piquè Ing. Enrico;

Consiglieri Delegati: Cuttica Ing. Amedeo; Monteverde Ing. Aurelio; Tognetti Ing. Enrico; Venturi-Ginori March. Roberto;

Revisori dei Conti: Sermanni Rag. Vittorio; Segrè Dott. Aldo; Zocchi Ing. Gino.

Prima di chiudere la riunione il socio sig. Gino Benedetti propone all'assemblea il seguente ordine del giorno:

« I soci tutti, riuniti in assemblea generale per l'approvazione del Bilancio consuntivo e preventivo 1930 e 1931 e per la nomina del nuovo Consiglio Direttivo, plaudono all'opera attiva ed intelligente svolta dal Consiglio e dal Presidente uscente per precise ed inderogabili norme dello Statuto.

« Rivolgono inoltre un deferente omaggio ai futuri nuovi Consiglieri e Presidente in particolar modo, certi che sapranno ben meritare la fiducia dei soci e della Presidenza Generale ».

L'assemblea si chiuse alle ore 24.

CONTO RENDITE E SPESE DELL'ESERCIZIO 1930.

Rendite:

Contributi sociali:					
N. 255	quote individuali	a L. 70	L. 17.850,—		
» 18	» »	» » 35	» 630,—		
» 2	» studenti	» » 40	» 80,—		
» 9	» collettive	» » 500	» 4.500,—		
» 1	» »	» » 175	» 175,—		
» 1	» estera	» » 125	» 125,—		
» 1	» studente (1931)	» » 40	» 40,—		
				L. 23.400,—	
Entrate ordinarie:					
Interessi anno 1930 sul c/c S. E. V.				» 2.104,42	
Entrate straordinarie:					
Prenotazioni rendiconti per conto di soci				» 100,—	
			Totale rendite	L. 25.604,42	

Spese:

Versamenti alla Sede Centrale:		
Saldo contributi sociali, anno 1930	L. 14.945,—	
Per rendiconti per conto di soci	» 100,—	
		L. 15.045,—
Spese ordinarie:		
Affitto, telefono, riscaldamento, ecc.	L. 1.986,65	
Spese di stampa	» 458,10	
» di personale	» 1.600,—	
» postali, bolli, ecc.	» 424,10	
Interessi 5,5 % su contanti cassa Radio	» 210,51	
Varie	» 35,—	
		» 4.714,36
Spese straordinarie:		
Rimborsi a soci e Sezione Adriatica	L. 54,—	
Onoranze a soci defunti	» 40,—	
Rilegatura libri	» 255,—	
Complemento, acquisto stufe e sedie	» 500,—	
Conferenze, gite, ecc.	» 316,—	
		» 1.165,—
Creditori diversi:		
Quote anticipate 1931		» 40,—
Utile dell'esercizio		» 4.640,06
Totale spese		L. 25.604,42

SITUAZIONE PATRIMONIALE.

Attività:

Contanti in cassa (presso c/c S. E. V. al 31 dicembre 1930)	L. 32.654,02	
Deposito presso S. E. V. per consumo energia stufe	» 50,—	
Totale attività		L. 32.704,02

Passività:

Patrimonio al 31 dicembre 1929	L. 28.410,96	
a dedurre p. creditori liquidati	» 4.425,—	
		L. 23.985,96
Cassa Radio Club	L. 3.827,49	
interessi al 5,5/%	» 210,51	
		» 4.038,—
Creditori diversi		» 40,—
Utile esercizio 1930		» 4.640,06
Totale		L. 32.704,02

BILANCIO PREVENTIVO - ANNO 1931.

Rendite:

Contributi sociali:				
N. 250 quote individuali	a L. 70	L. 17.500,—		
» 1 » estera	» » 125	» 125,—		
» 8 » collettive	» » 500	» 4.000,—		
» 1 » »	» » 175	» 175,—		
» 3 » studenti	» » 40	» 120,—		
			L. 21.920,—	
Entrate ordinarie:				
Interessi			» 1.100,—	
		Totale	L. 23.020,—	

Spese:

Contributi alla Sede Sociale:		
Per i contributi sociali		L. 14.065,—
Spese ordinarie:		
Spese di stampa	L. 500,—	
» di personale	» 1.600,—	
» postali, bolli, ecc.	» 500,—	
		» 2.600,—
Spese straordinarie:		
Ammortamento mobilia	L. 1.700,—	
Rilegatura libri	» 500,—	
Conferenze, gite, ecc.	» 2.000,—	
Impreviste e varie	» 655,—	
		» 4.855,—
Utile dell'esercizio		» 1.500,—
Totale spese		L. 23.020,—

.. .. ATTIVITÀ DELLE SEZIONI .. ..

NB. - Per il mese di agosto non è pervenuto alcun annuncio di Riunioni da parte delle Sezioni.

:: PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ::

DESCRIZIONE IMPIANTI ELETTRICI. — Fascicoli pubblicati:

1° *Impianto di Crego* della Soc. Imprese Elettriche Conti.
2° *Impianti del Tanagro e Aventino* della Società Meridionale di Elettricità.
3° *Impianti idroelettrici Piave Santa Croce* del gruppo della Società Adriatica di Elettricità (*esaurito*).
4° *Impianti della S. I. P. Breda in Valle Lys.*
5° *Impianto del Temù in Valle Camonica* (*esaurito*).
6° *Impianto di Iselle* della Società Dinamo (*esaurito*).
7° *Impianto di Valdo* (Società Conti) (*esaurito*).
8° *Gli Impianti sul Cenischia* della Società Forze Idrauliche del Moncenisio (*esaurito*).
9° *Impianto del Matese* della Soc. Meridionale di Elettricità.
10° *Impianto di Gallicano* della Società Ligure-Toscana di Elettricità.
11° *Impianto del Tirso* della Società Elettrica Sarda.
12° *La nuova Centrale termo-elettrica di « Maurizio Capuano »* della Società Meridionale di Elettricità.
13° *La nuova Centrale termo-elettrica di Livorno* della Società Elettrica Ligure-Toscana.
14° *Impianto di Covalou nella Valle del Marmore* (Gruppo S.I.P.).
15° *Impianto di Sonico* della Società Generale Elettrica dell'Adamello.

Prezzo per ogni fascicolo .... L. 6,—
più per postali » 1,—

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.*

(I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 15-25 Agosto 1931 - ANNO IX N. 23-24

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

COMITATO DIRETTIVO: A. BARBAGELATA, DIRETTORE DELLA RIVISTA - U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

REDAZIONE: R. SAN NICOLO', REDATTORE CAPO - F. NERI - G. SILVA, REDATTORI - M. BOELLA - P. LOMBARDI, COLLABORATORI ORDINARI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Nella Redazione dell' "Elettrotecnica".

La testata di questo numero della rivista presenta qualche novità su cui non è forse inopportuno richiamare l'attenzione dei lettori, per quanto si tratti in fondo di « novità » già annunciate dal Presidente Generale nella seduta di Consiglio del 20 aprile scorso, e riportate, di conseguenza, nel verbale della seduta stessa, pubblicato il 15 giugno.

Si tratta, in sostanza, di un allargamento della vecchia redazione, inteso ad innestare al ceppo antico nuovi e vigorosi germogli. La « vecchia guardia » rimane al suo posto, ma con una funzione prevalente di consulenza per la quale, più dello spirito di intraprendenza giovanile, giova l'esperienza maturata, se non altro, in diciasette anni già dedicati alla Rivista. Ma accanto ad essa sorge una nuova redazione costituita da alcuni di quegli ottimi giovani elementi, di cui fortunatamente non v'è penuria nel nostro Paese, tanto che l'imbarazzo più grave è stato quello della scelta.

Alla nuova redazione spetterà, come in passato alla vecchia, la cura quotidiana di tutto l'andamento della rivista. Vecchia e nuova insieme, in un affiatamento che alcuni mesi di esperienza hanno rivelato perfetto, faranno sempre del loro meglio — coll'aiuto e con la collaborazione dei soci tutti, su cui sanno di poter fare affidamento — per il progressivo miglioramento di questa rivista, che dell'A. E. I. rappresenta la più importante e regolare manifestazione.

Novità nel Giornale.

Abbiamo visto precedentemente (vedi *L'Elettrotecnica* del 15 giugno e del 25 luglio) quali siano le esigenze dei lettori che abbiamo, per l'occasione, classificato in due categorie: rilegatori e distruttori.

Non occorre certo insistere molto per comprendere quanto sia difficile accontentare i distruttori. Le esigenze della impaginazione sono così gravi e danno già così sentite preoccupazioni, da non far certo desiderare un notevole aggravamento ulteriore, anche perchè la consuetudine impone un ordine prefissato per le varie rubriche del giornale. Notiamo ancora che, a nostra conoscenza, nessuna rivista si è finora preoccupata di accontentare i signori distruttori; le redazioni sembrano ignorare questa categoria di lettori che legge armata di forbici, che squinterna e strappa con tanta disinvoltura, che distrugge insomma quello che si amerebbe veder conservato!

Se è difficile accontentare i distruttori per quanto concerne gli articoli originali, è invece relativamente facile il farlo per le recensioni. Quasi tutte le riviste pubblicano infatti riassunti più o meno estesi degli articoli comparsi nella stampa tecnica nazionale ed estera. Basta stampare tali riassunti su una sola facciata per permettere la creazione di tante utilissime schede.

Magnifici esempi di impaginazione basata su questi concetti ci sono offerti dalla « Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane » e dalla « R. G. E. ». Queste riviste accontentano in pieno i rilegatori perchè offrono (con un sol colpo di forbice) le schede di tutti gli articoli propri e di quelli delle altre riviste. Accontentano invece parzialmente i distruttori.

La ormai lunga pratica sembra aver confermato che una tale impaginazione risponde ad un reale bisogno ed è graditissima ai lettori.

Per venire al caso concreto de *L'Elettrotecnica* occorrerebbe:

a) stampare su una delle facciate destinate alla pubblicità le schede degli articoli contenuti in ciascun numero della rivista;

b) stampare i « Sunti e Sommari » su di una sola facciata, nella parte del giornale riservata attualmente alle inserzioni.

Il primo punto è senz'altro realizzabile. Le schede dei due o tre articoli contenuti in ciascun numero saranno stampate sulla prima facciata destinata alla reclame. Su ciascuna scheda sarà riprodotto anche il riassunto dell'articolo.

Il secondo punto rivoluzionerebbe l'impaginazione e diminuerebbe sensibilmente il testo del giornale. Inoltre l'economia realizzata stampando i « Sunti e Sommari » sulla carta più grossolana delle inserzioni, riducendo quella più costosa riservata al testo, non sembra compensare le cresciute difficoltà dell'impaginazione. Anche la presentazione della rivista risulterebbe non poco compromessa ed i rilegatori potrebbero lamentarsi di dover conservare un notevole numero di facciate riempite di inserzioni, con inutile aumento di peso della raccolta. In base a queste considerazioni ha prevalso il concetto di lasciare i « Sunti e Sommari » impaginati sulle due facciate, nel testo del giornale, mettendo però in distribuzione gli stessi « Sunti e Sommari » stampati su fogli sciolti e su di una sola facciata (quindi facilmente ritagliabili). Questa iniziativa è stata anche attentamente presa in considerazione ed approvata dopo larga discussione dal Consiglio Generale nella sua ultima riunione (Vedi « L'Elettrotecnica » del 15 giugno 1931, pag. 419). Se la iniziativa avrà il consenso dei lettori si potrà, in un secondo tempo, creare un vero « Bollettino di Documentazione », da distribuirsi mensilmente e contenente (sempre su fogli stampati da un solo lato) i « Sunti e Sommari » di tre numeri della rivista.

L'invio gratuito a tutti i soci di questi fogli di documentazione graverebbe in modo troppo sensibile sul bilancio della rivista; esso sarà per ora necessariamente limitato a coloro che ne faranno richiesta versando una piccola quota annua da stabilirsi. Detta quota varrà per il 1932 e darà diritto a ricevere gratuitamente la documentazione da distribuirsi nell'anno in corso. Almeno in un primo periodo di prova non sarà possibile conservare arretrati nè accettare sottoscrizioni per frazioni di anno.

La data precisa dell'inizio della distribuzione sarà oggetto di una prossima nota: si prevede di poter organizzare completamente il nuovo servizio per il mese di ottobre.

Questa soluzione, anche se di carattere provvisorio, avrà per la redazione una importanza notevole, perchè permetterà di valutare quanti sono i lettori che sentono il bisogno di veder facilitato il loro lavoro bibliografico. In un secondo tempo, come già detto, potremo affrontare il problema con maggior sicurezza e più radicalmente.

La redazione sarà gratissima a tutti i colleghi che faranno presenti le loro osservazioni: di ogni proposta si terrà conto nei limiti consentiti dalle possibilità del giornale; ogni più piccola collaborazione sarà preziosa.

La redazione sarà inoltre particolarmente grata ai soci che invieranno con sollecitudine la loro adesione, dato che lo speciale contratto colla tipografia (per la nuova stampa della documentazione) è necessariamente legato al numero delle copie richieste.

Un'altra questione che deve essere ripresa in considerazione è quella dell'*Indice Bibliografico*. E' noto che i volumetti semestrali vengono inviati gratuitamente ai soci che ne facciano richiesta e si continua tuttora ad inviarli ai soci che ne fecero richiesta una volta tanto, parecchi anni or sono. Poichè ciò importa una spesa non trascurabile, ad evitare che l'Indice venga mandato anche chi forse non ne tragga pratica utilità, si è stabilito di invitare i soci che attualmente lo ricevono a confermare se desiderano che l'invio gratuito sia continuato.

In memoria di Galileo Ferraris.

Pubblichiamo più avanti — pur troppo con notevole ritardo dovuto alle solite esigenze redazionali — il resoconto della semplice cerimonia con la quale fu inaugurato lo scorso luglio il Sacrario dedicato, nel paese natio, alla memoria di Galileo Ferraris e del fratello suo Adamo, valoroso combattente della indipendenza italiana.

L'A.E.I., associandosi all'iniziativa dei primi discepoli del Grande, ha voluto anche assolvere un suo particolare debito di gratitudine verso il suo fondatore ed il suo primo Presidente.

Livorno Ferraris, modesta stazione di una grande linea ferroviaria, è purtroppo tagliata fuori dalle vie del grande traffico automobilistico. E' però da augurarsi che ad opera delle maggiori associazioni nazionali, la conoscenza del Sacrario venga in ogni modo diffusa, cosicchè la culla di Galileo Ferraris possa divenire meta di devoto pellegrinaggio per molti, italiani e stranieri. E non solo per un doveroso tributo ad uno dei creatori dell'industria elettrica, ma per quel benefico influsso che su tutti sempre esercita l'avvicinarsi spiritualmente ai grandi che furono.

« A' egregie cose il forte animo accendono... ».

Relazioni e Memorie al Congresso di Perugia.

Iniziamo in questo numero la pubblicazione dei riassunti delle memorie che dovranno essere discusse nella prossima Riunione annuale, il cui successo tecnico è ormai più che assicurato dal numero e dall'importanza dei lavori presentati. Una gran parte di essi fu inviata dai rispettivi Autori nei termini prefissati e mentre scriviamo ferve il lavoro di stampa e di correzione, cosicchè si potrà fra una quindicina di giorni spedire agli inscritti al Congresso un primo nucleo di memorie. Preghiamo vivamente i pochi ritardatari a sollecitare l'invio dei loro manoscritti in modo che sia possibile inviare. col massimo anticipo, ai Congressisti le bozze di tutti i lavori.

Il testo completo di essi formerà, com'è noto, insieme col resoconto stenografico delle discussioni il IV volume della Nuova serie Rendiconti; volume che spetterà di diritto a tutti i partecipanti alla Riunione e sarà ceduto agli altri soci, che ne faranno richiesta nei termini che verranno a suo tempo indicati, a prezzo ridottissimo, tale che ben pochi colleghi vorranno rinunciare ad un si interessante supplemento di questa nostra Rivista.

A tutti i soci viene però dato modo di formarsi una chiara idea del contenuto tecnico del Congresso attraverso i riassunti di cui oggi appunto iniziamo la pubblicazione. Quelli contenuti nell'odierno fascicolo possono dividersi in due gruppi: alcuni infatti riguardano problemi relativi alla costruzione e installazione delle cabine, altri invece questioni di esercizio.

L'Ing. ORLER parla delle cabine costruite con elementi in cemento armato centrifugato, secondo una modernissima tecnica che si va rapidamente affermando.

La questione, ancora dibattuta, della convenienza delle cabine chiuse o all'aperto, è illustrata con dati di fatto dall'Ingegner MAINARDIS che riporta i risultati di costruzioni eseguite dalla Società Adriatica di Elettricità. Sulla moderna tendenza di installare il macchinario all'aperto, riferisce con interessanti considerazioni di carattere generale, l'Ing. G. SILVA.

Risultato di pratico esercizio e perciò di grande interesse generale è la memoria, che pubblichiamo qui in sunto, dell'Ing. SELMO sulla manutenzione delle cabine. Il grave problema del trattamento degli oli isolanti nell'esercizio è trattato con speciale competenza dall'Ing. BANFI, mentre l'Ing. CERRETELLI si occupa da un punto di vista generale dei diversi sistemi per il raffreddamento dei trasformatori.

Sui trasformatori a tre avvolgimenti.

Pubblichiamo oggi un notevole lavoro che avrebbe potuto figurare assai bene fra le memorie destinate al prossimo Congresso, e che, ad ogni modo, può assai giovare alle discussioni che a Perugia potrebbero svilupparsi intorno all'impiego ed alle caratteristiche dei trasformatori a tre avvolgimenti.

Ogni qualvolta viene introdotto nella tecnica qualche nuovo procedimento o qualche nuovo apparecchio la cui teoria presenti qualche difficoltà, si verifica sempre una fioritura di studi e di scritti intesi a spiegare semplicemente in modo più o meno razionale ed approssimato la « novità » ed a renderne più agevole l'uso. E ciò accade anche quando i principi scientifici che sono alla base di ogni tecnica sono perfettamente sufficienti a rendere esatto conto del nuovo procedimento o del nuovo apparecchio. Nè la cosa può far meraviglia quando si consideri che, in primo luogo e senza far torto a nessuno, non tutti i tecnici possono sempre aver presenti principi e teoremi studiati spesso molti anni prima, e si tenga presente, in secondo luogo, la naturale tendenza dei tecnici a concretizzare, a rendere procedimenti e teorie quanto più possibile aderenti alla realtà dei fenomeni osservati. Tipico al riguardo è stato il problema del calcolo elettrico delle grandi linee per il quale sono stati via via proposti metodi più o meno approssimati e più o meno complicati, quando già erano a disposizione tutti i mezzi analitici necessari e sufficienti per quella soluzione generale e completa che ormai, nell'una o nell'altra delle sue forme, va sostituendosi ovunque agli altri procedimenti.

Altrettanto tipico è il caso dei trasformatori a tre avvolgimenti, affermatisi nella tecnica in quest'ultimo decennio. Come è ben noto, alla teoria classica dell'ordinario trasformatore, basata sui concetti dell'auto e della mutua induzione dei due avvolgimenti, si è da tempo sostituita, ad opera dei tecnici, la teoria basata sulle reattanze di dispersione e sui circuiti equivalenti, che meglio aderisce alla pratica delle prove e delle misure possibili sui trasformatori, e che conduce a risultati altrettanto esatti per quanto concerne il funzionamento esterno del trasformatore. E' ben naturale pertanto, che, alla comparsa dei primi trasformatori a tre avvolgimenti, i tecnici abbiano cercato di adattare ad essi gli stessi procedimenti che loro erano famigliari, e poichè il problema presentava qualche indeterminatezza sono così nati diversi metodi e diversi procedimenti più o meno razionali e più o meno esatti. Ma colla diffusione sempre crescente dei trasformatori a tre avvolgimenti era ormai necessario mettere un po' d'ordine nella complessa materia esaminando i vari procedimenti al lume dei principi e delle teorie fondamentali dei trasformatori.

E' quanto appunto fa oggi l'Ing. CORREGGIARI con quella esposizione ordinata e rigorosa a cui ci ha abituati coi precedenti suoi lavori. Molte delle conclusioni parziali a cui egli giunge potranno interessare e forse meravigliare gli autori dei vari procedimenti messi in discussione, mentre le conclusioni generali dovrebbero d'ora innanzi segnare la via maestra a chi debba occuparsi di tali tipi di trasformatori.

Reti telefoniche urbane.

Ai vari articoli pubblicati negli ultimi anni dal nostro giornale su questioni di telefonia urbana, per illustrare di volta in volta sistemi, centrali, canalizzazioni, impianti, facciamo oggi seguire il testo di una efficace comunicazione dell'Ing. PASINI alla Sezione di Roma sullo studio delle reti. Si viene così integrando per la generalità dei nostri lettori il quadro delle conoscenze in questo ramo dell'elettrotecnica; le quali — forse ancora poco diffuse in mezzo alla grande massa dei non specialisti — sono atte a destare il più vivo interesse, sol che siano rese oggetto di attenzione. In tale campo, come, e forse più che in molti altri riguardanti pubblici servizi, assume grande importanza l'elemento « previsione di sviluppo ». Ed i dati statistici ne costituiscono — per così dire — il bagaglio sperimentale, permettendo conclusioni per il passato, verifiche per il presente, induzioni per l'avvenire.

Di tutto questo complesso di notizie noi siamo oggi lieti di disporre, poichè esso merita l'osservazione di ogni persona colta, anche al di fuori dell'ambito strettamente tecnico.

LA REDAZIONE.

SUL CALCOLO DELLE VARIAZIONI DI TENSIONE NEI TRASFORMATORI A TRE AVVOLGIMENTI

F. CORREGGIARI

Vengono esposte alcune considerazioni sui flussi e sulle reattanze di dispersione nei trasformatori a due avvolgimenti e viene discussa la reale portata dell'ipotesi, comunemente ammessa, che la reattanza di dispersione possa essere attribuita in parti uguali al primario ed al secondario.

In seguito, dopo aver richiamato la teoria corretta del trasformatore a tre avvolgimenti, viene svolto un esame critico dei varii metodi proposti per il calcolo delle variazioni di tensione in questo tipo di trasformatore, e sono additate la cause delle discordanze constatate fra i risultati numerici ottenuti dai varii Autori.

I. — PREMESSE.

1. - Scopo dell'articolo.

In un articolo pubblicato su queste colonne [1] l'Ing. Della Salda fa un esame comparativo di diversi metodi proposti per il calcolo delle variazioni di tensione nei trasformatori a tre avvolgimenti, applicandoli ad alcuni casi concreti e confrontando i risultati numerici ottenuti.

Successivamente [2] gli Ingg. Palestrino e Caminiti comunicano altri valori calcolati, per gli stessi casi concreti, con un nuovo metodo da essi studiato.

Complessivamente i metodi confrontati sono i seguenti:

a) metodo della stella equivalente [3]
b) metodo Guastalla [4]
c) metodo Della Salda [5]
d) metodo Palestrino-Caminiti [6]

Dall'esame delle cifre raccolte nelle tabelle pubblicate si rileva che i procedimenti *a*) *c*) *d*) non danno in generale risultati molto concordanti fra di loro: il metodo *b*) fu applicato ad un solo caso ed il risultato concorda discretamente con quelli dei metodi *a*) e *d*).

Poichè gli stessi Autori mettono in evidenza tali discordanze, senza però ricercarne le cause, ho voluto esaminare le ipotesi su cui i vari metodi sono basati, per cercare di trarre elementi di giudizio circa l'attendibilità dei metodi stessi: ho esteso l'indagine anche ad altre due recenti pubblicazioni sullo stesso argomento, e cioè:

e) formule Crivellari [7]
f) articolo Cerretelli [8].

Le conclusioni di questa ricerca formano l'oggetto del presente articolo: ad esse ho ritenuto opportuno premettere alcune considerazioni sui flussi e sulle reattanze di dispersione nei trasformatori a due ed a tre avvolgimenti.

2. - Convenzioni ed ipotesi.

a) I procedimenti in esame si propongono tutti lo studio dei fenomeni dipendenti dalle correnti di carico (variazioni di tensione, ripartizione dei carichi fra trasformatori in parallelo, ecc.), e trascurano quindi in modo più o meno esplicito la corrente a vuoto: ciò equivale a scrivere che le amperspire degli avvolgimenti danno risultante nulla:

$$\Sigma n I = 0 \tag{1}$$

Questa ipotesi è generalmente accettabile, avuto riguardo agli scopi sopra ricordati, e sarà nel seguito da me pure adottata.

b) Ammetterò pure, salvo esplicita dichiarazione contraria, che i vari avvolgimenti di un trasformatore abbiano lo stesso numero di spire, il che permette di parlare più semplicemente di correnti anzichè di amperspire, e di scrivere quindi la 1 così:

$$\Sigma I = 0 \tag{2}$$

Questa ipotesi permette ancora di confrontare direttamente fra di loro i parametri resistenze e reattanze di dispersione, qualunque sia l'avvolgimento al quale essi vengono riferiti: in particolare, nel caso del trasformatore a due avvolgimenti, diventano uguali fra di loro le reattanze di corto circuito misurate alimentando il primario oppure il secondario, e cioè:

$$X_{12} = X_{21}$$

c) Aggiungo infine che farò talvolta riferimento alle reattanze anche quando sarebbe più esatto parlare di impedenze: in particolare questa convenzione potrà riuscir utile per semplificare alcune espressioni analitiche, rendendole scalari.

II. — CONSIDERAZIONI SUI TRASFORMATORI A DUE ED A TRE AVVOLGIMENTI.

A - Reattanze di dispersione nei trasformatori a due avvolgimenti.

1. - Scissione della reattanza di corto circuito.

E' molto diffusa la consuetudine di scindere la reattanza di dispersione in due parti uguali, attribuendone metà al primario e metà al secondario; questa scissione in generale *non è necessaria*: inoltre essa è indeterminata, e, date le proporzioni in cui viene effettuata, essa *è arbitraria*.

Conviene infatti considerare che in pratica si presentano due categorie di problemi:

a) comportamento del trasformatore agli effetti esterni;
b) comportamento interno.

Problema fondamentale del primo tipo è il calcolo delle variazioni di tensione. In questo caso la scissione non è necessaria: è sufficiente conoscere il valore complessivo X_{12} della reattanza di dispersione relativa alla coppia di avvolgimenti interessati: non ha importanza il conoscere in che misura il flusso disperso è concatenato con ciascuno dei due avvolgimenti, cioè in che proporzioni la X_{12} va ripartita fra gli avvolgimenti stessi: risulta infatti che, comunque si immagini ripartita la X_{12} fra primario e secondario, la variazione di tensione risultante è sempre la stessa: ciò deriva dal fatto che le amperspire primarie e secondarie sono fra loro uguali in valore e fase (caso particolare della 1 quando gli avvolgimenti sono due soli) e giustifica l'uso ormai universale delle reattanze equivalenti riferite ad uno dei due avvolgimenti.

Va da sè che, se si vuole, la X_{12} può anche venire attribuita metà al primario e metà al secondario: non bisogna però dimenticare che, agli effetti della variazione di tensione, tale ripartizione non è necessaria.

Nei problemi del secondo tipo invece, come ad esempio la deduzione del valore del flusso principale [9], occorre conoscere quanto del flusso disperso è concatenato col primario e quanto col secondario; la scissione delle reattanze diventa necessaria, ma va evidentemente praticata in accordo con la realtà fisica; la ripartizione arbitraria sopra ricordata non può rappresentare in modo corretto il comportamento interno, a meno che l'esperienza non dimostri che essa corrisponde alla realtà.

Sembra invece che le cose non stiano così.

Ragionamenti fisici abbastanza elementari permettono di affermare che il flusso disperso è nella quasi totalità concatenato con l'avvolgimento primario e che di conseguenza la reattanza di dispersione va attribuita quasi interamente al primario; la f. e. m. indotta dal flusso principale risulta così circa uguale, a meno della caduta ohmica, alla tensione ai morsetti del secondario.

Questo modo di vedere fa nascere alcune questioni interessanti.

---

[1] *L'Elettrotecnica*, 25 dicembre 1929, pag. 832.
[2] *L'Elettrotecnica*, 5 febbraio 1930, pag. 89.
[3] E' il metodo che il Della Salda chiama Americano e che effettivamente fu sviluppato dapprima in America, vedi:
PETERS e SKINNER: J.A.I.E.E., giugno 1921, pag. 483.
BOYAJIAN: J.A.I.E.E., aprile 1924, pag. 345.
INCONTRI: El. A. E. I., 15 aprile 1925, pag. 270.
E' il metodo più razionale e che porta a formule molto semplici ed intuitive; è, si può dire, oggi universalmente adottato. Vedi anche:
HERLITZ: Asea J., 1928, pag. 161.
FALK: E.T.Z., 16 agosto 1928, pag. 1209.
FALK: E.T.Z., 22 e 29 agosto 1929, pagg. 1231 e 1265.
DRABEK: S.Z. agosto 1929, pag. 504 e ottobre 1929, pag. 648.
GENKIN: R.G.E., 26 ottobre 1929, pag. 653 e 21 dicembre 1929, pag. 987.
OST: E.u.M., 10 novembre 1929, pag. 977.
[4] *L'Energia Elettrica*, 1925, pagg. 253 e 758.
[5] *L'Elettrotecnica*, 1925, pagg. 405 e 821; 1927, pag. 318.
[6] *L'Energia Elettrica*, settembre 1930, pag. 778.
[7] Nota 1ª nell'articolo Palestrino-Caminiti già citato.
[8] *L'Elettrotecnica*, 15 ottobre 1930, pag. 661.

[9] Ricordo che con flusso principale si intende il complesso delle linee d'induzione che sono concatenate con ambedue gli avvolgimenti.

2. - Localizzazione del flusso disperso rispetto al nucleo.

Può essere utile di conoscere in che modo il nucleo è interessato dal flusso di dispersione: ciò serve specialmente per la valutazione delle perdite nel ferro a carico.

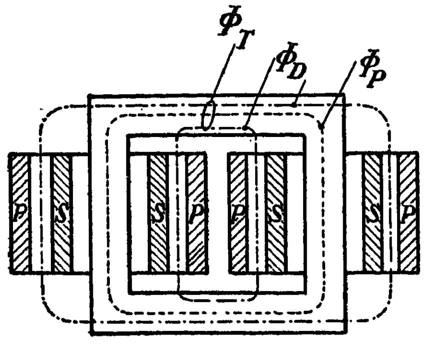


Fig. 1.

P = avvolgimento primario
S = avvolgimento secondario
Φ_P = flusso principale
Φ_D = flusso disperso
Φ_T = flusso totale

Il comportamento è diverso a seconda della disposizione degli avvolgimenti: ecco i casi più comuni:

a) avvolgimenti concentrici con primario esterno (fig. 1): il flusso di dispersione si chiude attraverso le testate, componendosi in esse col flusso principale; ne segue che le testate sono percorse dal flusso totale (principale più disperso) corrispondente alla tensione primaria applicata (o secondaria a vuoto), e le colonne dal solo flusso principale, corrispondente alla tensione secondaria a carico.

b) avvolgimenti concentrici con primario interno (fig. 2): le conclusioni si scambiano: il flusso totale interessa le colonne, il principale le testate.

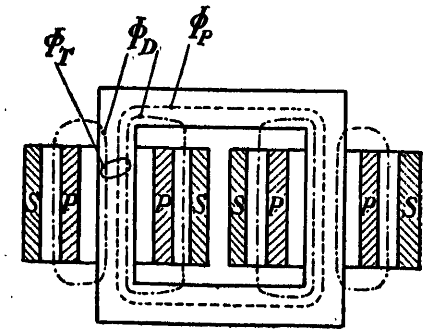


Fig. 2.

c) avvolgimenti alternati (fig. 3): il flusso totale interessa le parti di ferro prossime alle bobine primarie: il resto del ferro è percorso dal flusso principale.

In ciascuno dei tre casi esaminati le perdite nel ferro si possono dunque ritenere dipendenti in parte dalla tensione V_{20} a vuoto, in parte dalla tensione V_2 a carico: il loro valore complessivo potrà essere assunto circa uguale a quello rilevabile nella prova a vuoto con tensione $V_2' = \dfrac{V_{20} + V_2}{2}$: ciò equivale ad attribuire metà della reattanza complessiva al primario e metà al secondario: questa ipotesi, rigettata in seguito alle considerazioni precedenti, può sembrare accettabile per questa particolare deduzione; lo è però solo convenzionalmente, dato che la distribuzione del flusso a carico (da cui dipendono le perdite effettive) è ben diversa da quella che si ha a vuoto con la tensione V_2' (condizione sperimentale adottata per la misura): si ha solo una approssimativa equivalenza di perdite.

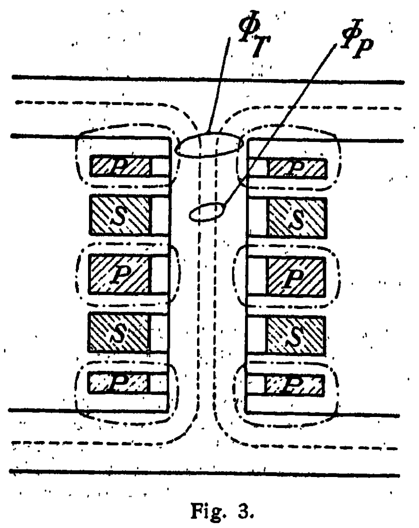


Fig. 3.

3. - Il circuito equivalente del trasformatore a due avvolgimenti.

Nasce spontanea l'obbiezione che, dovendo attribuire tutta la X_{12} all'avvolgimento che funziona da primario, essa non può essere considerata come un parametro caratteristico di un determinato avvolgimento, ma appartiene all'uno od all'altro di questi a seconda del senso in cui l'energia fluisce attraverso al trasformatore. Ne segue che non è più possibile combinare un unico circuito equivalente (a T) che riproduca il comportamento interno del trasformatore per ambedue i sensi del flusso d'energia.

In realtà non vi è anomalia di sorta, in quanto che *i circuiti equivalenti si limitano a rappresentare il comportamento dell'apparecchio ai soli effetti esterni.*

Può darsi tuttavia che un circuito equivalente a ∏ rappresenti più da vicino il comportamento interno nei riguardi dei flussi dispersi: le due ammettenze derivate si dovrebbero attribuire alle due porzioni di nucleo che si è visto comportarsi diversamente agli effetti della distribuzione del flusso: ad esempio, per trasformatori ad avvolgimenti concentrici (fig. 4), l'una rappresenterebbe le colonne, l'altra le testate.

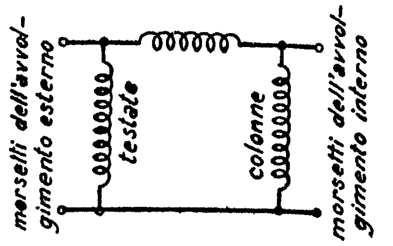


Fig. 4.

4. - Conclusioni relative al trasformatore a due avvolgimenti.

a) per il calcolo delle variazioni di tensione non è necessaria la considerazione di reattanze separate e proprie di ciascuno dei due avvolgimenti: l'uguaglianza delle amperspire primarie e secondarie permette di limitarsi alla considerazione di una unica reattanza equivalente X_{12}, che, moltiplicata per la corrente di carico, dà la variazione cercata;

b) per il calcolo delle f. e. m. indotte e del flusso principale una ripartizione della X_{12} può essere necessaria: essa deve però rispondere alla realtà e non venir fissata arbitrariamente come è la

$$X_1 = X_2 = \frac{X_{12}}{2};$$

c) il flusso di dispersione è da ritenere quasi totalmente concatenato col primario: risulterebbe perciò:

$$X_P \simeq X_{12} \qquad X_S \simeq 0$$

(notare che le X_P e X_S non si devono intendere come reattanze dell'uno e dell'altro avvolgimento in quanto geometricamente definiti, ma in quanto hanno una determinata funzione di primario o di secondario);

d) per sopprimere l'incertezza di attribuzione derivante dalla precedente considerazione, sarebbe forse preferibile rinunciare a scindere la X_{12}, adottando un circuito equivalente a ∏ anzichè a T;

e) per la valutazione delle perdite nel ferro a carico si potrà convenzionalmente riferirsi ad una f. e. m. indotta (fittizia), ottenuta attribuendo metà della X_{12} al primario e metà al secondario.

B - Reattanze di dispersione nei trasformatori a tre avvolgimenti.

1. - Necessità di scindere le reattanze.

In questo caso il funzionamento a carico è caratterizzato dalla esistenza, nei tre avvolgimenti, di amperspire aventi valori e fasi generalmente diverse l'una dall'altra: esse devono soddisfare alla sola e solita condizione, che la loro risultante sia nulla.

Ne segue l'impossibilità di servirsi delle reattanze equivalenti riferite ad un solo avvolgimento e capaci di rappresentare in modo globale le variazioni di tensione, poichè, come si è visto, il loro uso presuppone l'esistenza di una sola coppia di avvolgimenti, le cui amperspire siano uguali l'una all'altra.

Ci troviamo perciò nella necessità di tener conto separatamente degli effetti dovuti alle singole correnti in gioco: lo scopo si raggiunge scindendo le reattanze binarie di dispersione [10] e ripartendole in modo opportuno fra i tre avvolgimenti: ecco una prima differenza rispetto al trasformatore a due avvolgimenti, per il quale la ripartizione non è necessaria: inoltre è facile constatare che, nel caso che stiamo esaminando, essa non può essere effettuata in modo arbitrario, ma risulta completamente determinata.

Trattandosi qui dello studio di fenomeni riguardanti il comportamento della macchina agli effetti esterni (variazioni di tensione) non sarà necessario ragionare sui flussi e sul loro effettivo concatenamento con i vari avvolgimenti; basterà allo scopo limitarsi alla considerazione dei parametri determinabili dall'esterno (reattanze di corto circuito), esaminando in particolare le condizioni limiti di funzionamento che si verificano quando si carichi una sola coppia di avvolgimenti, e trarre profitto dalla evidente constatazione che in questo caso il trasformatore deve presentare il comportamento, che già sappiamo studiare, di un comune trasformatore a due avvolgimenti.

[10] Intendo qui parlare delle reattanze di dispersione relative alle varie coppie di avvolgimenti: esse, come è noto, possono essere calcolate in funzione delle dimensioni geometriche degli avvolgimenti stessi, e misurate mediante le comuni prove di corto circuito interessanti volta a volta due soli dei tre avvolgimenti del trasformatore: all'attributo *binario* è affidato il compito di ricordare tale condizione sperimentale.

2. - Espressione delle reattanze e delle impedenze fittizie [11].

Consideriamo anzitutto la coppia di avvolgimenti 1-2. Conveniamo di chiamare con X_1 e X_2 le reattanze che vogliamo assegnare rispettivamente agli avvolgimenti 1 e 2, e con X_{12} la reattanza di dispersione relativa alla coppia in esame.

Le reattanze ora considerate devono soddisfare alla relazione :

$$X_1 + X_2 = X_{12} \qquad \textbf{(B-1)}$$

dalla quale appare, come è già stato accennato, che la scissione della reattanza di corto circuito rimane indeterminata finchè ci si limita a considerare una sola coppia di avvolgimenti.

Ma nel nostro caso possiano considerare separatamente tre coppie, e di conseguenza, oltre alla relazione scritta, devono essere soddisfatte insieme anche le due seguenti :

$$\begin{aligned} X_2 + X_3 &= X_{23} \\ X_3 + X_1 &= X_{31} \end{aligned} \qquad \textbf{(B-1)}$$

Il sistema delle **B-1** definisce, togliendo ogni indeterminatezza, le reattanze cercate : si ottengono facilmente le seguenti espressioni :

$$\left.\begin{aligned} X_1 &= \frac{X_{12} - X_{23} + X_{31}}{2} \\ X_2 &= \frac{X_{23} - X_{31} + X_{12}}{2} \\ X_3 &= \frac{X_{31} - X_{12} + X_{23}}{2} \end{aligned}\right\} \qquad \textbf{(B-2)}$$

che danno le reattanze fittizie in funzione di quelle di corto circuito binario.

Analoghe relazioni valgono, come è ovvio, fra le resistenze, e quindi fra le impedenze.

3. - Proprietà ed uso delle impedenze fittizie.

Le impedenze ora definite presentano la notevole proprietà di essere facilmente calcolabili in funzione dei risultati di tre misure, che in generale consistono nelle tre prove di corto circuito binario.

Inoltre è pure molto semplice il loro impiego per il calcolo delle variazioni di tensione : il procedimento è intuitivo : dato il modo con cui sono state definite, ciascuna di esse può essere considerata come parametro caratteristico di uno dei tre avvolgimenti : di conseguenza, moltiplicandole per le rispettive correnti, si ottengono delle d. d. p. che, quantunque prese isolatamente non possano essere interpretate come le reali variazioni di tensione nei singoli avvolgimenti, ci danno, sommate a due a due, le variazioni di tensione fra le coppie di avvolgimenti.

4. - Conclusioni relative al trasformatore a tre avvolgimenti.

a) per il calcolo delle variazioni di tensione è necessario considerare impedenze separate, da attribuirsi ai singoli avvolgimenti : la scissione delle impedenze binarie di corto circuito non può essere effettuata arbitrariamente, ma è definita da espressioni analoghe alle **B-2** : la variazione di tensione relativa ad una coppia di avvolgimenti è data dalla somma dei prodotti fra le loro impedenze fittizie e le corrispondenti correnti;

b) pur non avendo svolto per questo caso le considerazioni riguardanti i flussi dispersi, ritengo che esse porterebbero a conclusioni assai simili a quelle relative al caso del trasformatore a due avvolgimenti; potranno eventualmente essere esposte in altra occasione.

C - Il metodo della stella equivalente [12].

1. - Relazioni fondamentali.

Lo studio delle variazioni di tensione nei trasformatori a tre avvolgimenti si può compiere in modo rigoroso ricorrendo ai concetti classici di auto e mutue induzioni, e scrivendo, per ciascuno dei tre avvolgimenti, le espressioni derivanti dall'applicazione della legge di Ohm.

(11) Chiamo con questa espressione le impedenze che intendiamo attribuire ai singoli avvolgimenti in relazione allo scopo sopra ricordato : esse potrebbero essere chiamate *parziali* o *proprie* : preferisco l'attributo *fittizie* per le ragioni che esporrò più avanti (v. *C-2-b*).

(12) Nel precedente capitolo il metodo della stella equivalente è stato esposto mediante considerazioni di carattere intuitivo : riprendo qui l'argomento per svolgerlo in modo rigoroso, con procedimento analitico e risalendo alle nozioni fondamentali dell'elettromagnetismo.

Assunta come positiva, per le f.e.m. e le correnti, la direzione da A verso B (fig. 5) si ha [13] :

$$V_A - V_B + \Sigma E = RI \qquad \textbf{(C-1)}$$

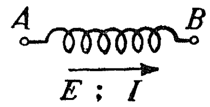


Fig. 5.

Per la d. d. p. ai morsetti adotterò per semplicità il simbolo generico V :

$$V = V_{AB} = V_A - V_B$$

Per le f. e. m. E ricordo che, trattandosi qui di f. e. m. di natura elettromagnetica, la loro espressione generale (relativa ai valori istantanei) è :

$$e = -\frac{d\varphi}{dt}$$

Il flusso Φ può a sua volta esprimersi con

$$\Phi = LI \quad \text{oppure} \quad \Phi = MI$$

quando si ammetta l'esistenza di coefficienti di auto e di mutua induzione costanti [14].

Se infine si ammette il regime sinusoidale e si fa uso dei complessi, risulta, a seconda dei casi :

$$E = -i\omega LI \quad \text{oppure} \quad E = -j\omega MI$$

Nel caso del trasformatore a tre avvolgimenti dovremo considerare i tre coefficienti di autoinduzione, o *autoinduttanze* L_1, L_2, L_3, di ciascun avvolgimento, ed i tre coefficienti di mutua induzione, o *mutueinduttanze* M_{12}, M_{23}, M_{31}, fra gli avvolgimenti, presi a due a due (va ricordato che è $M_{12} = M_{21}$, ed analogamente per le altre).

Possiamo ora scrivere la **C-1**, applicandola a ciascuno dei tre circuiti del trasformatore, e mettendo in evidenza le espressioni di tutte le f. e. m. indotte in funzione delle correnti in gioco e dei coefficienti di induzione.

Risulta :

$$\begin{aligned} V_1 &= R_1 I_1 + j\omega\,(L_1 I_1 + M_{12} I_2 + M_{31} I_3) \\ V_2 &= R_2 I_2 + j\omega\,(M_{12} I_1 + L_2 I_2 + M_{23} I_3) \\ V_3 &= R_3 I_3 + j\omega\,(M_{31} I_1 + M_{23} I_2 + L_3 I_3) \end{aligned} \qquad \textbf{(C-2)}$$

Introduciamo ora le due ipotesi ricordate in principio e vediamone le conseguenze :

a) si suppone che gli avvolgimenti abbiano lo stesso numero di spire : ne segue che le tre tensioni a vuoto sono praticamente

(13) Vedi anche GALILEO FERRARIS : Principi scientifiici della elettrotecnica, pag. 112.

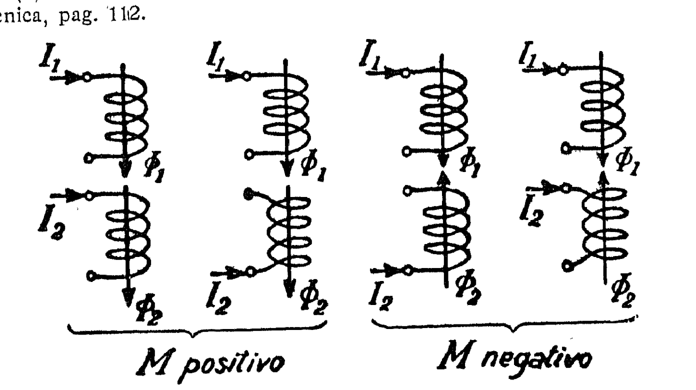


Fig. 6.

(14) Va ricordato che, se si scelgono le direzioni positive della corrente e del flusso in modo da soddisfare alla regola del cavatappi, il coefficiente di autoinduzione risulta essenzialmente positivo.

Il coefficiente di mutua induzione può invece essere positivo o negativo : esso risulta positivo quando il flusso che uno degli avvolgimenti riceve dall'altro ha la stessa direzione di quello che il primo produce ed invia in sè stesso : risulta negativo se i due flussi sono controversi.

La fig. 6 mostra alcuni casi : si constata che il segno di M è influenzato insieme dal senso relativo degli avvolgimenti e dalle direzioni convenzionali positive assunte per le correnti.

Ricordo infine che, se si adottano convenzioni (relative ai segni delle I) tali da rendere positive le M, si deve contemporaneamente scrivere :

$$\Sigma\, n I = \mathfrak{R}\, \Phi$$

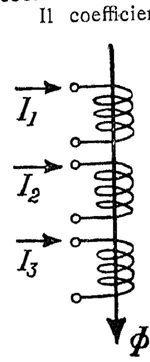


Fig. 7.

cioè valutare le amperspire risultanti facendo la *somma* di tutte le singole amperspire (fig. 7).

Nella trattazione in corso mi atterrò a questa particolare ipotesi.

uguali fra di loro e che di conseguenza la variazione della tensione ai morsetti di uno degli avvolgimenti (ad esempio 2), quando si passa da vuoto a carico, restando costante la tensione ai morsetti di uno degli altri (ad esempio 1), si ottiene semplicemente facendo la differenza fra V_1 e V_2.

Infatti : se

$$V_{10} \simeq V_{20} \simeq V_{30}$$

e

$$V_1 = V_{10}$$

risulta :

$$V_{20} - V_2 = V_{10} - V_2 = V_1 - V_2$$

Questa variazione di tensione sarà nel seguito indicata col simbolo V_{12} e chiamata per semplicità : variazione di tensione fra 1 e 2;

b) limitiamo le nostre considerazioni alle correnti di carico, cosicchè la relazione generale :

$$\Sigma\, n\, I = n\, I_0 = \mathfrak{R}\, \Phi$$

possa essere scritta :

$$\Sigma\, n\, I = 0$$

ed infine, tenuto conto della precedente ipotesi, e della convenzione sui segni delle I :

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0 \qquad \textbf{(C-3)}$$

2. - Le variazioni di tensione e la stella equivalente.

Deduciamo ora le espressioni delle variazioni di tensione fra le varie coppie di avvolgimenti.

Risulta :

$$\begin{aligned} v_{12} = [R_1 + j\,\omega\, (L_1 - M_{12})]\, I_1 - [R_2 + j\,\omega\, (L_2 - M_{12})]\, I_2 \\ + j\,\omega\, (M_{31} - M_{23})\, I_3 \end{aligned} \qquad \textbf{(C-4)}$$

ed analogamente per le altre.

Eliminando da quest'ultima la I_3, si ottiene :

$$\begin{aligned} v_{12} = [R_1 + j\,\omega\, (L_1 - M_{12} + M_{23} - M_{31})]\, I_1 - \\ - [R_2 + j\,\omega\, (L_2 - M_{23} + M_{31} - M_{12})]\, I_2 \end{aligned}$$

e simili per le altre, che si possono scrivere mediante rotazione ciclica degli indici numerici.

Le espressioni fra [ ] sono delle impedenze : poniamo perciò :

$$\left.\begin{aligned} \omega\, (L_1 - M_{12} + M_{23} - M_{31}) = X_1 \\ \omega\, (L_2 - M_{23} + M_{31} - M_{12}) = X_2 \\ \omega\, (L_3 - M_{31} + M_{12} - M_{23}) = X_3 \end{aligned}\right\} \qquad \textbf{(C-5)}$$

e

$$\left.\begin{aligned} R_1 + j\, X_1 = Z_1 \\ R_2 + j\, X_2 = Z_2 \\ R_3 + j\, X_3 = Z_3 \end{aligned}\right\} \qquad \textbf{(C-6)}$$

ed otteniamo infine :

$$\left.\begin{aligned} v_{12} = Z_1 I_1 - Z_2 I_2 \\ v_{23} = Z_2 I_2 - Z_3 I_3 \\ v_{31} = Z_3 I_3 - Z_1 I_1 \end{aligned}\right\} \qquad \textbf{(C-7)}$$

Cioè : il comportamento sotto carico del trasformatore a tre avvolgimenti può essere rappresentato dal circuito indicato nella fig. 8 : esso ha potuto essere ridotto unifilare in considerazione dell'ipotesi di corrente a vuoto trascurabile, che lo priva di ammettenze derivate. Esso è costituito da tre impedenze collegate a stella : di qui la denominazione di *stella equivalente*, che mi sembra opportuno di adottare.

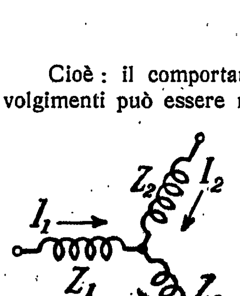


Fig. 8.

Dalle **C-7** e dall'ispezione del circuito equivalente si deduce che :

la variazione di tensione per una coppia qualunque di avvolgimenti risulta dalla somma ([15]) di due tensioni, ciascuna ottenuta moltiplicando la corrente che percorre uno dei due avvolgimenti interessati per una particolare impedenza, definita dalle **C-5** e **C-6**.

Sul significato fisico di queste impedenze c'è però una certa divergenza di vedute.

C'è chi, rilevando giustamente che le $X_1\, X_2\, X_3$ non stanno a rappresentare, come di solito, il solo flusso disperso concatenato con i singoli avvolgimenti, e che conseguenza le $Z_1 I_1$, $Z_2 I_2$, $Z_3 I_3$ non possono essere considerate le vere variazioni di tensione ([16]) che si verificano separatamente in ciascuno dei tre avvolgimenti, si mostra riluttante a servirsi di questo metodo.

C'è al contrario chi, sopravalutando il significato delle impedenze della stella equivalente, le considera come se realmente appartenessero ai tre avvolgimenti, e di consguenza interpreta le $Z\,I$ delle **C-7** come le vere variazioni di tensione in ciascun avvolgimento.

Mi sembra che le due tendenze possano essere facilmente conciliate quando ci si accordi sopra i seguenti punti :

a) il metodo presenta notevoli caratteri di semplicità e può quindi essere praticamente usato con profitto ;

b) le Z della stella equivalente non possono essere ritenute parametri aventi un significato fisico ben definito ; tuttavia, dato che ciascuna di esse moltiplica in ogni caso sempre la stessa corrente, può essere conveniente di ammettere una certa correlazione fra dette impedenze ed i corrispondenti avvolgimenti : esse potrebbero essere chiamate impedenze fittizie degli avvolgimenti ;

c) analogamente le $Z\,I$, pur non essendo le vere variazioni di tensione negli avvolgimenti, possono essere chiamate variazioni fittizie : esse sono ad ogni modo tali che, sommate a due a due, danno le vere variazioni di tensione fra le coppie di avvolgimenti.

3. - Espressioni delle impedenze fittizie.

Indipendentemente da ogni considerazione sul significato di queste Z, il problema pratico è di valutarle, sia in sede di progetto, che di collaudo. Come risulta dalle **C-6**, ciascuna di esse contiene la R del corrispondente avvolgimento, sulla determinazione della quale (prescindendo dall'aumento dovuto alle perdite addizionali) non vi è discussione. Per quanto riguarda le X, le **C-5** ce ne danno l'espressione in funzione delle L e delle M : purtroppo questi coefficienti d'induzione non sono calcolabili nè misurabili con la precisione necessaria, che nel nostro caso dovrebbe essere assai elevata, dato che i loro valori sono praticamente dello stesso ordine di grandezza, e che nelle **C-5** appaiono le loro differenze.

Conviene perciò esaminare se non sia possibile trovare una nuova espressione di queste reattanze, in funzione di altre grandezze di più facile determinazione.

A questo scopo esaminiamo il comportamento del trasformatore considerandone attivi due soli dei tre avvolgimenti : come è noto, in questo caso le variazioni di tensione sono governate dalle impedenze binarie di corto circuito ; se ad esempio si alimenta 1 e si carica 2, lasciando 3 inattivo, sarà :

$$v_{12} = Z_{12}\, I_1$$

dove Z_{12} è l'impedenza binaria di corto circuito per la coppia 1-2.

D'altra parte la condizione di funzionamento ora esaminata deve potersi studiare con le **C-7**, che valgono per una condizione di carico

---

([15]) Si intende somma algebrica, essendo da adottarsi i segni che appaiono nelle **C-7** quando gli avvolgimenti funzionino da ricevitori (vedi direzione positiva delle correnti nella figura 8) e quando la variazione di tensione si intende valutata nel senso indicato dalla successione degli indici delle v : nei vari casi particolari si dovranno portare opportuni cambiamenti di segno ; se, ad es., 1 fosse primario e 2 e 3 secondari, converrebbe (per non dover considerare nei calcoli numerici delle correnti negative) adottare le direzioni positive indicate nella figura 9 e di conseguenza cambiare i segni delle I_2 ed I_3 ; inoltre si calcolerebbero le v_{12} e v_{13}, le cui espressioni diventano :

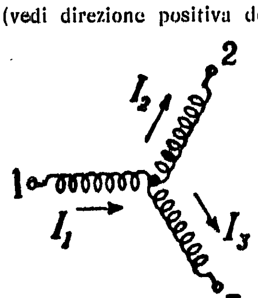


Fig. 9.

$$\begin{aligned} v_{12} &= Z_1 I_1 + Z_2 I_2 \\ v_{13} &= - v_{31} = - [- Z_3 I_3 - Z_1 I_1] = \\ &= Z_1 I_1 + Z_3 I_3 \end{aligned}$$

Esse mostrano che in generale si tratta proprio di calcolare delle somme.

([16]) La $Z_1 I_1$ vale :

$$R_1 I_1 + j\,\omega\, (L_1 - M_{12} + M_{23} - M_{31})\, I_1$$

La vera variazione di tensione nell'avvolgimento 1 può invece (subordinatamente alla ipotesi contenuta nella **C-3**) essere rappresentata dalla 1ª delle **C-2** :

$$R_1 I_1 + j\,\omega\, (L_1 I_1 + M_{12} I_2 + M_{31} I_3)$$

Le due espressioni differiscono della quantità

$$\omega\, (M_{12} I_3 + M_{23} I_1 + M_{31} I_2)$$

che è generalmente diversa da zero : essa diverrebbe nulla solo se fosse

$$M_{12} = M_{23} = M_{31}$$

condizione sia teoricamente che praticamente pressochè impossibile da realizzare.

qualunque e quindi anche per questo caso particolare: essendo $I_3 = 0$, la **C-3** diventa:

$$I_1 + I_2 = 0 \qquad \text{cioè} \qquad -I_2 = I_1$$

per conseguenza la prima delle **C-7** diventa:

$$v_{12} = (Z_1 + Z_2)\, I_1$$

Questa relazione, confrontata con la precedente, dà senz'altro

$$Z_1 + Z_2 = Z_{12}$$

a cui si possono aggiungere le analoghe **(C-8)**

$$Z_2 + Z_3 = Z_{23}$$
$$Z_3 + Z_1 = Z_{31}$$

Le **C-8** sono vettoriali; esse possono essere scisse in due gruppi di relazioni scalari, uno fra le resistenze:

$$R_1 + R_2 = R_{12} \quad \text{e simili} \qquad \textbf{(C-9)}$$

l'altra fra le reattanze:

$$X_1 + X_2 = X_{12} \quad \text{e simili} \qquad \textbf{(C-10)}$$

Le **C-8** permettono di considerare con minore diffidenza le impedenze fittizie della stella equivalente, in quanto che, pur non avendo, come si è visto, un significato fisico definito se si prendono isolatamente, lo assumono se considerate a coppie: esse danno cioè, sommate a due a due, le impedenze binarie di corto circuito.

Le stesse **C-8**, risolte rispetto a $Z_1\ Z_2\ Z_3$, danno:

$$\left.\begin{aligned} Z_1 &= \frac{Z_{12} - Z_{23} + Z_{31}}{2} \\ Z_2 &= \frac{Z_{23} - Z_{31} + Z_{12}}{2} \\ Z_3 &= \frac{Z_{31} - Z_{12} + Z_{23}}{2} \end{aligned}\right\} \qquad \textbf{(C-11)}$$

Anche queste sono vettoriali e possono essere scritte sotto forma scalare, dando luogo ad un gruppo di relazioni fra le resistenze:

$$R_1 = \frac{R_{12} - R_{23} + R_{31}}{2} \quad \text{e simili} \qquad \textbf{(C-12)}$$

e ad uno fra le reattanze:

$$X_1 = \frac{X_{12} - X_{23} + X_{31}}{2} \quad \text{e simili} \qquad \textbf{(C-13)}$$

Considerando in particolare quest'ultimo, si noterà che esso definisce le reattanze della stella equivalente in funzione di grandezze relativamente facili sia da calcolare che da misurare, quali sono le reattanze binarie di corto circuito, e risponde quindi allo scopo a cui si tendeva [17].

Quanto al gruppo relativo alle R si può facilmente constatare

---

(17) Ricordo che anche le reattanze binarie di corto circuito possono essere espresse in funzione dei coefficienti di induzione: le **C-10** e le **C-5** danno infatti:

$$\left.\begin{aligned} X_{12} &= \omega\,(L_1 + L_2 - 2\,M_{12}) \\ X_{23} &= \omega\,(L_2 + L_3 - 2\,M_{23}) \\ X_{31} &= \omega\,(L_3 + L_1 - 2\,M_{31}) \end{aligned}\right\} \qquad \textbf{(C-14)}$$

Queste espressioni si devono ritenere già note come risultato di considerazioni di carattere più generale: le ho qui riportate perchè esse rientrano nel quadro delle relazioni a cui nel seguito avrò opportunità di riferirmi.

Analogamente ricorderò che, nel funzionamento del trasformatore a due avvolgimenti, da alcuni si fa riferimento alle cosidette reattanze di dispersione di un avvolgimento rispetto all'altro; esse risultano definite dalle **C-2** applicate al caso particolare in esame, ed assumono le seguenti espressioni:

$$\left.\begin{aligned} X_{1(2)} &= \omega\,(L_1 - M_{12}) & X_{2(1)} &= \omega\,(L_2 - M_{12}) \\ X_{2(3)} &= \omega\,(L_2 - M_{23}) & X_{3(2)} &= \omega\,(L_3 - M_{23}) \\ X_{3(1)} &= \omega\,(L_3 - M_{31}) & X_{1(3)} &= \omega\,(L_1 - M_{31}) \end{aligned}\right\} \qquad \textbf{(C-15)}$$

dove col simbolo $X_{m\ n}$ ho indicato la reattanza di m rispetto ad n.

Sommando a due a due quelle munite degli stessi indici, e confrontando con le **C-14** si ottiene:

$$\left.\begin{aligned} X_{1(2)} + X_{2(1)} &= X_{12} \\ X_{2(3)} + X_{3(2)} &= X_{23} \\ X_{3(1)} + X_{1(3)} &= X_{31} \end{aligned}\right\} \qquad \textbf{(C-16)}$$

che, nel caso in cui non vi siano perdite addizionali, le R della stella equivalente risultano uguali alle R proprie delle singole fasi; in caso contrario bisognerà attribuire ai rami della stella equivalente le R calcolate con le **C-12**; mediante l'adozione di queste ultime si riesce a valutare correttamente le reali condizioni di funzionamento del trasformatore.

4. - Osservazioni sull'espressione delle impedenze fittizie.

Poichè le **C-11**, **C-12**, **C-13** sono le espressioni fondamentali del metodo, è bene avere una regola per ricordarle correttamente: essa riguarda i segni ed è la seguente:

delle tre Z binarie di corto circuito vanno prese col segno + le due che contengono lo stesso indice della Z fittizia che si vuol calcolare, col segno — la terza.

E' inoltre opportuno ricordare a questo punto che nelle macchine reali, a differenza di quanto si è fin qui supposto, i tre avvolgimenti hanno numeri di spire diversi l'uno dall'altro: bisogna perciò rendere paragonabili fra di loro i risultati delle varie prove: questo scopo può essere raggiunto in uno dei seguenti modi:

a) riferire tutte le X ad un solo avvolgimento, moltiplicandole per i quadrati dei rapporti fra le spire dell'avvolgimento scelto come base e quelle dei singoli avvolgimenti considerati;

b) riferire tutte le X ad un ideale avvolgimento costituito da una sola spira, dividendole per il quadrato del numero delle spire dell'avvolgimento corrispondente: questo metodo è utile specialmente ai costruttori, perchè permette di studiare le macchine da un punto di vista generale, servendosi dei valori caratteristici *volt per spira* ed *amperspire*: se infatti la reattanza di un dato avvolgimento è $X = \dfrac{V}{I}$ e se si chiama X_o la reattanza qui considerata, risulta

$$X_o = \frac{X}{n^2} = \frac{V}{n^2 I} = \frac{V/n}{n I}$$

c) esprimere le X sotto forma di XI percentuale, con l'avvertenza di riportarsi, per ciascuno dei tre avvolgimenti, ad una unica potenza di riferimento, anche se essi, come generalmente avviene, sono proporzionati per potenze diverse.

d) esprimere le X per mezzo delle corrispondenti potenze reattive $X I^2$ assorbite nelle prove di corto circuito, osservando la stessa avvertenza sopra esposta.

5. - Altra espressione delle variazioni di tensione.

Da alcuni Autori si preferisce porre le **C-7** sotto un'altra forma, nella quale sono lasciate in evidenza solo le correnti degli avvolgimenti secondario e terziario: se ad esempio l'avvolgimento 1 funziona da primario e di conseguenza ci si limita a calcolare le sole v_{12} e v_{13}, la 1ª e la 3ª delle **C-7**, unitamente alle **C-3** e **C-8**, danno, a parte il segno (v. nota 15)

$$\left.\begin{aligned} v_{12} &= Z_{12}\, I_2 + Z_1\, I_3 \\ v_{13} &= Z_{13}\, I_3 + Z_1\, I_2 \end{aligned}\right\} \qquad \textbf{(C-17)}$$

Analoghe espressioni si otterrebbero, con rotazione ciclica degli indici, nei casi in cui la funzione di primario fosse assolta da uno degli avvolgimenti 2 o 3.

6. - La tensione ai morsetti dell'avvolgimento aperto.

Durante l'esecuzione della prova di corto circuito interessante gli avvolgimenti 1 (alimentato) e 2 (in corto circuito), si legga la tensione ai morsetti di 3 (in circuito aperto): essendo in questo caso

$$V_2 = 0 \qquad \text{e} \qquad I_3 = 0$$

la 2ª delle **C-7** dà:

$$v_{23} = V_2 - V_3 = -V_3 = Z_2\, I_2 \qquad \textbf{(C-18)}$$

Cioè, a parte il segno, e generalizzando il risultato:

la tensione ai morsetti dell'avvolgimento aperto dà la caduta fittizia nell'avvolgimento in corto circuito.

Da quanto esposto si deduce che queste misure consentono di determinare direttamente le $Z_1\ Z_2\ Z_3$: questa possibilità è preziosa perchè, nei casi in cui risultasse difficile l'esecuzione di una delle prove di corto circuito binario, basterà sostituirla con una delle letture di tensione ora illustrate: le prove strettamente necessarie si possono così ridurre a due prove di corto circuito binario e ad una sola lettura di tensione ai morsetti del circuito aperto: bisogna però ricordare che questa misura è molto delicata specialmente perchè occorre rilevare, oltre al valore, anche la fase.

Osserverò infine che in relazione al risultato sopra enunciato è

forse possibile attribuire alle impedenze fittizie un significato fisico meno vago di quanto generalmente non si ammetta.

7. - Prova di corto circuito interessante i tre avvolgimenti.

Si alimenta 1, chiudendo contemporaneamente in corto circuito gli avvolgimenti 2 e 3.

Due problemi possono presentarsi:

a) prevedere i valori delle correnti in ciascuno dei due avvolgimenti in corto circuito, sopratutto in relazione alla possibilità che uno di essi risulti sovraccarico.

b) vedere se la prova sia di qualche utilità.

Essendo in questo caso:

$$V_2 = O \quad e \quad V_3 = O$$

le C-7 danno

$$V_2 - V_3 = v_{23} = O \qquad Z_2 I_2 = Z_3 I_3$$
$$V_1 = v_{12} = v_{13} = Z_1 I_1 - Z_2 I_2 = Z_1 I_1 - Z_3 I_3$$

e, tenuto conto della C-3, risulta:

$$I_2 = -I_1 \frac{Z_3}{Z_2 + Z_3} \qquad I_3 = -I_1 \frac{Z_2}{Z_2 + Z_3} \qquad \text{(C-19)}$$

$$V_1 = I_1 \left(Z_1 + \frac{Z_2 Z_3}{Z_2 + Z_3} \right) \qquad \text{(C-20)}$$

Le C-19 rispondono al 1° quesito: esse dicono anche che le correnti si ripartiscono fra i due avvolgimenti in proporzione inversa delle rispettive impedenze fittizie, come in un comune arco doppio.

Quanto al 2° quesito, si osserverà che la C-20 permette di dedurre l'espressione dell'impedenza di corto circuito che si ottiene sperimentalmente in queste condizioni, e che indicherò con $Z_{1(23)}$; si ha:

$$Z_{1(23)} = Z_1 + \frac{Z_2 Z_3}{Z_2 + Z_3} \qquad \text{(C-21)}$$

Essa è una funzione piuttosto complessa delle impedenze che si vogliono determinare: sembra si possa concludere che, per quanto teoricamente l'esecuzione di una di queste prove possa sostituirsi a quella di una delle tre prove binarie di corto circuito, in pratica esse siano da ritenere di scarsa utilità.

8. - Uso del circuito equivalente.

Il circuito equivalente rappresentato dalla figura 8 permette di rendersi conto rapidamente ed in modo intuitivo di tutti i risultati ottenuti fin qui per via analitica.

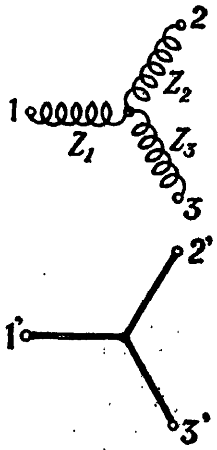


Fig. 10.

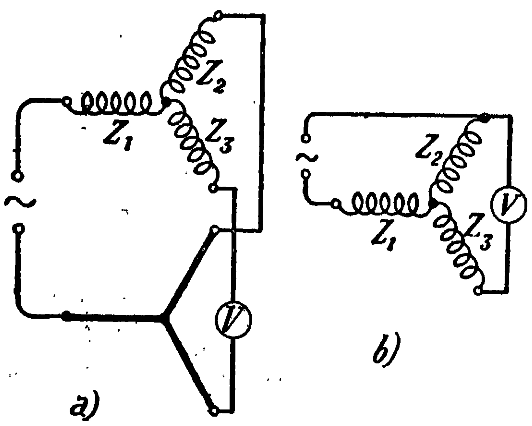


Fig. 11.

Rendiamolo bifilare per aumentarne l'evidenza (fig. 10) e consideriamo i seguenti casi:

a) prova di corto circuito fra 1 e 2 (fig. 11*a*): si ottiene

$$Z_{12} = Z_1 + Z_2$$

che è la prima della C-8; inoltre, se durante la prova si legge V_3, si deduce, tenendo conto che la Z_3 non è percorsa da corrente

$$V_3 = Z_2 I_2$$

che (a parte il segno) è la C-18;

b) prova di corto circuito contemporaneo su due avvolgimenti: la figura 12*a*, dà immediatamente:

$$Z_{1(23)} = Z_1 + \frac{Z_2 Z_3}{Z_2 + Z_3}$$

che è la C-21.

Osservazione: in pratica non è neppure necessario rendere bifilare il circuito: basterà convenire che il morsetto corrispondente all'avvolgimento messo in corto circuito si debba considerare come estremo comune a tutti gli avvolgimenti: con questa ipotesi le figure

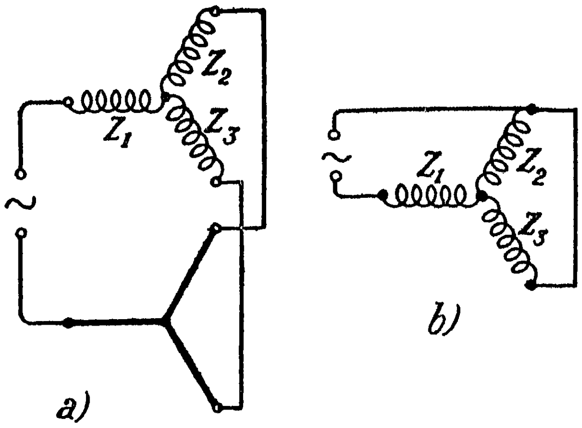


Fig. 12.

11*a* e 12*a* possono essere sostituite dalle 11*b* e 12*b*, che sono assai più semplici e portano agli stessi risultati.

9. - Conclusione.

Il procedimento da seguire per il calcolo delle variazioni di tensione nei trasformatori a tre avvolgimenti può così essere riassunto, nella sua forma più generale, semplice e simmetrica:

a) calcolare, o misurare, le tre impedenze binarie di corto circuito;

b) dedurre, mediante le C-11, le impedenze fittizie della stella equivalente, servendosi di preferenza, per i calcoli numerici, delle espressioni scalari C-12 e C-13.

c) calcolare, mediante le C-7, le variazioni di tensione cercate.

III. — ESAME DEI METODI PROPOSTI.

D - Tabella comparativa dei simboli.

Nel procedere all'esame dei vari metodi proposti ho ritenuto opportuno di attenermi generalmente agli stessi simboli usati da ciascun Autore nella propria memoria originale.

Ricorrerò tuttavia ai simboli da me impiegati nella prima parte del presente lavoro ogni qual volta riterrò che il rinunciare ai simboli originali non nuocia alla chiarezza, oppure quando, per facilitare i necessari confronti, dovrò trasformare le espressioni originali rendendole simili a quelle derivate dal metodo della stella equivalente.

Per questa ragione ho pensato che convenisse confrontare fra di loro, raccogliendoli in una tabella, i simboli usati da ciascun Autore per rappresentare le varie grandezze che intervengono nello studio che ci interessa: la tabella servirà inoltre ad evitare possibili confusioni derivanti dal fatto che talvolta il medesimo simbolo è usato da diversi Autori per rappresentare grandezze diverse.

Aggiungerò infine che, allo scopo di non generare a mia volta confusione, quando nel seguito impiegherò i simboli da me adottati nella prima parte, per essi verrà usato il carattere neretto: di questa convenzione ho tenuto conto anche nella compilazione della tabella.

E - Metodo Guastalla.

E' basato sulla teoria corretta (la stessa che porta all'adozione della stella equivalente); esso prevede l'esecuzione delle tre prove di corto circuito binario e delle letture di tensione ai capi del circuito che, in ciascuna delle tre dette prove, rimane aperto.

I sei risultati sperimentali così ottenuti sono evidentemente esuberanti per la determinazione delle tre impedenze fittizie: essi rappresentano però un utile elemento di controllo, che, potendo, sarà sempre conveniente di procurarsi.

Per quanto riguarda il calcolo delle variazioni di tensione, le formule 27 e 28 dell'Autore sono identiche alle C-17.

Il metodo corrisponde dunque a quello della stella equivalente.

Nome della grandezza	Equazione di definizione	Simboli ed espressioni usate dai varii Autori: Parte III del presente articolo	Guastalla	Della Salda (15-12-29) (2): metodo proprio	Della Salda (15-12-29) (2): metodo della stella	Palestrino Caminiti	Cerretelli
Autoinduttanza (coeff. di a. i.) dell'avvolgim. 1...	L_1	$\mathbf{L}_1$	L_{11}	—	—	—	l_1
Reattanza corrispondente	ωL_1	—	—	—	—	λ_1	—
Mutua induttanza (coeff. di m. i.) fra gli avvolgimenti 1 e 2	$M_{12} = M_{21}$	$\mathbf{M}_{12}$	L_{12}	—	—	—	m_{12}
Reattanza corrispondente	ωM_{12}	—	—	—	—	m_{12}	—
Induttanza di dispersione dell'avvolgim. 1 risp. all'avvolgim. 2	$L_1 - M_{12}$	—	λ_{12}	—	—	—	—
Reattanza corrispondente	$\omega (L_1 - M_{12})$	$\mathbf{X}_{1(2)}$ (1)	—	X_{1S}	X_{1S}	X'_{12}	—
Induttanza di dispersione per la coppia di avvolg. 1 e 2	$L_1 + L_2 - 2\, M_{12}$	—	$\lambda_{12} + \lambda_{21}$	—	—	—	l_{12}
Reattanza corrispondente	$\omega (L_1 + L_2 - 2\, M_{12})$	$\mathbf{X}_{12}$ (1)	—	$X_{1S}+X_{2P}$	$X_{12}=X_{1S}+X_{2P}$	X_{12}	X_{12}
Induttanza fittizia della stella equiv. (ramo 1).	$L_1 - M_{12} + M_{23} - M_{31}$	—	$\lambda_{12} + \lambda_{31} - \lambda_{32}$ oppure $\lambda_{13} + \lambda_{21} - \lambda_{23}$	—	—	—	L_1
Reattanza corrispondente	$\omega (L_1 - M_{12} + M_{23} - M_{31})$	$\mathbf{X}_1$ (1)	—	—	X_P	—	X_1
Variazione di tensione fra gli avv. 1 e 2	—	$\mathbf{v}_{12}$	$V_1 - V_2$	ΔV_2	ΔV_2	$\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2$	e_{12}

(1) Relazioni importanti fra le $\mathbf{X}$: $\mathbf{X}_{12} = \mathbf{X}_{1(2)} + \mathbf{X}_{2(1)} = \mathbf{X}_1 + \mathbf{X}_2$; $\mathbf{X}_1 = \dfrac{\mathbf{X}_{12} - \mathbf{X}_{23} + \mathbf{X}_{31}}{2}$.

(2) Non ho riprodotto nella tabella gli apici, che il Della Salda usa, molto razionalmente, per indicare le grandezze riportate (nel caso di differente numero di spire) dall'uno all'altro avvolgimento: ad esempio: reattanza secondaria riportata al primario: $X'_2 = X_2 \left(\dfrac{n_1}{n_2}\right)^2$.

Nel caso dell'esempio riportato dall'Autore (18) i sei elementi ricordati risultano essere le : $\mathbf{Z}_{12}$ (formula 40 art. cit.), $\mathbf{Z}_{31}$ (form. 42), $\mathbf{Z}_{23}$ (form. 44), due volte la $\mathbf{Z}_1$ (formule 41 e 43) e la $\mathbf{Z}_2$ (form. 45); dallo sviluppo dei calcoli numerici risulta anche, tenuto conto degli inevitabili errori sperimentali, il buon esito dei possibili controlli.

In particolare può essere facilmente constatato, mediante immediata sostituzione delle λ con le corrispondenti espressioni in funzione delle L, che l'ultima relazione a pagina 759 è identicamente uguale a zero: inoltre che le 46 e 47 esprimono la stessa cosa; e precisamente che, nel caso particolare esaminato, risulta $\mathbf{X}_2 \simeq 0$.

F - Metodo Della Salda.

1. - Richiamo del metodo.

E' basato sull'impiego di un particolare circuito (19), costituito da tre rami collegati a stella, e che presenta, rispetto alla stella equivalente, una certa analogia formale: in realtà ne differisce abbastanza profondamente, sia per il modo con cui le relative impedenze vengono determinate, sia perchè, in aggiunta a dette impedenze, vengono in esso inseriti ulteriori elementi.

Riassumo qui le ipotesi che ne governano la costruzione e l'uso:

a) bisogna prefissare il senso del flusso di energia ed il modo di funzionamento che si desidera studiare (cioè se con un primario e due secondari, oppure con due primari ed un secondario): in particolare, nel primo di questi due casi, al quale mi riferirò anche nel seguito, è necessario attribuire fino dall'inizio ad uno dei tre avvolgimenti la funzione di primario.

b) eseguire le due prove di corto circuito interessanti l'avvolgimento primario, rilevando, durante ciascuna di esse, la tensione ai morsetti dell'avvolgimento aperto (in solo valore): si ottengono così: dalla prova di corto circuito fra 1 e 2, la tensione di corto circuito V_{k12}, la reattanza corrispondente $\mathbf{X}_{12} \simeq \dfrac{V_{k12}}{I_1}$, e la tensione V_3 ai morsetti di 3: analogamente, dalla prova di corto circuito fra 1 e 3, si deducono V_{k13}, $\mathbf{X}_{31}$ e V_2.

(18) *L'Energia Elettrica,* 1925, pag. 758.

(19) Che l'A. chiama equivalente: io ho qui evitato tale attributo perchè, come si vedrà, questo circuito non può rappresentare, se non in casi particolari, il reale comportamento del trasformatore.

c) scindere la $\mathbf{X}_{12}$ in due parti uguali, attribuendone una metà al primario, l'altra al secondario: analogamente per la $\mathbf{X}_{31}$; si ottengono così le reattanze parziali

$$X_{1S} = X_2 = \frac{\mathbf{X}_{12}}{2} \qquad X_{1T} = X_3 = \frac{\mathbf{X}_{31}}{2} \qquad \text{(F-1)}$$

delle quali le X_2 ed X_3 vengono assegnate ai corrispondenti rami della stella.

d) calcolare la media fra X_{1S} ed X_{1T} ed attribuirla al ramo 1 della stella:

$$X_1 = \frac{X_{1S} + X_{1T}}{2} = \frac{\mathbf{X}_{12} + \mathbf{X}_{31}}{4} \qquad \text{(F-2)}$$

e) inserire nei rami 2 e 3 delle f. e. m. di mutua induzione E_2 ed E_3, per tener conto della reciproca influenza dei corrispondenti avvolgimenti: esse vengono valutate con le espressioni:

$$E_2 = h\ X_3 I_3 \quad \text{ed} \quad E_3 = k\ X_2 I_2 \qquad \text{(F-3)}$$

I prodotti $h X_3$ e $k X_2$ possono dunque essere interpretati come i coefficienti di mutua induzione di 3 su 2 e di 2 su 3: in essi appaiono le X_3 ed X_2 già definite, ed i coefficienti h e k che vanno calcolati facendo uso dei valori V_2 e V_3 ed utilizzando ancora l'ipotesi che le reattanze binarie di dispersione si possono scindere in due parti uguali fra gli avvolgimenti interessati: le loro espressioni risultano:

$$h = \frac{V_2 - \dfrac{1}{2} V_{k13}}{\dfrac{1}{2} V_{k13}} \qquad k = \frac{V_3 - \dfrac{1}{2} V_{k12}}{\dfrac{1}{2} V_{k12}} \qquad \text{(F-4)}$$

In relazione a tutto ciò la composizione del circuito è rappresentata nella fig. 13, e le variazioni di tensione risultano simbolicamente così espresse:

$$\begin{aligned} \mathbf{v}_{12} &= (R_1 + j X_1) I_1 + (R_2 + j X_2) I_2 - j h X_3 I_3 \\ \mathbf{v}_{13} &= (R_1 + j X_1) I_1 + (R_3 + j X_3) I_3 - j k X_2 I_2 \end{aligned} \qquad \text{(F-5)}$$

2. - Esame critico.

a) Si può anzitutto rilevare che il circuito a stella adottato dal Della Salda presenta l'inconveniente di non essere di uso generale, cioè di non prestarsi allo studio del funzionamento del trasformatore se non per un unico e determinato senso del flusso di energia: cambiando quest'ultimo è necessario costituire un nuovo circuito nel quale i parametri reattivi sono diversi dai precedenti e vanno determinati mediante nuove prove di corto circuito e nuove letture di tensione ai morsetti del circuito aperto: in particolare si osserverà che il passaggio (fisicamente continuo) dalla prima all'ultima delle condizioni rappresentate nella figura 14, dà luogo ad una discontinuità nel modo di studiare il fenomeno, e cioè al completo cambiamento nella costituzione della stella nell'istante in cui il carico su 3 passa per lo zero: secondo il D. S. infatti le stelle relative alle condizioni di funzionamento *a*) e *c*) dovrebbero essere costituite come in *a*) e *c*) della fig. 15.

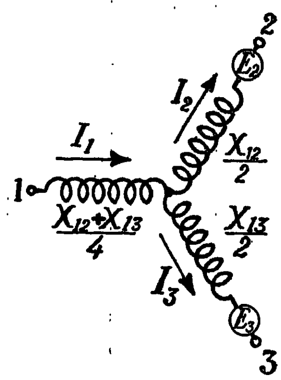


Fig. 13.

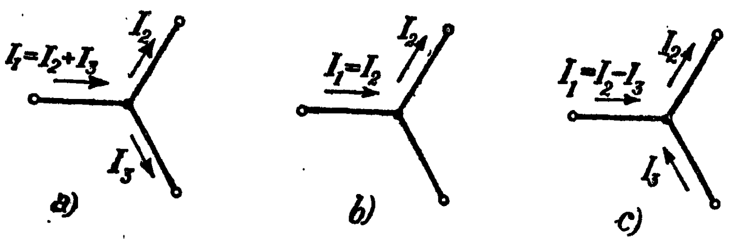


Fig. 14.

b) Poichè l'A. insiste sul fatto che il suo metodo richiede due sole prove di corto circuito, non sarà inutile ricordare che tali prove devono essere completate dalla contemporanea lettura della tensione ai capi del circuito aperto: il materiale sperimentale necessario diventa così paragonabile a quello del metodo della stella nel caso in cui ad una delle prove di corto circuito binario si sostituisca una lettura di tensione ai morsetti dell'avvolgimento aperto (valore e fase).

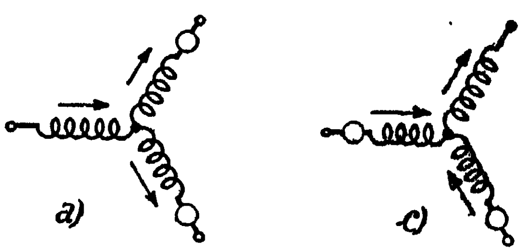


Fig. 15.

A questo proposito non va dimenticato che in ogni caso è necessario procurarsi sei elementi sperimentali, che in particolare sono rappresentati o da tre grandezze complesse (metodo della stella equivalente) o da due grandezze complesse più due scalari (metodo Della Salda).

La diversità del metodo non consiste nel numero o nel tipo delle prove da eseguire, ma nel modo con cui i risultati sperimentali vengono adoperati.

c) Le ipotesi ricordate sono arbitrarie e non giustificate da considerazioni teoriche; particolarmente inaccettabili sembrano la scelta del valore di X_1, come media fra X_{1S} e X_{1T} e l'adozione di due coefficienti di mutua induzione fra gli avvolgimenti 2 e 3, coefficienti rappresentati, come si è visto, da hX_3 e kX_2, e che risultano generalmente diversi fra di loro, in contrasto con le nozioni teoriche fondamentali.

Per queste ragioni è da prevedere che il metodo sia destinato a dare risultati erronei.

3. - Comportamento del trasformatore con un avvolgimento scarico.

Un facile ed immediato controllo di tale previsione ci è reso possibile applicando il metodo in esame al caso particolare del corto circuito binario.

Se ad esempio si alimenta 1 chiudendo in corto circuito 2 lasciando aperto 3, la prima delle **F-5**, tenuto conto che in questo caso è:

$$I_3 = 0 \qquad I_1' = I_2$$

e, ricordando le **F-1** ed **F-2**, ci dà:

$$\mathbf{V}_{12} = \left[R_1 + R_2 + j\left(\frac{3}{4} \mathbf{X}_{12} + \frac{1}{4} \mathbf{X}_{31} \right) \right] I_1$$

mentre dovremmo trovare l'espressione della tensione di corto circuito fra 1 e 2, cioè:

$$(R_1 + R_2 + j\,\mathbf{X}_{12})\, I_1$$

Le due espressioni sono evidentemente diverse (esse diventano identiche solo nel caso particolare in cui $\mathbf{X}_{12} = \mathbf{X}_{31}$): la seconda deve essere ritenuta valida in quanto essa non è che la traduzione analitica di uno dei risultati sperimentali che hanno servito per la deduzione degli elementi della stella: si deve concludere che il metodo proposto non dà risultato esatto, almeno in questo caso particolare: d'altra parte io non esiterei a generalizzare la conclusione, dato che non vi sono ragioni che lascino prevedere un migliore comportamento nel caso generale.

4. - Espressione dei coefficienti *h* e *k*.

Tuttavia è possibile fare una indagine un po' più approfondita, che farà scaturire alcune interessanti deduzioni.

A questo scopo trarrò partito dalle nozioni relative al metodo della stella equivalente per modificare alcune delle espressioni date dal Della Salda.

Anzitutto i coefficienti *h* e *k* (v. formula **F-4**). Esaminiamo in particolare *h*.

Ricordando la **C-18** è possibile scrivere, per analogia, che:

$$V_2 = \mathbf{Z}_3 I_3$$

Inoltre:

$$V_{k13} = \mathbf{Z}_{31} I_1 = \mathbf{Z}_{31} I_3$$

da cui:

$$h = \frac{2\mathbf{Z}_3 - \mathbf{Z}_{31}}{\mathbf{Z}_{31}}$$

Ricordando infine le **C-11**, e limitandoci alla considerazione della sola parte reattiva, risulta:

$$h = \frac{\mathbf{Z}_{23} - \mathbf{Z}_{12}}{\mathbf{Z}_{31}} \simeq \frac{\mathbf{X}_{23} - \mathbf{X}_{12}}{\mathbf{X}_{31}} \qquad \textbf{(F-6)}$$

Analogamente:

$$k = \frac{\mathbf{Z}_{23} - \mathbf{Z}_{31}}{\mathbf{Z}_{12}} \simeq \frac{\mathbf{X}_{23} - \mathbf{X}_{31}}{\mathbf{X}_{12}} \qquad \textbf{(F-7)}$$

Essi possono dunque essere espressi facilmente in funzione delle reattanze binarie di corto circuito.

5. - I valori dei coefficienti *h* e *k*.

Le espressioni ora scritte permettono anche di constatare che i valori di tali coefficienti dipendono in modo semplice dalla disposizione degli avvolgimenti, e che in un certo numero di casi essi sono prevedibili in relazione alla semplice conoscenza di detta disposizione e senza che sia necessario conoscere i valori delle reattanze binarie.

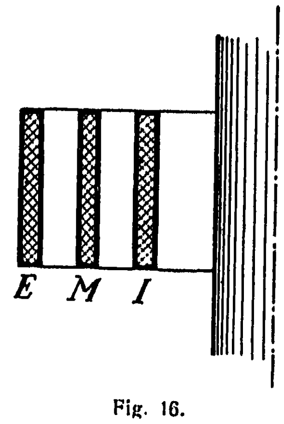


Fig. 16.

Intendo riferirmi al fatto, già messo in evidenza da altri, che nel caso di avvolgimenti concentrici (fig. 16) la reattanza di corto circuito relativa alla coppia *E I* (esterno-interno) è praticamente uguale alla somma delle reattanze relative alle coppie *E M* (esterno-intermedio) ed *M I* (intermedio-interno): cioè:

$$\mathbf{X}_{EI} \simeq \mathbf{X}_{EM} + \mathbf{X}_{MI}$$

Tenendo conto di questo fatto è facile dedurre dalle **F-6** ed **F-7** le seguenti conclusioni:

primario intermedio $\mathbf{X}_{23} \simeq \mathbf{X}_{12} + \mathbf{X}_{31}$ $\quad h \simeq 1$ $\quad k \simeq 1$

secondario intermedio $\mathbf{X}_{31} \simeq \mathbf{X}_{12} + \mathbf{X}_{23}$ $\quad h \simeq \frac{\mathbf{X}_{23} - \mathbf{X}_{12}}{\mathbf{X}_{31}}$ $\quad k \simeq -1$

terziario intermedio $\mathbf{X}_{12} \simeq \mathbf{X}_{23} + \mathbf{X}_{31}$ $\quad h \simeq -1$ $\quad k \simeq \frac{\mathbf{X}_{23} - \mathbf{X}_{31}}{\mathbf{X}_{12}}$

Si vede che soltanto h nel caso di secondario intermedio e k nel so di terziario intermedio possono assumere valori qualunque, in pendenza dai particolari valori delle reattanze (in pratica essi riIteranno quasi sempre compresi fra $\pm$ 0,5) mentre negli altri casi i ılori di h e k sono ben determinati ed invariabili.

Nei casi numerici esaminati dal Della Salda si ha infatti:

ɜempio Guastalla: secondario interm. $h \simeq -0{,}423$ $k \simeq -0{,}93$ [20]

ɜempio Höpp: primario intermedio $h \simeq +0{,}977$

ɜempio Höpp: secondario intermedio $h \simeq -0{,}238$ $k \simeq -0{,}91$

Calcolando per mezzo delle **F-6** ed **F-7** si ottiene:

Esempio Guastalla: $$h \simeq \frac{36-91{,}6}{129} = -0{,}431$$

Esempio Höpp: secondario interm. $$h \simeq \frac{82-136}{218} = -0{,}248$$

ɔn buona conferma delle previsioni.

- I coefficienti di mutua induzione.

Facendo uso delle **F-6** ed **F-7** ci è possibile valutare i coefficienti mutua induzione $h\,X_3$ e $k\,X_2$ in funzione delle reattanze binarie: riɔrdando infatti le **F-1** si ottiene:

$$h\,X_3 = \frac{\mathbf{X}_{23}-\mathbf{X}_{12}}{2} \qquad \text{e} \qquad k\,X_2 = \frac{\mathbf{X}_{23}-\mathbf{X}_{31}}{2}$$

Queste espressioni mostrano, come si è già asserito, che i due ɔefficienti sono in generale diversi fra di loro.

. - Le variazioni di tensione.

Riprendiamo le **F-5** e sostituiamo in esse ad $X_1\ X_2\ X_3\ h\ k$ le corispondenti espressioni in funzione delle reattanze binarie: ricordando ıoltre che è $I_1 = I_2 + I_3$ eliminiamo I_3 dalla prima di esse ed I_2 della econda.

Risulta:

$$\mathbf{v}_{12} = \left[R_1 + j\,\frac{3\,\mathbf{X}_{12}-2\,\mathbf{X}_{23}+\mathbf{X}_{31}}{4} \right] I_1 + \left[R_2 + j\,\frac{\mathbf{X}_{23}}{2} \right] I_2$$

$$\mathbf{v}_{13} = \left[R_1 + j\,\frac{\mathbf{X}_{12}-2\,\mathbf{X}_{23}+3\,\mathbf{X}_{31}}{4} \right] I_1 + \left[R_3 + j\,\frac{\mathbf{X}_{23}}{2} \right] I_3$$

Le analoghe formule del metodo della stella, fatte le opportune ostituzioni e cambiamenti di segno, danno:

$$\mathbf{v}_{12} = \left[R_1 + j\,\frac{\mathbf{X}_{12}-\mathbf{X}_{23}+\mathbf{X}_{31}}{2} \right] I_1 + \left[R_2 + j\,\frac{\mathbf{X}_{23}-\mathbf{X}_{31}+\mathbf{X}_{12}}{2} \right] I_2$$

$$\mathbf{v}_{13} = \left[R_1 + j\,\frac{\mathbf{X}_{12}-\mathbf{X}_{23}+\mathbf{X}_{31}}{2} \right] I_1 + \left[R_3 + j\,\frac{\mathbf{X}_{31}-\mathbf{X}_{12}+\mathbf{X}_{23}}{2} \right] I_3$$

Le due coppie di espressioni hanno struttura diversa e porteranno ιuindi in generale a risultati diversi: è interessante però cercare, se ·i sono, le condizioni per cui i due metodi possono dare il medesimo isultato: basterà uguagliare fra di loro le espressioni corrispondenti lelle due coppie.

Dopo qualche passaggio si ottiene:

$$(\mathbf{X}_{12}-\mathbf{X}_{31})\ (I_1-2\,I_2) = 0$$
$$(\mathbf{X}_{31}-\mathbf{X}_{12})\ (I_1-2\,I_3) = 0$$

Queste ultime espressioni sono identiche e sono soddisfatte ιuando sia:

$$\mathbf{X}_{12} = \mathbf{X}_{31}$$

ɔppure:

$$I_2 = I_3 = \frac{I_1}{2}$$

3. - Conclusione.

L'indagine or ora compiuta ci permette di precisare le condizioni ıelle quali il metodo Della Salda, generalmente inesatto, è suscettiɔile di dare risultati esatti: ciò può verificarsi in uno dei seguenti due ɔasi:

a) quando risultano uguali fra loro le reattanze binarie di corto circuito primaria-secondaria e primaria-terziaria: in questo caso i carichi sul secondario e sul terziario possono essere qualunque (si confronti con l'analogo risultato ottenuto nel caso particolare esaminato al n. 3).

b) quando il secondario ed il terziario erogano lo stesso carico con lo stesso fattore di potenza: in questo caso le reattanze di corto circuito possono avere valori qualunque.

Il primo caso (carichi generici ma con valori particolari delle reattanze di dispersione) è di realizzazione pratica estremamente improbabile, il secondo (carichi secondario e terziario uguali su un trasformatore con dati qualunque) può sempre essere realizzato.

G - Metodo Palestrino-Caminiti.

1. - Richiamo del metodo.

Il procedimento seguito è assolutamente corretto, e porta alle seguenti espressioni per le variazioni di tensione:

$$\left.\begin{aligned} \mathbf{v}_{12} &= (R_1 + j\,X_{12}')\,I_1 - (R_2 + j\,X_{12}'')\,I_2 - j\,(X_{31}''' - X_{23}''')\,I_3 \\ \mathbf{v}_{13} &= (R_1 + j\,X_{31}')\,I_1 - (R_3 + j\,X_{31}''')\,I_3 - j\,(X_{12}'' - X_{23}'')\,I_2 \end{aligned}\right\} \quad \text{(G-1)}$$

In esse è:

$$\left.\begin{aligned} X_{12}' &= \lambda_1 - m_{12} & X_{12}'' &= \lambda_2 - m_{12} \\ X_{23}'' &= \lambda_2 - m_{23} & X_{23}''' &= \lambda_3 - m_{23} \\ X_{31}''' &= \lambda_3 - m_{31} & X_{31}' &= \lambda_1 - m_{31} \end{aligned}\right\} \quad \text{(G-2)}$$

Inoltre:

$$\left.\begin{aligned} X_{12} &= X_{12}' + X_{12}'' = \lambda_1 + \lambda_2 - 2\,m_{12} \\ X_{23} &= X_{23}'' + X_{23}''' = \lambda_2 + \lambda_3 - 2\,m_{23} \\ X_{31} &= X_{31}''' + X_{31}' = \lambda_3 + \lambda_1 - 2\,m_{31} \end{aligned}\right\} \quad \text{(G-3)}$$

Nell'impossibilità di valutare le $X'\ X''\ X'''$, gli AA. adottano la solita ipotesi, che cioè le reattanze di corto circuito si possano scindere in due parti uguali, attribuendone metà a ciascuno dei due avvolgimenti interessati: essi pongono cioè:

$$\left.\begin{aligned} X_{12}' &= X_{12}'' = \frac{X_{12}}{2} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2} - m_{12} \\ X_{23}'' &= X_{23}''' = \frac{X_{23}}{2} = \frac{\lambda_2 + \lambda_3}{2} - m_{23} \\ X_{31}''' &= X_{31}' = \frac{X_{31}}{2} = \frac{\lambda_3 + \lambda_1}{2} - m_{31} \end{aligned}\right\} \quad \text{(G-4)}$$

Con questa ipotesi le **G-1** sono senz'altro utilizzabili per il calcolo.

2. - Identità fra questo metodo e quello della stella equivalente.

Poichè però tale ipotesi, come ho già ripetutamente osservato, è arbitraria, ho ritenuto conveniente esaminare se la sua assunzione non possa eventualmente infirmare la validità del metodo.

A tale scopo basterà sostituire nelle **G-1** le espressioni delle $X'\ X''\ X'''$ derivanti dall'ipotesi adottata, e date dalle **G-4**.

Se inoltre si tiene conto della **C-3** e si lasciano in evidenza le sole due correnti negli avvolgimenti fra i quali si calcola la variazione di tensione, la prima delle **G-1** diventa:

$$v_{12} = \left[R_1 + j\,\frac{X_{12}-X_{23}+X_{31}}{2} \right] I_1 - \left[R_2 + j\,\frac{X_{23}-X_{31}+X_{12}}{2} \right] I_2 \quad \text{(G-5)}$$

che è identica alla prima delle **C-7** del metodo della stella. Analoghe espressioni risulterebbero evidentemente per le variazioni di tensione fra le altre coppie di avvolgimenti.

Il metodo in esame è dunque suscettibile di dare risultati esatti ed assolutamente uguali in ogni caso a quelli della stella equivalente.

L'esattezza del risultato non mi sembra però argomento sufficiente per rendere accettabile l'ipotesi [21]: in realtà è possibile persuadersi che:

a) lo stesso risultato esatto si può raggiungere anche senza fare nessuna particolare ipotesi sui valori delle $X'\ X''\ X'''$;

---

[20] Il Della Salda ottiene $k = -0{,}233$ perchè riporta la V_3 al primario mentre, così come è data dal Guastalla, essa è già riferita al primario.

[21] Si può ad ogni modo asserire con assoluta sicurezza che tale ipotesi non corrisponde alla realtà: basta infatti considerare che essa attribuisce alle $X'\ X''\ X'''$ dei valori (**G-4**) diversi dai veri (**G-2**); gli uni coinciderebbero con gli altri nel solo caso in cui fossero tutte le λ uguali fra di loro, condizione irrealizzabile nei comuni trasformatori ad avvolgimenti concentrici e solo approssimativamente vera con una particolare disposizione di avvolgimenti alternati.

b) quando una ipotesi si voglia adottare, è possibile sceglierla fra una doppia infinità, tutte ugualmente lecite dal punto di vista analitico, nel senso che tutte portano allo stesso risultato: fra queste si trova quella adottata dagli Autori.

Esaminiamo la prima asserzione.

3. - Eliminazione dell'ipotesi arbitraria.

E' facile constatare che le **G-1** sono assolutamente identiche alle **C-4**: si possono quindi su di esse ripetere ragionamenti e trasformazioni analoghi a quelli allora effettuati, col risultato di eliminare gli elementi di difficile determinazione, e di sostituirli con altri assai più accessibili al calcolo ed alla misura.

Ripeterò molto succintamente i capisaldi delle trattazioni, tenuto conto delle esigenze di questo caso particolare.

Anzitutto va ricordato come non sia teoricamente impossibile utilizzare le **G-1** così come sono scritte: va però segnalata la difficoltà, nella quale ci troviamo, di valutare con sufficiente esattezza i valori veri delle X' X'' X''', poichè ciò richiederebbe di poter calcolare o misurare le λ e le m con un grado di approssimazione praticamente irraggiungibile.

Di qui l'opportunità di trasformarle.

Eliminiamo anzitutto da ciascuna di esse una delle correnti, in modo da lasciare in evidenza le sole due relative agli avvolgimenti rispetto ai quali la variazione di tensione viene calcolata: completandole con l'espressione di v_{23} ed ordinando ciclicamente gli indici, risulta:

$$\left.\begin{aligned} v_{12} &= [R_1 + j\,(X_{12}' - X_{23}''' + X_{31}''')]\,I_1 - \\ &\quad - [R_2 + j\,(X_{23}''' - X_{31}''' + X_{12}'')]\,I_2 \\ v_{23} &= [R_2 + j\,(X_{23}'' - X_{31}' + X_{12}')]\,I_2 - \\ &\quad - [R_3 + j\,(X_{31}' - X_{12}' + X_{23}''')]\,I_3 \\ v_{31} &= [R_3 + j\,(X_{31}''' - X_{12}'' + X_{23}'')]\,I_3 - \\ &\quad - [R_1 + j\,(X_{12}'' - X_{23}'' + X_{31}')]\,I_1 \end{aligned}\right\} \qquad (G\text{-}6)$$

I coefficienti delle parti immaginarie soddisfanno alle seguenti relazioni, immediatamente deducibili delle **G-2** e **G-3**:

$$\left.\begin{aligned} X_{12}' - X_{23}''' + X_{31}''' &= X_{12}'' - X_{23}'' + X_{31}' = \\ &= \lambda_1 - m_{12} + m_{23} - m_{31} = \frac{1}{2}\,(X_{12} - X_{23} + X_{31}) \\ X_{23}'' - X_{31}' + X_{12}' &= X_{23}''' - X_{31}''' + X_{12}'' = \\ &= \lambda_2 - m_{23} + m_{31} - m_{12} = \frac{1}{2}\,(X_{23} - X_{31} + X_{12}) \\ X_{31}''' - X_{12}'' + X_{23}'' &= X_{31}' - X_{12}' + X_{23}''' = \\ &= \lambda_3 - m_{31} + m_{12} - m_{23} = \frac{1}{2}\,(X_{31} - X_{12} + X_{23}) \end{aligned}\right\} \qquad (G\text{-}7)$$

Questo sistema di relazioni mostra due fatti interessanti:

a) i coefficienti della I_1 nelle espressioni di v_{12} e v_{31} sono uguali fra di loro: lo stesso dicasi per quelli delle I_2 ed I_3;

b) il metodo Palestrino-Caminiti, sfrondato dalle ipotesi espresse dalle **G-4** porta alle stesse formule del metodo della stella, e quindi agli stessi risultati.

4. - Esame delle possibili ipotesi sui valori delle X′ X″ X‴.

Passiamo ora alla seconda delle asserzioni sopra enunciate, la cui conferma ci è fornita dall'esame delle **G-7**.

Di queste ultime consideriamo soltanto i membri contenenti le X e scriviamole compendiosamente così:

$$\left.\begin{aligned} \varphi_1 &= \psi_1 = f_1 \\ \varphi_2 &= \psi_2 = f_2 \\ \varphi_3 &= \psi_3 = f_3 \end{aligned}\right\} \qquad (G\text{-}8)$$

Si tratta dunque di sei equazioni fra le sei X' X'' X''' e le reattanze binarie; di esse però solo quattro sono indipendenti: infatti le $\varphi_2 = \psi_2$ e $\varphi_3 = \psi_3$ derivano dalla $\varphi_1 = \psi_1$.

Restano ad esempio le:

$$\varphi_1 = f_1 \qquad \psi_1 = f_1 \qquad \psi_2 = f_2 \qquad \psi_3 = f_3.$$

A tre di queste si possono utilmente sostituire le **G-3**, cosicchè il sistema di quattro equazioni indipendenti può anche ritenersi costituito delle tre **G-3** e da una qualunque delle **G-8**.

Concludendo, perchè il sistema a cui siamo giunti consenta di dedurre le X' X'' X''' in funzione delle reattanze binarie, è necessario fissare ad arbitrio due delle X' X'' X''', oppure fissare, sempre arbitrariamente, due relazioni fra di esse: naturalmente queste relazioni devono essere indipendenti da quelle già scritte e compatibili con esse.

Ecco alcuni fra gli infiniti casi possibili:

a) fisso $X_{12}' = \dfrac{X_{12}}{2}$ $\quad X_{31}' = \dfrac{X_{31}}{2}$

la prima e la terza delle **G-3** danno: $X_{12}'' = \dfrac{X_{12}}{2} \qquad X_{31}''' = \dfrac{X_{31}}{2}$

le $\varphi_1 = \psi_1 = f_1$ danno: $X_{23}''' = \dfrac{X_{23}}{2} \qquad X_{23}'' = \dfrac{X_{23}}{2}$

Questa è l'ipotesi assunta dagli Autori.

b) fisso $X_{12}' = X_{31}' \qquad X_{23}'' = X_{12}''$

(l'adozione di questa ipotesi, che pone uguali fra di loro le reattanze di un avvolgimento rispetto a ciascuno degli altri due, potrebbe essere giustificata dal desiderio di attribuire a ciascun avvolgimento un parametro unico ed invariabile al variare delle condizioni di funzionamento):

le $\varphi_3 = \psi_3 = f_3$ danno: $X_{31}''' = X_{23}''' = \dfrac{1}{2}\,(X_{31} - X_{12} + X_{23})$

inoltre, dalle $\varphi_1 = \psi_1 = f_1$ risulta: $X_{12}' = X_{31}' = \dfrac{1}{2}\,(X_{12} - X_{23} + X_{31})$

e dalle $\varphi_2 = \psi_2 = f_2$: $X_{23}'' = X_{12}'' = \dfrac{1}{2}\,(X_{23} - X_{31} + X_{12})$

Risulterebbero cioè come reattanze dei singoli avvolgimenti proprio le **X** della stella equivalente.

c) fisso $X_{12}' = X_{12} \qquad X_{31}' = X_{31}$

(attribuendo cioè all'avvolgimento 1 l'intera reattanza di dispersione sia rispetto a 2 che rispetto a 3):

si ha immediatamente:

$$X_{12}'' = 0 \qquad X_{31}''' = 0$$

e ancora:

$$X_{23}'' = -\frac{1}{2}\,(X_{31} - X_{12} + X_{23}) \qquad X_{23}''' = -\frac{1}{2}\,(X_{23} - X_{31} + X_{12})$$

Queste ultime sono rispettivamente le $\mathbf{X}_3$ e $\mathbf{X}_2$ della stella equivalente.

d) vediamo infine, dopo le *a*) e *b*), che sono le più simmetriche, e dopo la *c*), alla quale si può riconoscere una lontana apparenza di realtà fisica, un'ipotesi assolutamente priva di ogni fondamento razionale:

$$X_{12}' = X_{23} \qquad X'''_{31} = -X_{23}$$

la prima e la terza delle **G-3** danno:

$$X_{12}'' = X_{12} - X_{23} \qquad X_{31}' = X_{31} + X_{23}$$

e due delle **G-7**:

$$X_{23}''' = \frac{X_{23} - X_{31} - X_{12}}{2} \qquad X_{23}'' = \frac{X_{23} + X_{31} + X_{12}}{2}$$

I risultati ottenuti con le quattro ipotesi qui illustrate, e con le infinite altre possibili ([22]), sono tutti non rispondenti al vero: tuttavia, come risulta dalle considerazioni svolte, devono potersi introdurre nelle **G-1** e dare risultati esatti.

5. - Applicazione numerica.

A conferma delle ultime asserzioni ho ritenuto opportuno sviluppare un caso numerico elementare per confrontare fra di loro tutte le espressioni considerate.

Supponendo perciò di conoscere, per un dato trasformatore, sia le λ che le m.

Sia ad esempio:

$$\lambda_1 = 1000 \quad \lambda_2 = 995 \quad \lambda_3 = 990 \quad m_{12} = 990 \quad m_{23} = 980 \quad m_{31} = 985$$

([22]) Di tutte le (infinite) possibili ipotesi arbitrarie non c'è che la *b*) che, secondo me, quando proprio se ne voglia formulare una, ha una qualità per essere preferita: ed è che, mentre tutte le altre attribuiscono a ciascun avvolgimento due reattanze diverse, valevole ciascuna per una particolare condizione di funzionamento, essa ne attribuisce una sola, e di conseguenza consente l'uso di un circuito equivalente, invariabile al variare delle condizioni di funzionamento del trasformatore: essa è tuttavia falsa, come tutte le altre, rispetto alla realtà fisica: i valori che essa attribuisce alle X' X'' X''' coinciderebbero coi veri solo nel caso in cui fossero tutte le m uguali fra di loro (v. anche nota 16).

Trascurando le resistenze ed omettendo il simbolo j, risultano le seguenti espressioni negli avvolgimenti 1 e 2 (formule 1 dell'articolo P. C. e **C-2** del metodo della stella equivalente):

$$\mathcal{E}_1 = 1000\, I_1 + 990\, I_2 + 985\, I_3$$
$$\mathcal{E}_2 = 990\, I_1 + 995\, I_2 + 980\, I_3$$

Da esse si ha la variazione di tensione fra 1 e 2:

$$v_{12} = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = 10\, I_1 - 5\, I_2 + 5\, I_3$$

Calcoliamo ora i valori delle X' X'' X''' da introdurre nelle **G-1**. I loro valori veri risultano delle **G-2** e sono:

$$X_{12}' = 10 \quad X_{23}'' = 15 \quad X_{31}''' = 5 \quad X_{12}'' = 5 \quad X_{23}''' = 10 \quad X_{31}' = 15$$

In pratica non ci saranno invece note nè le λ nè le m, bensì le reattanze di corto circuito, che in questo caso valgono (dalle **G-3**):

$$X_{12} = 15 \qquad X_{23} = 25 \qquad X_{31} = 20$$

Servendoci di questi valori ed usando successivamente le varie ipotesi sopra illustrate, otteniamo:

	X_{12}'	X_{23}''	X_{31}'''	X_{12}''	X_{23}'''	X_{31}'
a)	7,5	12,5	10	7,5	12,5	10
b)	5	10	15	10	15	5
c)	15	15	0	0	10	20
d)	25	30	— 25	— 10	— 5	45
e)	10	15	5	5	10	15

valori tutti diversi dai veri, che ho trascritto nell'ultima riga.

Introduciamoli nella prima delle **G-1**; sempre trascurando le resistenze ed il simbolo j, risulta:

$$a) \quad v_{12} = 7{,}5\, I_1 - 7{,}5\, I_2 + 2{,}5\, I_3$$
$$b) \quad v_{12} = 5\, I_1 - 10\, I_2$$
$$c) \quad v_{12} = 15\, I_1 + 10\, I_3$$
$$d) \quad v_{12} = 25\, I_1 + 10\, I_2 + 20\, I_3$$
$$e) \quad v_{12} = 10\, I_1 - 5\, I_2 + 5\, I_3$$

Queste espressioni sono completamente diverse l'una dall'altra; solo la *e*) coincide, com'è ovvio, con quella scritta in principio: esse tuttavia danno risultati identici.

Infatti, ricordando che è $I_1 + I_2 + I_3 = 0$, è possibile eliminare da ciascuna di esse le I_3: si ottiene in ogni caso la *b*).

Rilevo infine che a quest'ultima si può giungere direttamente, sia mediante la prima delle **G-6** (i termini

$$X_{12}' - X_{23}''' + X_{31}''' \qquad \text{e} \qquad X_{23}''' - X_{31}''' + X_{12}''$$

risultano sempre uguali rispettivamente a 5 e 10, qualunque sia l'ipotesi adottata), sia mediante la **G-5** (le espressioni

$$\frac{X_{12} - X_{23} + X_{31}}{2} \qquad \text{e} \qquad \frac{X_{23} - X_{31} + X_{12}}{2},$$

che rappresentano anche le reattanze fittizie $\mathbf{X}_1$ e $\mathbf{X}_2$ della stella equivalente, valgono infatti rispettivamente 5 e 10).

6. - Conclusione.

Il metodo Palestrino-Caminiti, sostanzialmente uguale a quello della stella equivalente, dà risultati esatti quando le X' X'' X''' vengano calcolate in base ad ipotesi analiticamente lecite: fra queste, in particolare, si trova quella assunta dagli Autori.

Esso può però essere impiegato anche senza fare alcuna ipotesi sui valori delle X' X'' X''': a tale scopo è sufficiente trasformare le espressioni delle variazioni di tensione, che contengono tre termini ciascuna, in modo da lasciare in evidenza, come nel metodo della stella, i soli due dipendenti dalle correnti che percorrono i due avvolgimenti fra i quali la variazione viene calcolata.

A questo proposito mi è sembrato di rilevare, dalla memoria in questione, che gli Autori rifuggono dal metodo della stella equivalente perchè i coefficienti relativi sono fittizi, senza significato fisico.

Anzitutto ricorderò che, come si è visto, non è forse da escludere la possibilità di una interpretazione fisica delle reattanze della stella equivalente.

In secondo luogo bisogna mettere bene in chiaro che i tre termini di ciascuna delle **G-1** hanno un preciso significato fisico solamente se ai coefficienti X' X'' X''' si attribuiscono i valori veri; ciascuno di essi rappresenta allora la porzione della totale variazione di tensione che dipende rispettivamente da I_1, I_2, I_3 (va notato che ciascuna di queste tre porzioni ha sede a propria volta parte nell'uno e parte nell'altro dei due avvolgimenti fra i quali la variazione si verifica); si spiega così il desiderio di lasciare in evidenza i tre fattori distinti.

Tale significato fisico scompare però completamente quando, come nella pratica si è costretti a fare, si calcolano le X' X'' X''' con una delle possibili ipotesi arbitrarie: in tal caso il mantenere i tre fattori distinti porta ad un inutile maggior lavoro nell'esecuzione dei calcoli numerici, e di conseguenza può essere preferibile semplificare le espressioni, riducendo i termini a due, e ricadendo così nel metodo della stella.

H - Formule Crivellari.

Le formule del Crivellari, riportate nella citata memoria Palestrino-Caminiti, sono qui trascritte, limitatamente alla parte reattiva, ed omettendo il fattore j:

$$a) \quad v_{12} = X_{12}\, I_1$$
$$b) \quad v_{13} = X_{12}\, I_1 - X_{23}\, I_3$$

Confrontiamole con le analoghe espressioni dedotte dal metodo della stella equivalente:

$$a') \quad v_{12} = \mathbf{X}_1 I_1 - \mathbf{X}_2 I_2 = X_{12} I_1 - \mathbf{X}_2\, (I_1 - I_2)$$
$$b') \quad v_{13} = \mathbf{X}_1 I_1 - \mathbf{X}_3 I_3 = X_{12} I_1 - X_{23} I_3 - \mathbf{X}_2\, (I_1 - I_3)$$

E' immediata la constatazione che le *a*) e *b*) danno risultato identico alle *a'*) e *b'*) soltanto nel caso in cui sia $\mathbf{X}_2 = 0$; questa condizione è praticamente bene verificata quando si tratti di avvolgimenti concentrici e l'avvolgimento 2 sia l'intermedio (23).

Non risulta, da quanto è riferito nella memoria citata, quali siano le ipotesi assunte dal Crivellari: sembra però lecito pensare che egli abbia voluto considerare proprio questa particolare condizione costruttiva, che è quella realizzata nei trasformatori citati nell'esempio numerico dell'articolo in parola.

In questo caso le sue espressioni sono abbastanza corrette: in qualunque altro caso, con disposizione degli avvolgimenti diversa da quella qui ricordata, le formule sono inapplicabili.

I - Procedimento Cerretelli.

1. - Richiamo del procedimento.

Il Cerretelli segue il metodo della stella equivalente; le formule ed i risultati numerici sono perciò attendibili.

Non si può dire la stessa cosa del ragionamento che l'A. segue per giustificare in modo semplice le formule che danno le reattanze dei tre rami della stella equivalente.

Egli parte dall'espressione esatta:

$$l_{12} = l_1 + l_2 - 2\, m_{12} \qquad \textbf{(I-1)}$$

che dà l'induttanza di dispersione relativa alla coppia 1-2, in funzione delle autoinduttanze dei due avvolgimenti e della loro mutuainduttanza.

Enuncia in seguito le seguenti due asserzioni, assolutamente inammissibili:

a) la **I-1** vale anche nel caso in cui, oltre ai due avvolgimenti considerati, ne esista un terzo, chiuso in corto circuito: in tal caso alle autoinduttanze l_1 ed l_2 si possono sostituire le induttanze di dispersione l_{31} ed l_{23} fra ciascuno dei due avvolgimenti considerati ed il terzo: si può dunque scrivere:

$$l_{12} = l_{31} + l_{23} - 2\, m_{12} \qquad \textbf{(I-2)}$$

b) l'induttanza L_3, che si vuole assegnare al ramo 3 della stella equivalente, rappresenta la mutuainduttanza m_{12} fra gli avvolgimenti 1 e 2, cioè:

$$L_3 = m_{12} \qquad \textbf{(I-3)}$$

Elimina infine m_{12} fra le **I-2** ed **I-3** ed ottiene l'espressione, esatta:

$$l_{12} = l_{31} + l_{23} - 2\, L_3$$

che, risolta rispetto ad L_3, dà l'induttanza cercata:

$$L_3 = \frac{l_{31} - l_{12} + l_{23}}{2} \qquad \textbf{(I-4)}$$

(23) Come si è già visto, in questo caso si può ammettere:

$$X_{31} \simeq X_{12} + X_{23}$$

da cui immediatamente:

$$\mathbf{X}_2 = \frac{X_{23} - X_{31} + X_{12}}{2} \simeq 0$$

2. - Esame critico.

Dal punto di vista strettamente logico, il ragionamento è corretto: date ed accettate le premesse, la conclusione ne è la necessaria conseguenza.

Ragionamenti di questo genere, che, impostati su premesse false, portano ad una conclusione vera, non sono rari: ad essi è possibile ricorrere quando si conosce a priori il risultato da raggiungere: tipico è il noto sillogismo del matematico Gergonne, che argomentava così:

la mia tabacchiera è nella luna:
la luna è nella mia tasca:
dunque, la mia tabacchiera è nella mia tasca:

ed, a conforto della deduzione, estraeva di tasca la tabacchiera, mostrandola agli ascoltatori.

Tornando alle asserzioni del Cerretelli, non è difficile persuadersi della loro infondatezza.

Con la prima egli afferma, senza darne la minima giustificazione, che l'autoinduttanza d'un avvolgimento è uguale all'induttanza di dispersione fra il medesimo avvolgimento ed un altro, avvolto sullo stesso nucleo e chiuso in corto circuito. Le due induttanze sono invece notevolmente diverse: la prima di esse è uguale, per definizione, al flusso che l'avvolgimento produce ed invia in sè stesso quando è percorso dalla corrente unitaria; in altre parole è uguale al flusso concatenato con detto avvolgimento quanto tutti gli altri avvolgimenti mutuamente induttivi si trovino in circuito aperto; la seconda, sempre per corrente unitaria, è circa uguale alla differenza fra il flusso ora considerato e quello che gli è inviato dalla corrente circolante nell'avvolgimento in corto circuito.

Queste considerazioni basterebbero a mostrare che si tratta di due grandezze ben distinte; ad ogni modo la deduzione è immediata quando se ne considerino le espressioni in funzione delle auto e delle mutueinduttanze: si ha rispettivamente:

$$l_1 \qquad \text{ed} \qquad l_{31} = l_3 + l_1 - 2\, m_{31}$$

Con la seconda egli ammette che l'induttanza fittizia L_3 rappresenti la mutuainduttanza m_{12}: egli cerca di avvalorare questa asserzione facendo osservare che la L_3 produce in 2 una variazione di tensione dipendente dal fatto che una corrente percorre l'avvolgimento 1, ed analogamente produce in 1 una variazione di tensione dipendente dal fatto che una corrente percorre l'avvolgimento 2.

Questo è vero, ma non rappresenta tutti gli effetti della L_3: infatti questa dà luogo anche a variazione di tensione in 3 sia per corrente circolante in 3-2 che per corrente circolante in 3-1: dà inoltre luogo a variazione di tensione in 2 sia quando circola corrente in 3-1 (caso considerato dall'A.) che quando circola in 3-2 (caso che più direttamente interessa l'avvolgimento 2): analoge considerazioni si possono fare per l'avvolgimento 1.

In definitiva si può prevedere che la L_3 non sarà soltanto funzione di m_{12}, come ammette il Cerretelli, ma anche di alcuni altri parametri induttivi, necessari a tener conto di tutti gli effetti ricordati.

Come si è visto, la teoria corretta del metodo della stella equivalente assegna alla L_3 il valore:

$$L_3 = l_3 - m_{31} + m_{12} - m_{23}$$

evidentemente ben diverso da m_{12}.

Si può osservare che anche la **I-4**, in unione alla **I-1** e simili, conduce direttamente a quest'ultima espressione; ne segue che nelle stesse formule ammesse dall'A. è contenuta la prova della infondatezza delle sue asserzioni.

L - Conclusioni riassuntive.

Il metodo Guastalla, sostanzialmente uguale a quello della stella, ne differisce soltanto per particolarità formali: esso porta a risultati esatti.

Il metodo Della Salda è basato su ipotesi arbitrarie, e non può portare a risultati esatti, se si fa eccezione della particolare condizione di carico a suo tempo esaminata.

Il metodo Palestrino-Caminiti è basato su ipotesi in parte razionali ed in parte arbitrarie: fortunatamente queste ultime non influiscono sui risultati finali, cosicchè esso pure porta a risultati esatti: le formule date dagli AA. sono però più complicate di quelle del metodo della stella.

Le formule Crivellari danno risultato abbastanza esatto nel solo caso di avvolgimenti concentrici con secondario intermedio.

Il procedimento seguito dal Cerretelli per giustificare le formule del metodo della stella è teoricamente criticabile, in quanto basato su due asserzioni inammissibili; il metodo che egli segue per il calcolo delle variazioni di tensione è quello della stella, e perciò esatto.

M - Esame dei risultati numerici.

Da tutto quanto è stato esposto si dovrebbe dunque prevedere la coincidenza dei risultati numerici ottenuti con i metodi della stella equivalente, dell'Ing. Guastalla, e degli Ingg. Palestrino-Caminiti.

Quanto al metodo dell'Ing. Della Salda, esso dovrebbe dare risultati coincidenti con quelli degli altri metodi nei soli casi 2 e 6 della tabella pubblicata [24]: in tali casi infatti è stata considerata la particolare condizione di carico che rende esatto il metodo.

Contrariamente alle previsioni, e pure accontentandoci di una certa approssimazione nel confronto delle cifre, si rilevano le seguenti discordanze:

caso 3: caduta terziario: (fra stella e P. C.)
caso 6: caduta secondario: (fra stella, D. S., P. C.)
caso 6: caduta terziario: (fra stella, D. S., P. C.)
caso 7: caduta terziario: (fra stella e P. C.)

Poichè logicamente le discordanze devono essere imputate ad errori materiali nell'esecuzione dei calcoli numerici, ho ripetuto il calcolo per ciascuno dei casi elencati ed ho ottenuto i risultati raccolti nella seguente tabella:

Caso	Caduta	Metodo Stella (Calcolo D. S.)	Metodo D. S. (Calcolo D. S.)	Metodo P. C. (Calcolo P. C.)	Calcolo mio
3	terziario	— 2.55	—	— 4.41	— 4.45
6	secondario	8.56	6.67	9.65	9.98
6	terziario	11.06	9.10	9.65	13.05
7	terziario	— 1.8	—	— 1.57	— 5.29

Per l'esecuzione dei calcoli ho usato, per ciascuno dei casi elencati, le seguenti formule:

a) le **C-17** del metodo della stella, analoghe a quelle adottate dal Della Salda;

b) le **C-7** del metodo della stella, più simmetriche delle precedenti, e che consentono qualche semplificazione di calcolo;

c) le **G-1** del metodo Palestrino-Caminiti, e facendo uso dell'ipotesi ammessa dagli Autori.

Inoltre, per il caso 6, mi sono servito anche delle **F-5** del metodo Della Salda.

I risultati, assolutamente identici fra di loro, mi confortano sulla loro attendibilità e permettono di concludere che, fra tutti i valori contestati, sono da ritenere esatti solo quelli ottenuti col metodo Palestrino-Caminiti, e riguardanti i primi due fra i quattro casi qui esaminati.

Le discordanze che affettano tutti i rimanenti valori sono da attribuirsi, come già accennato, a semplici errori materiali di calcolo numerico e non già ad eventuali divergenze concettuali fra i vari metodi (da questa asserzione è naturalmente escluso il metodo Della Salda nel caso generale).

Appendice.

Nella seguente tabella ho riportato un procedimento metodico di calcolo che ho constatato non privo di vantaggi. Il calcolo ivi contenuto si riferisce al caso 3 ed è stato eseguito seguendo le **C-7**: il termine generico $Z\,I$ che in esse appare è calcolato mediante la solita espressione approssimata per la variazione di tensione %:

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \frac{\varepsilon^2_2}{200}$$

$$\varepsilon_1 = \frac{100}{V}\,(R\,I\,\cos\varphi + X\,I\,\mathrm{sen}\,\varphi)$$

$$\varepsilon_2 = \frac{100}{V}\,(X\,I\,\cos\varphi - R\,I\,\mathrm{sen}\,\varphi)$$

Un'osservazione di una certa importanza riguarda l'ultima parte della tabella e va qui ricordata: quando si calcola una variazione di tensione come somma di due o più variazioni elementari, non è lecito

[24] Vedi articolo Palestrino-Caminiti già citato.

Avvolgimento	interno	intermedio	esterno
Funzione	secondario	primario	terziario
Resistenza R	0,0235	0,0145	0,0155
Reattanza X	0,175	0,000	0,290
I (riferita al primario)	460	—	460
$\cos\varphi$	0,707	—	0 (ant)
$\operatorname{sen}\varphi$	0,707	—	— 1
$I\cos\varphi$	325	325	0
$I\operatorname{sen}\varphi$	325	— 135	— 460
$R\,I\cos\varphi$	7,64	4,71	0,0
$X\,I\operatorname{sen}\varphi$	56,9	0,0	— 133,4
$R\,I\cos\varphi + X\,I\operatorname{sen}\varphi$	64,5	4,71	— 133,4
ε_1 (*)	2,24	0,16	— 4,61
$X\,I\cos\varphi$	56,9	0	0
$R\,I\operatorname{sen}\varphi$	7,64	— 1,96	— 7,12
$X\,I\cos\varphi - R\,I\operatorname{sen}\varphi$	49,3	1,96	7,12
ε_2 (*)	1,71	0,07	0,25
Variazione di tensione fra	P-S		P-T
$\Sigma\,\varepsilon_1$	2,4		— 4,45
$\Sigma\,\varepsilon_2$	1,78		0,32
$\frac{(\Sigma\,\varepsilon_2)^2}{200}$	0,02		~ 0
ε	2,42		— 4,45

(*) $V_1 = \frac{5000}{\sqrt{3}}$

calcolare i termini elementari $\varepsilon_1 + \frac{\varepsilon_2^{\,2}}{200}$ e poi sommarli, ma è necessario sommare fra di loro separatamente gli ε_1 elementari e gli ε_2 elementari, ed eseguire su queste somme l'operazione finale $\Sigma\,\varepsilon_1 + \frac{(\Sigma\,\varepsilon_2)^2}{200}$.

Nel caso numerico qui considerato non appare forse col dovuto rilievo l'importanza della osservazione: questa assume naturalmente maggior peso quando i termini ε_2 sono piuttosto grandi o quando sono più di due, come nelle formule secondo i metodi Della Salda e Palestrino-Caminiti.

CRITERI E METODI PER LO STUDIO DELLE RETI TELEFONICHE URBANE

G. PASINI

AEI Comunicazione tenuta alla Sezione di Roma il 6 marzo 1931

Studio delle previsioni dell'utenza. Metodi vari. Reti monocentriche, reti policentriche. Progetti delle reti d'abbonato e di giunzione.

Premesse.

Prima di iniziare l'esame del progetto di una rete telefonica urbana sarà opportuno dare uno sguardo a quello che è lo sviluppo di questo moderno e pur straodinario sistema di comunicazione, nello spazio, cioè nel mondo, e nel tempo.

Nel diagramma n. 1 vediamo subito che dei 40.000.000 circa di telefoni distribuiti nel mondo, circa la metà si trovano concentrati negli Stati Uniti d'America e l'altra metà è suddivisa in tutti gli Stati del mondo. L'Italia occupa il nono posto se si considera la cifra assoluta di apparecchi funzionanti, ma se viceversa si considera la densità telefonica, cioè il numero di telefoni per ogni 100 abitanti, si vede facilmente che la nostra patria si trova al 22° posto nella graduatoria mondiale!

Tali constatazioni non ci debbono avvilire giacchè, come del resto tutti hanno potuto constatare, l'incremento del numero dei telefoni ha superato le più rosee aspettative e ci consente di formulare le più ardite speranze per l'avvenire dell'industria telefonica [1].

Basterà infatti osservare il diagramma n. 2 nel quale sono stati riportati in corrispondenza dei singoli anni a partire dal 1885 ad oggi i numeri di utenti in Italia. Mentre dal 1885 fino al 1905 l'incremento se pur sempre crescente si è mantenuto in limiti modesti, dal 1905 fino al 1914 si è avuto un incremento superiore. Dopo la forzata crisi della guerra si inizia un nuovo periodo di fortissimo incremento dovuto all'automatizzazione degli impianti [2].

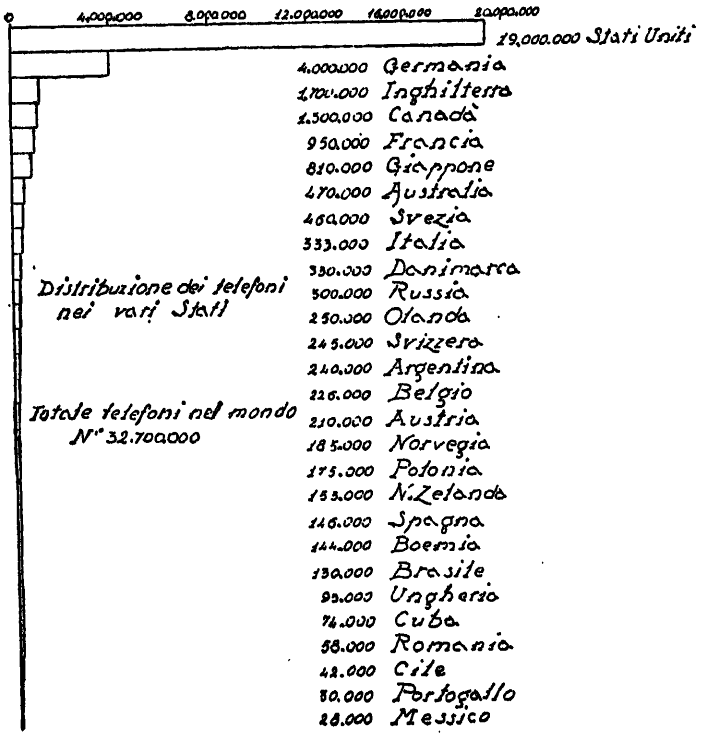


Fig. 1.

La curva dell'incremento ha carattere esponenziale ed infatti mentre altri tipi di servizi come ad esempio l'acqua potabile, il gas, l'energia elettrica, ecc., hanno un certo pregio indipendentemente dal numero di utenti che può soltanto agire molto indirettamente sul costo del servizio, il telefono ha interesse continuamente crescente a mano a mano che cresce il numero degli utenti stessi.

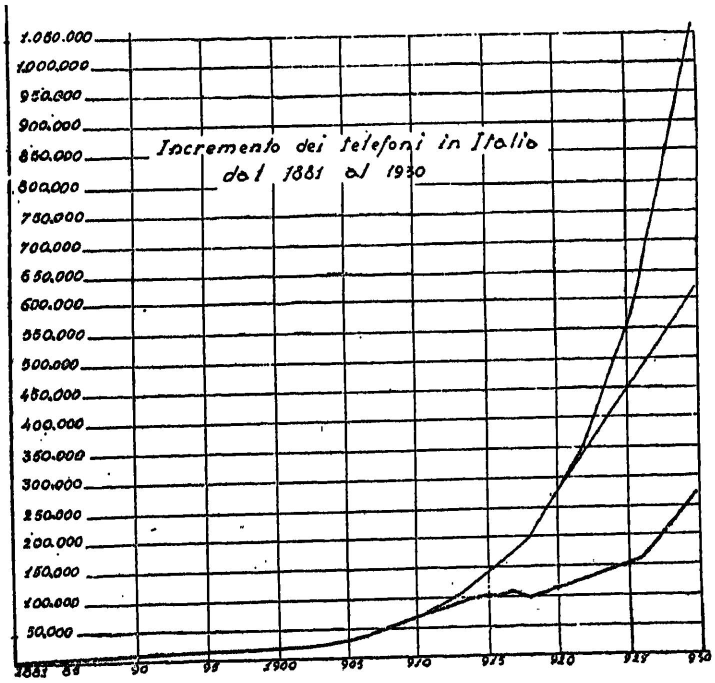


Fig. 2.

Le curve sottili rappresentano le previsioni eseguite dopo laboriosissimi studi dalla Commissione Reale nel 1910, la più alta supponendo un aumento del 15 % durante tutti i venti anni intercedenti fra il 1910 ed il 1930 e la più bassa supponendo un incremento del

(1) Basterà a tal riguardo esaminare l'enorme sviluppo delle reti di Genova, Firenze e Roma che hanno raggiunto rispettivamente 21.000, 11.000. 41.000 abbonati.

(2) Nella zona di cui è concessionaria la Soc. Telefonica Tirrena, il 90% degli apparecchi è automatico non solo nelle grandi città ma anche nelle zone rurali.

15 % per i primi dieci anni e quindi un incremento costante per gli altri dieci.

Tanto l'una che l'altra previsione si allontana enormemente dalla realtà come si può facilmente rilevare facendo il confronto con la curva più marcata che rappresenta lo sviluppo effettivo dell'utenza.

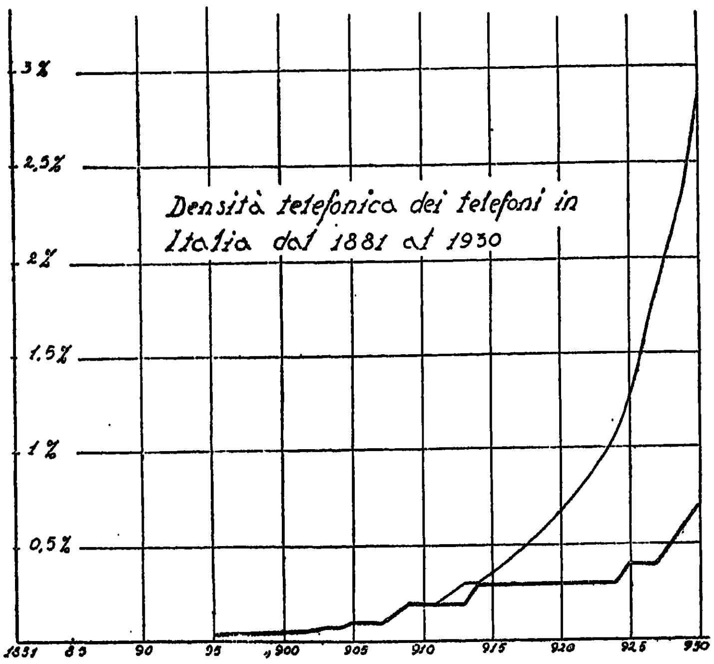


Fig. 3.

Nella fig. 3 si può constatare come tale errore sia dovuto essenzialmente ad un errore di densità poichè, mentre attualmente abbiamo una densità del 0,7 % circa, per il 1930 era stata prevista una densità circa del 2,8 %.

La curva più marcata dà un'idea della densità effettivamente raggiunta, densità che, come si può facilmente rilevare, è in continuo e rapido aumento e rappresenta la sempre maggior penetrazione del telefono anche nelle classi meno abbienti.

Da quanto sopra esposto si ricava una conseguenza di grandissima importanza e cioè che siamo ancora ben lungi da quello che è la saturazione telefonica, saturazione che del resto non è stata ancora raggiunta neanche negli Stati più progrediti telefonicamente.

L'incremento dell'utenza è cioè ancora dovuto alla seguenti due cause:

1) Urbanesimo e cioè aumento della popolazione residente nelle città.

2) Penetrazione del telefono nelle classi meno abbienti.

Da quanto precede si può facilmente intendere come il progetto di rete telefonica debba basarsi essenzialmente sulla previsione dell'utenza che nel caso specifico assume un'importanza capitale.

Prima di parlare di questa delicatissima parte del progetto sarà opportuno fare qualche premessa:

1) Il telefono non si è introdotto con uguale densità nei vari rami della attività umana ed il diagramma n. 4 dà un'idea di tale distribuzione. Come si può facilmente rilevare tale distribu-

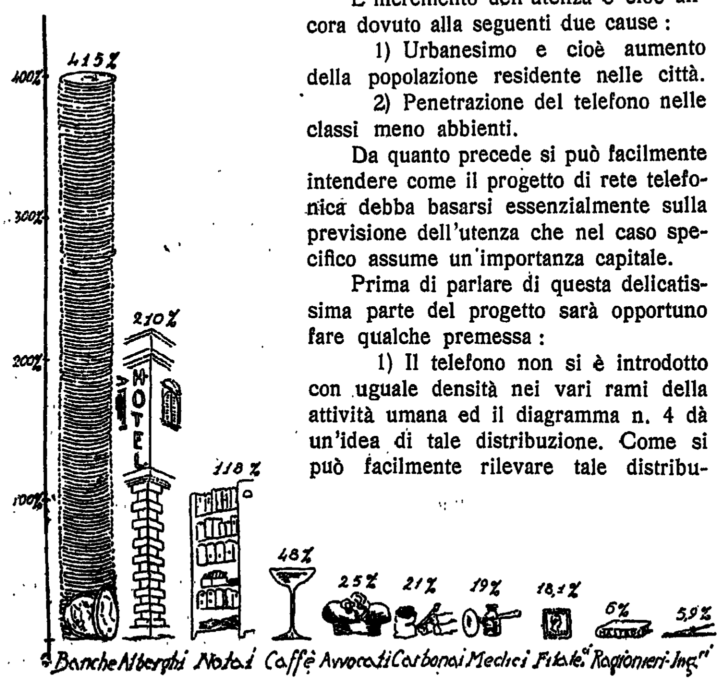


Fig. 4.

zione è assai varia e, mentre è massima per le banche e banchieri per le quali raggiunge la densità del 400 % riferita agli Istituti, è piccolissima per i ragionieri, ingegneri, ecc., ecc., per le quali categorie si scende a circa il 6 %.

2) La densità telefonica di cui si è detto sopra si riferisce alla popolazione residente nella città ed ha un valore esatto come media ma non si può applicare lo stesso metodo a piccole zone o lotti, poichè in tal caso bisogna tenere conto non già della popolazione residente ma della popolazione telefonica.

Riuscirà molto utile indicare che per popolazione telefonica si intende il numero di abitanti del quartiere aumentato o diminuito, a seconda che si tratti di quartiere centrale o periferico, del numero di abitanti che per ragioni di lavoro immigra o emigra da un quartiere all'altro durante la giornata.

Tale popolazione risulta, specialmente nei quartieri centrali di gran lunga superiore a quella effettivamente residente, per l'agglomeramento degli uffici di ogni genere.

Previsioni.

Per lo studio delle previsioni si possono applicare essenzialmente tre metodi che sono i seguenti:

1) Metodo demografico.
2) Metodo induttivo.
3) Metodo diretto.

Il *metodo demografico* consiste nel prevedere l'incremento della popolazione e la percentuale telefonica.

Per quanto si riferisce all'incremento della popolazione si può adottare la formula empirica seguente:

$$Pf = Pi\,(1+q)^n$$

dove rispettivamente Pf rappresenta la popolazione al termine dell'anno cercato, Pi la popolazione attuale, q un coefficiente d'incremento ed n il numero di anni intercedenti dall'epoca dello studio al-anno cercato. Per Roma a q si dà generalmente il valore di 0,03.

Per trovare il numero di abbonati sarà sufficiente conoscere la percentuale telefonica nei vari anni. In seguito a numerose osservazioni sia in Italia come all'estero si è potuto ricavare la seguente legge che si presta abbastanza bene finchè si resta lontano dalla saturazione telefonica.

$$Pa = Pi\,(1+n\,r).$$

Dove Pa rappresenta la percentuale telefoni di assestamento, Pi la percentuale iniziale, n il numero di anni fra l'epoca di assestamento e quello cui si riferisce Pa ed infine r un coefficiente di incremento.

Passiamo ora ad esaminare il *metodo induttivo*.

In seguito a numerose osservazioni effettuate in diversi Stati assai più progrediti di noi dal punto di vista telefonico si è potuto rilevare che l'incremento degli utenti segue una legge esponenziale che si può esprimere con la seguente formula:

$$Af = Ai\,(1+s)^n$$

dove Af sono gli abbonati fra n anni, Ai gli abbonati attuali, s un coefficiente d'incremento ed n il numero di anni.

Esaminiamo infine il *metodo diretto* che consiste nel rilevare sul posto il maggior numero di dati possibili e nell'effettuare le previsioni con molto buon senso e cercando di dare la debita importanza ad ogni elemento.

I principali elementi sui quali bisogna basarsi sono i seguenti:

1) N.° di appartamenti divisi in diverse categorie a seconda del tipo valendosi di caratteri facilmente riconoscibili come impianti di termosifone, bagno, ascensore, ecc., ecc.

2) N.° dei negozi divisi per categoria in base alla maggiore o minore utilità che il negozio stesso può trarre dal telefono.

3) N.° degli uffici, banche, ecc., ecc.

4) N.° delle famiglie tassate oltre un certo limite che corrisponde ad un grado di sufficiente benessere.

Tali elementi vanno inoltre opportunamente vagliati tenendo conto del piano regolatore che alle volte prevede notevoli spostamenti di parchi ferroviari, caserme, ecc., ecc., dello spostamento ed allargamento della zona centrale, dello spostamento della popolazione verso la periferia, ecc., ecc.

I primi due metodi precedentemente descritti mentre si atteggiano a metodi scientifici debbono per necessità di cose basarsi sull'uso di coefficienti il cui valore è difficilissimo scegliere dato che detto valore è funzione di mille altri elementi. E' quindi a nostro parere estremamente pericoloso basarsi su tali metodi per effettuare un progetto che implica spese di milioni e che potrebbe essere al lato pratico o insufficiente o esuberante.

Riteniamo quindi che tanto il metodo demografico come quello induttivo possano avere un valore di controllo ma che l'unico metodo da applicare sia il metodo diretto almeno in questo primo periodo nel quale non si è avuto un sufficiente assestamento nello sviluppo dell'utenza.

Quanto sopra è del resto confermato dalla fig. 5 dalla quale si rileva come le previsioni eseguite anno per anno abbiano dato risultati non solo imprecisi ma addirittura molto lontani dalla realtà.

L'inconveniente del metodo diretto è quello che non dà le previsioni anno per anno, ma soltanto quelle a saturazione che però riteniamo sufficienti in gran parte dei casi.

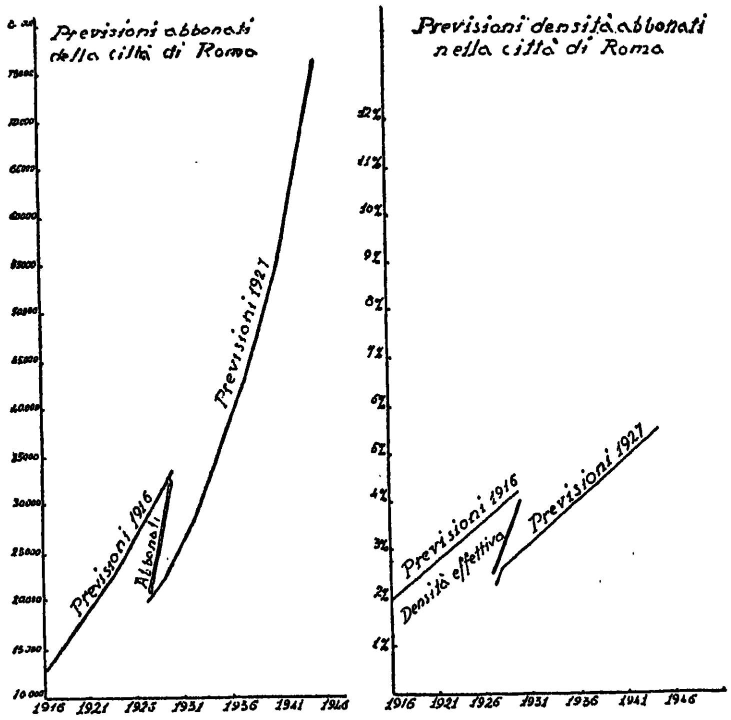


Fig. 5.

Progetto della rete.

Accennato sommariamente alla questione delle previsioni passiamo ad esaminare il progetto vero e proprio di una rete telefonica, ed a tal fine riteniamo opportuno fare la seguente premessa indispensabile.

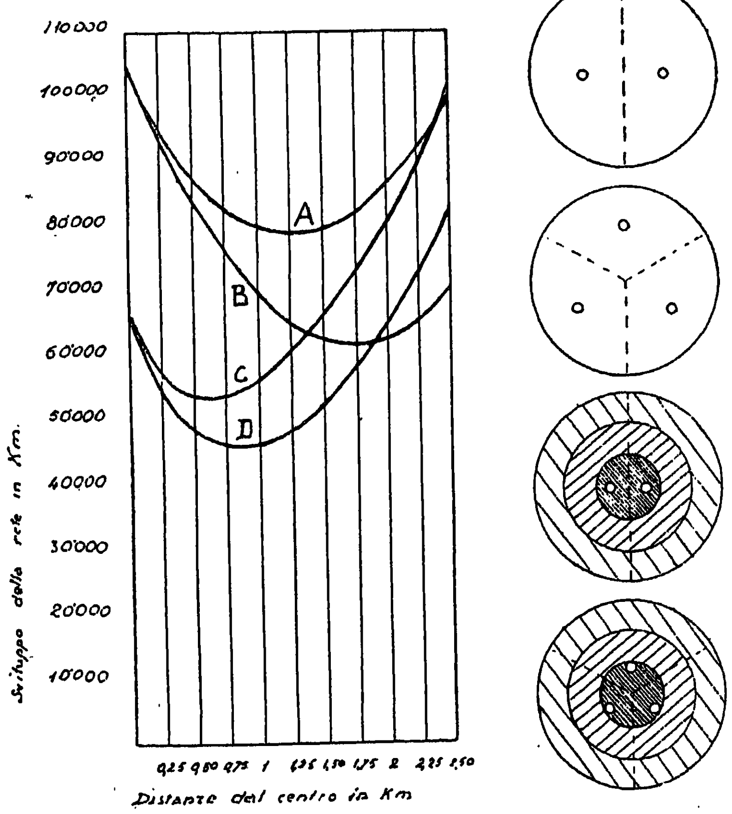


Fig. 6.

Dato un certo numero di utenti è possibile collegare tali utenti in un grandissimo numero di modi, tutti, dal punto di vista tecnico, perfettamente rispondenti allo scopo: per la scelta quindi si dovrà valersi del criterio economico.

I sistemi di distribuzione possiamo dividerli in un primo momento in due grandi categorie e cioè in reti monocentriche e reti policentriche.

Reti *monocentriche* sono quelle nelle quali tutti gli utenti vengono collegati da un'unica centrale nella quale si effettuano le operazioni di commutazione.

Reti *policentriche* sono invece quelle nelle quali gli utenti sono rilegati a due o più centrali che fra loro debbono essere collegate da una rete apposita che prende il nome di *rete di giunzione* e che serve per consentire che gli abbonati rilegati ad una centrale possano comunicare con tutti gli altri abbonati rilegati alle altre centrali.

Naturalmente aumentando il numero delle centrali diminuisce la lunghezza delle linee d'abbonato ma aumenta il numero delle linee di giunzione fra le varie centrali. Bisogna quindi trovare una condizione di minimo.

Nella fig. 6 si è supposto una città di forma circolare nella quale siano distribuiti 40.000 abbonati con *densità uniforme* e si è fatto il caso di due centrali da 20.000 e di tre centrali da 13.000 (curve *A* e *B*). Per i due casi è stato calcolato il chilometraggio della rete tenendo conto anche della rete di giunzione in funzione della distanza delle centrali fra loro. Quando tale distanza si riduce a zero si ha la rete monocentrica che, come si vede dà lo sviluppo massimo della rete.

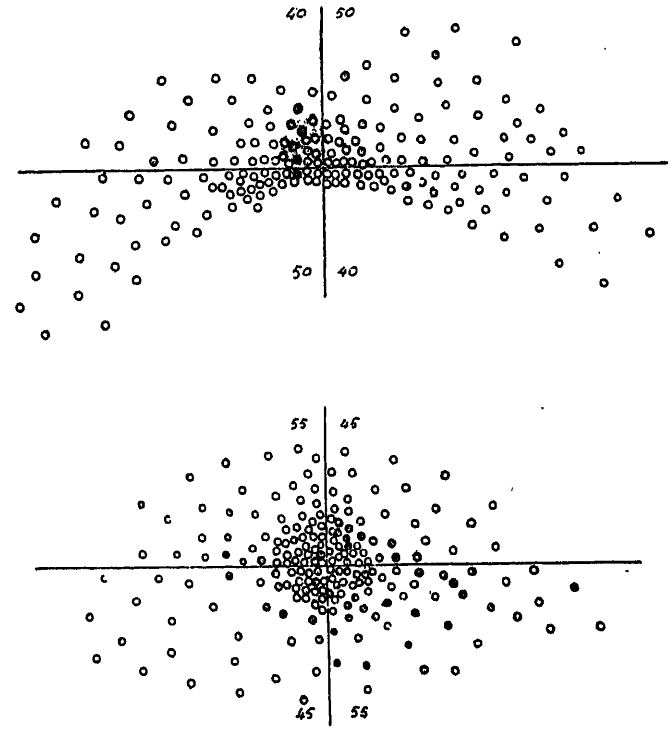


Fig. 7.

Allo scopo poi di avvicinarsi maggiormente alla realtà si è supposta la città sempre di forma circolare divisa in tre zone da tre cerchi, la prima compresa in un cerchio del raggio di 1 km, la seconda compresa fra il cerchio di 1 km e quello di 2 km e la terza fra i cerchi di 2 e 3 km e le cui densità stessero fra loro come i numeri 16, 4 e 2.

Anche per tale caso si è ripetuto lo studio come per il caso precedente e si sono ottenute le curve *C* e *D*.

Sia nel caso di rete monocentrica come in quello della rete policentrica occorre determinare qual'è il centro della zona e delle zone delle singole centrali. Sarà opportuno perciò premettere che *dato un certo numero di abbonati distribuiti in una maniera qualsiasi si intende centro telefonico quel punto per il quale la somma delle distanze da tale punto a tutti gli abbonati risulta minima.*

La determinazione del centro telefonico dipende oltre che dalla ubicazione degli abbonati anche dalle direzioni delle strade che naturalmente rappresentano il percorso dei cavi.

La ricerca del centro telefonico risulta di una straordinaria semplicità e si può intuire facilmente (ma si può anche dimostrare matematicamente) che il centro telefonico è individuato dall'incontro di due assi che chiamiamo *x* e *y*, paralleli alle due direzioni delle strade e che tagliano le zone in modo che da una parte e dall'altra si preveda lo stesso numero di utenti (fig. 7).

Vediamo ora quali sono le parti essenziali di una rete telefonica e come queste varie parti debbano essere proporzionate sotto la guida del criterio economico in modo da rendere possibile il necessario sviluppo della rete senza dover mai eseguire demolizioni o spostamenti assai costosi e frazionando il più possibile le spese nel tempo.

1) Edifici per la sistemazione dei commutatori manuali e automatici.

2) Tubazioni per la posa dei cavi.
3) Armadi ripartilinee, ripartitori, ecc.
4) Rete primaria o di alimentazione (riserve).
5) Rete secondaria (riserve).
6) Distributori.

1) *Gli edifici* che debbono trovarsi il più vicino possibile al centro telefonico determinato come sopra, debbono naturalmente essere dimensionati in modo da poter consentire l'installazione di tanti numeri da poter far fronte, con un certo margine, alla saturazione della zona. Grandissima cura dovrà essere usata nello studio del progetto dell'edificio che in un primo tempo potrà essere impiegato in parte come centrale telefonica ed in parte come uffici od appartamenti di normali abitazioni. Il tipo generalmente adottato è quello in cemento armato poichè consente, senza minimamente diminuire la stabilità dell'edificio di ricavare grandi saloni necessari per la conveniente installazione dei commutatori. Naturalmente i solai dovranno aver una adeguata resistenza in dipendenza del materiale che si prevede di installare.

Prima di parlare della rete vera e propria dobbiamo accennare ai criteri di distribuzione che nonostante siano sufficientemente numerosi possono in un primo tempo essere divisi in due grandi categorie e cioè:

a) reti rigide;
b) reti elastiche.

a) *La rete rigida* è la più intuitiva e naturale. Ogni cavo partendo dalla centrale si suddivide mano mano in cavi di sempre minore potenzialità fino a raggiungere i terminali o distributori dai quali poi partono le linee che vanno a raggiungere gli apparecchi degli abbonati.

L'inconveniente della rete rigida è che in molti casi non si ha una conveniente utilizzazione dei cavi giacchè si può avere deficienze in un punto mentre vi è ancora sufficiente disponibilità nel cavo, come si può facilmente rilevare dalla fig. 8, in quanto che le varie coppie del cavo fanno capo in modo *rigido,* e cioè non facilmente e comodamente modificabile ad un dato distributore.

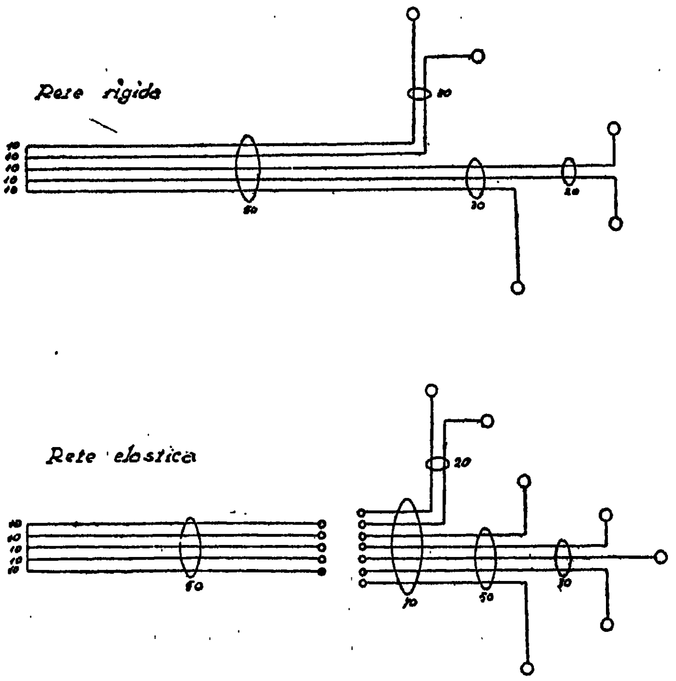


Fig. 8.

b) *La rete elastica* evita in parte tale inconveniente con l'inserzione di opportuni ripartilinee rendendo massima l'utilizzazione delle coppie. La rete infatti viene divisa in due sezioni per mezzo di un ripartilinee. I cavi compresi fra il ripartilinee e la centrale formano la rete primaria quelli invece dal ripartilinee ai distributori la rete secondaria. La rete primaria è collegata alla rete secondaria per mezzo di opportuni collegamenti che possono essere cambiati a nostro arbitrio senza minimamente toccare i giunti. Tali collegamenti sono costituiti da semplici fili isolati che vengono fissati ad opportuni morsetti, non essendovi nel ripartilinee alcun organo mobile.

La rete secondaria è sempre largamente dimensionata mentre la primaria ha un numero di coppie assai inferiore in quanto che le coppie stesse potendo per mezzo del ripartilinee essere smistate in qualunque punto della rete secondaria vengono utilizzate al massimo.

Data la convenienza di effettuare la posa dei cavi primari in più tempi, e cioè a mano a mano che se ne manifesta la necessità, e dato che la rete primaria è quasi sempre sotterranea, si manifesta la necessità di predisporre nel sottosuolo opportune opere tali da consentire la facile e rapida posa di nuovi cavi senza manomissioni della pavimentazione stradale. Tali opere che sono caratteristiche di una rete telefonica sono le tubazioni, cunicoli, gallerie, ecc.

Continuiamo ora ad esaminare come debbano essere dimensionate le singole parti dell'impianto.

2) *Le tubazioni* sono costituite da uno o più tubi di gres, di eternit, di cartone catramato, ecc., posati nel sottosuolo; tali tubazioni sono divise in tratti di conveniente lunghezza per mezzo di opportune camerette di manovra e giunzione che servono oltre che per la posa dei cavi anche per la giunzione dei cavi stessi.

Le tubazioni sono opere enormemente costose e la loro costruzione importa lavori tanto più difficoltosi quanto maggiore è l'occupazione del suolo pubblico da parte di altri utenti, si vede quindi subito la convenienza che gli impianti di tubazione siano largamente dimensionati in modo non solo da consentire la posa dei cavi primari necessari per la zona, ma anche di quelli che potranno essere necessari in un lontano avvenire in caso di nuove costruzioni. Particolarissima cura va messa nello studio del tracciato delle tubazioni che oltre ad avere il minimo sviluppo debbono anche consentire ulteriori, facili e razionali ampliamenti in caso di necessità (fig. 9).

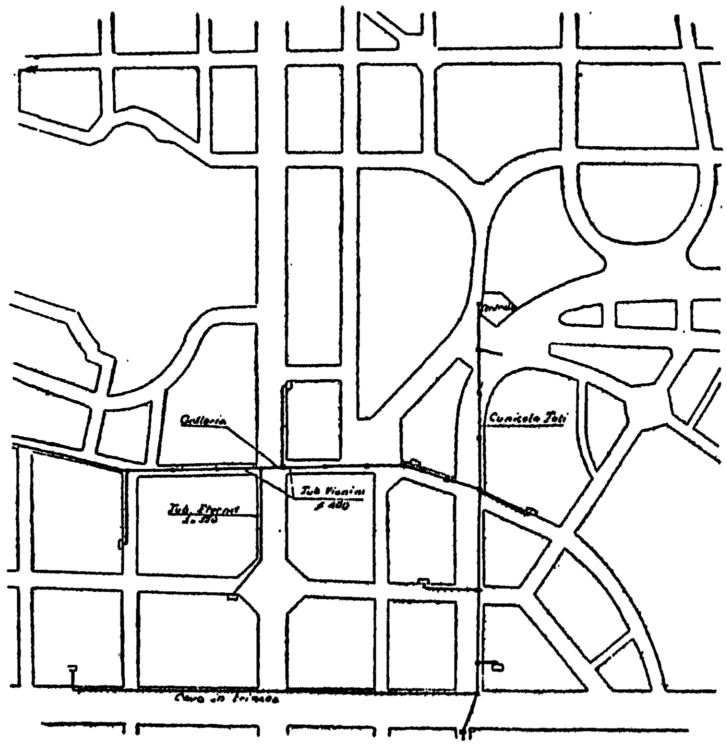


Fig. 9.

3) *Gli armadi ripartilinee* sono forniti dalle Case costruttrici con una potenzialità massima di primarie che per esempio nel caso dei ripartilinee Ericsson è di 300 coppie. Nello studio del progetto bisogna quindi, dopo aver effettuato le previsioni a saturazione, suddividere la zona in tanti settori per i quali si abbia una previsione massima di 300 abbonati e per ciascuno di tali settori prevedere un ripartilinee da 300 primarie. In tal modo la posizione del ripartilinee non dovrà essere mai spostata e lo sviluppo della rete sarà effettuato posando semplicemente dei nuovi cavi che vadano ad aumentare il numero di primarie del ripartilinee.

4) Per quanto si riferisce alla *rete primaria* o di alimentazione si sono avuti ottimi risultati applicando la seguente formula empirica per il primo impianto ed eseguendo i successivi ampliamenti a seconda delle esigenze:

Coppie primarie = 1,1 abbonati esistenti + 40 % (abbonati previsti a saturazione — abbonati esistenti).

Soltanto in vicinanza di zone per cui si prevede la immediata costruzione di importanti edifici si lasciano scorte o riserve sotterranee onde evitare la posa dalla centrale di cavi di piccola potenzialità che hanno un costo unitario assai elevato.

5) Per quanto si riferisce alla *rete secondaria* non possiamo dare dei criteri generali in quanto che tale rete deve adattarsi agli edifici non solo ma deve avvicinarsi talmente agli abbonati da rendere, il più possibile, brevi i collegamenti fra i distributori e gli utenti; nella costruzione delle reti secondarie bisogna inoltre tener ben presente l'esercizio sia per ciò che riguarda i guasti come per ciò che riguarda l'installazione di nuove linee.

Soltanto infatti da una distribuzione ben studiata derivano rac-

cordi ordinati che oltre render minima la spesa d'impianto assicurano agli utenti un servizio praticamente senza interruzioni e perfetto.

6) Per quanto si riferisce ai *distributori* che sono gli organi necessari per passare dai cavi alle linee d'abbonato sarà opportuno fare la seguente divisione:

a) *Distributori per fili scoperti.*

b) *Distributori per fili sottopiombo.*

Per quanto si riferisce ai primi dobbiamo osservare che quelli attualmente impiegati sono le mensole di distribuzione e le paline di distribuzione.

In tali distributori il cavo termina ad una cassettina munita di valvole e scaricatori per evitare che eventuali scariche atmosferiche sui fili scoperti possano produrre dannose bruciature del cavo di alimentazione. Da tale cassetta partono i fili che dopo aver raggiunto gli isolatori vanno a terminare negli appartamenti dei singoli abbonati.

Le mensole sono impiantate sulle facciate degli stabili mentre le paline sono collocate sulle terrazze ed in prossimità di cortili o delle chiostrine.

Tale tipo di distributori che fino a poco tempo fa era larghissimamente impiegato nelle reti italiane è stato quasi integralmente soppiantato dal tipo di distributori per linee coperte detto box o cassetta di giunzione.

Tale distributore non è altro che un terminale di cavo dal quale partono le diverse linee d'abbonato in filo isolato sotto piombo.

Nel progetto di dettaglio grande cura va messa nella posa dei distributori e nella scelta dei tipo. I box debbono essere posati nel baricentro della parte di facciata di loro competenza, baricentro che in seguito a numerose osservazioni è risultato trovarsi circa all'altezza del mezzanino per gli edifici muniti di negozi ed all'altezza del primo piano per quelli con piano rialzato.

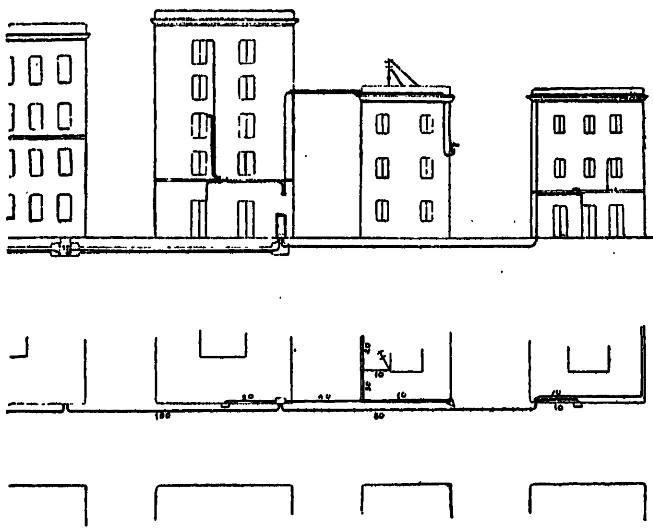


Fig. 10.

Allo scopo di evitare costosissimi rifacimenti dei raccordi d'abbonato è opportuno posare un numero di distributori tale che il numero delle coppie risulti leggermente superiore alla saturazione. Allo scopo però di evitare la posa di cavi non necessari in un primo tempo si sogliono collegare in parallelo due distributori in modo tale però che non appena si rende necessario, il parallelo possa essere tolto con la posa di brevi tratti di cavo. La fig. 10 dà un'idea di un tratto di reti con i ripartilinee ed i vari distributori.

Oltre al criterio economico anche il criterio estetico deve guidare il progettista il quale deve procurare che la rete sia invisibile. A tal riguardo in questi ultimi tempi si sono fatti dei notevoli esperimenti di un tipo di distribuzione nell'interno delle scale che ha dato risultati veramente cospicui e che merita di essere applicato specialmente negli edifici di carattere signorile e di nuova costruzione.

Tale tipo di distribuzione consiste nella posa di tubo bergmann nell'interno delle scale con derivazione per ogni appartamento. In fondo a tale colonna montante viene collocata in una opportuna nicchia un normale box di distribuzione alimentato da un cavo sotterraneo.

In caso di nuovi impianti quindi non occorre posare fili, ecc., ma è sufficiente tesare un campetto sottopiombo nell'interno del tubo bergmann. Tale tipo d'impianto oltre a soddisfare le più accanite esigenze estetiche assicura un servizio assolutamente perfetto (fig. 11).

Ora che abbiamo sommariamente accennato ai criteri da adottarsi nel progetto della rete d'abbonato sarà opportuno dare un rapidissimo sguardo a quello che è la rete di giunzione nel caso di reti policentriche.

Rete di giunzione.

Per progettare la rete di giunzione occorre conoscere quante sono le linee necessarie per servire un certo numero di abbonati. Occorre infatti osservare che solo una piccola percentuale di abbonati si serve del telefono contemporaneamente e quindi il numero di linee di giunzione dev'essere proporzionato all'effettiva necessità.

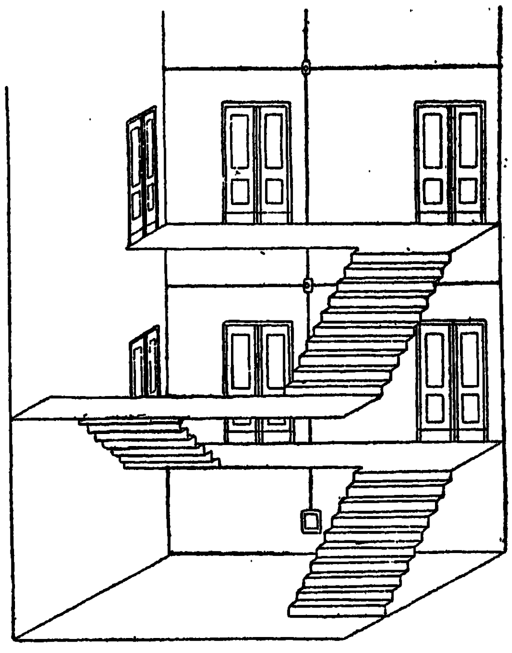


Fig. 11.

Prima di esaminare gli elementi necessari per la determinazione del numero di linee di giunzione sarà opportuno fare le seguenti osservazioni: Il *traffico telefonico* non è uniforme durante l'intera giornata ma subisce delle fluttuazioni assai rilevanti e che variano non solo da città a città ma anche da zona a zona e dipendono esclusivamente dalle abitudini e condizioni di vita e della popolazione.

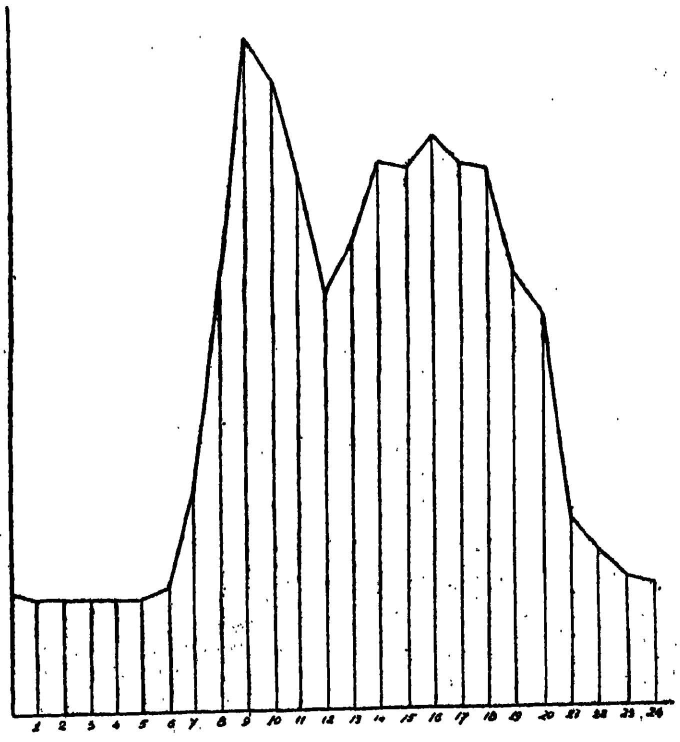


Fig. 12.

La fig. 12 riproduce un diagramma di traffico della zona di Roma: come si vede il traffico che è minimo dalle ore 23 alle ore 6 raggiunge due punte alle ore 9 ed alle ore 16. Tali punti corrispondono alle *ore di massimo traffico* ore nelle quali la rete dev'essere sufficiente altrimenti si otterrebbe che proprio nelle ore nelle quali maggiormente si sente il bisogno del telefono quest'ultimo non risponderebbe allo scopo.

Il traffico ha naturalmente la massima importanza nello studio di una rete telefonica ed è naturale che la maggior cura sia stata posta

dai tecnici nello studio dei dati di traffico che si riferiscono essenzialmente al numero di chiamate per abbonati per giorno ed alla durata media delle conversazioni.

Da numerosissime esperienze si è potuto constatare che il coefficiente di concentrazione nelle ore di massimo traffico varia da 1/10 a 1/8 ossia in altre parole nelle ore di massimo traffico si ha un numero di comunicazioni che è 1/10 od 1/8 del numero di comunicazioni dell'intera giornata; si è inoltre potuto constatare praticamente che in una rete policentrica il numero di comunicazioni in partenza da una centrale verso le altre centrali si ripartisce in maniera quasi proporzionale al numero di abbonati delle altre centrali. Nelle applicazioni pratiche bisogna però tenere il debito conto delle caratteristiche della zona, della popolazione telefonica, ecc., ecc., ciò si ottiene applicando un conveniente coefficiente che viene chiamato *coefficiente di zona.*

Per la determinazione quindi delle linee di giunzione occorre basarsi sui seguenti elementi :

1) Densità massima del traffico.
2) Probabilità.

La densità massima del traffico è definita dal numero medio di conversazioni simultanee durante un intervallo di tempo uguale alla durata media di una conversazione durante l'ora di massimo traffico.

Data la densità del traffico che si può o ricavare direttamente ovvero prevedere si stabilisce qual'è la percentuale di chiamate che si ammette di perdere e quindi per mezzo del calcolo della probabilità si determina il numero di linee di giunzione. Per facilitare tali calcoli esistono numerosi diagrammi, formule empiriche e tabelle che, data la densità ed il numero di chiamate che si ammette di poter perdere, indicano il numero di linee di giunzione.

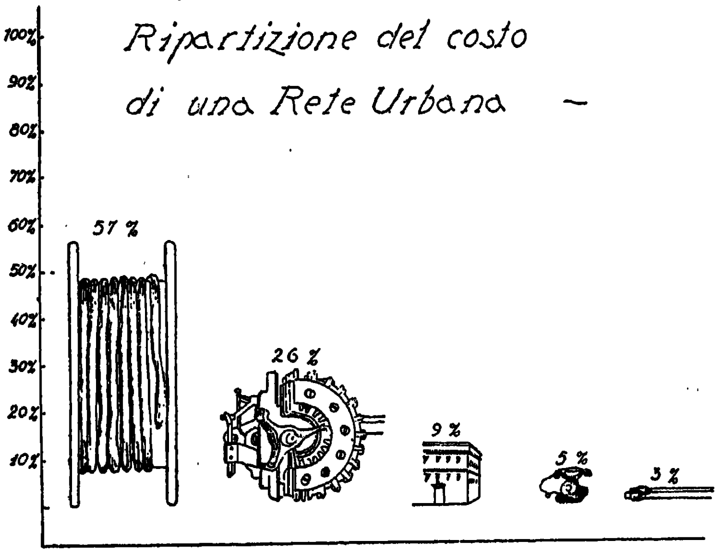


Fig. 13.

Ora che abbiamo esaminato sommariamente i criteri adottati nello studio delle reti vediamo quali sono le operazioni relative all'esecuzione effettiva di un progetto.

1) *Studio generale sommario delle previsioni.* Tenendo conto del piano regolatore e sopratutto del probabile sviluppo della città, scelta del sistema da adottare (se a 10.000 a 100.000 e 1.000.000 a 10.000.000 utenti) allo scopo di evitare che in un secondo tempo, a causa del successivo sviluppo della città si debba cambiare numero agli utenti. Tali previsioni debbono essere determinate con larghezza di vedute giacchè non implicano spreco di materiali ed è quindi preferibile errare per eccesso che per difetto.

2) *Divisione in zone della città.* Tenendo conto oltre che delle previsioni precedentemente effettuate, anche delle caratteristiche della città che generalmente risulta già suddivisa a causa delle zone *non telefoniche* quali parchi, giardini, cimiteri, stazioni e parchi ferroviari, monumenti, monasteri, ospedali, corsi d'acqua, canali, ecc., ecc. Particolarissima cura dovrà essere posta nella divisione in zone allo scopo di rendere minima la spesa sia di costruzione (minimo il numero delle coppie km) sia di esercizio (eccessiva decentralizzazione). Bisognerà inoltre precisare se tali zone dovranno essere servite da centrali principali, nodali o satelliti.

3) *Previsioni accurate degli abbonati nelle singole zone precedentemente determinate* tenendo conto di tutti gli elementi già indicati più sopra.

4) *Determinazione del centro telefonico della zona da servire* e progetto dell'edificio necessario per l'installazione dell'autocommutatore.

5) *Divisione delle zone in settori* per i quali le previsioni non superino il numero massimo di abbonati che possono essere allacciati ad un ripartilinee od altro apparato di distribuzione in modo che i gangli delle reti non debbano essere più spostati dalla loro posizione in seguito allo sviluppo della rete stessa.

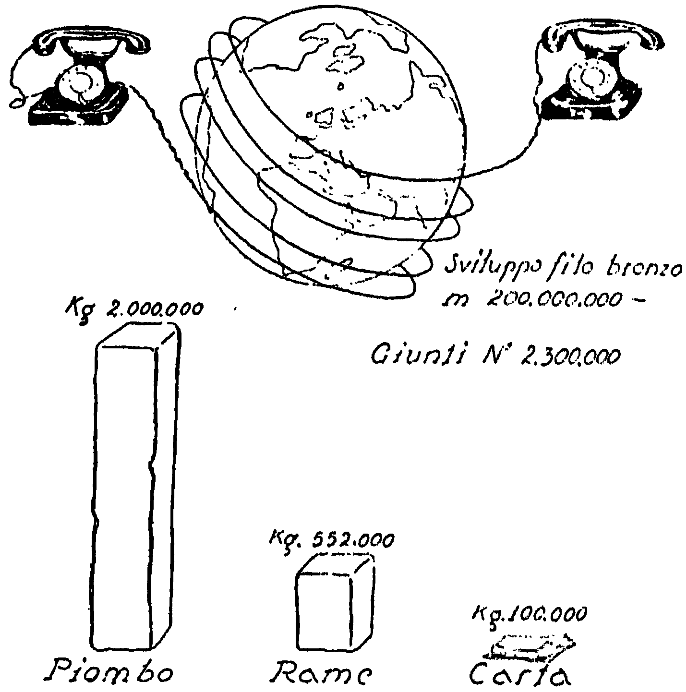


Fig. 14.

6) *Studio di dettaglio della rete secondaria* in partenza dai gangli precedentemente determinati tenendo conto di tutte le esigenze locali allo scopo di rendere minimo il costo dei collegamenti di abbonati.

7) *Determinazione del tracciato delle tubazioni* e scelta del loro tipo e dimensioni cercando di rendere minimo il numero dei km/tubo, tenendo però presente la rete d'abbonati e la rete di giunzione e cercando di sfruttare al massimo le gallerie per pubblici servizi esistenti nel sottosuolo.

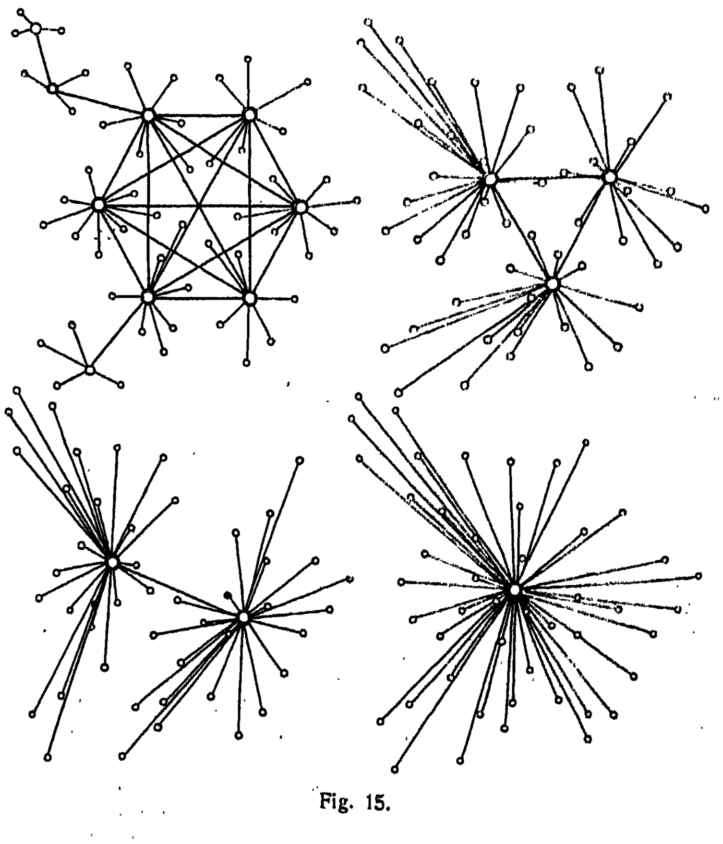


Fig. 15.

8) *Calcolo del numero di coppie primarie* per i singoli gangli di distribuzione e raccolta delle medesime in cavi di conveniente potenzialità non superiore alle 1000 coppie.

9) *Calcolo delle reti di giunzione* e determinazione del numero di coppie necessarie tenendo conto della giunzione a 2 o 3 fili. Scelta

del diametro dei conduttori tenendo conto dell'attenuazione massima consentita nella rete urbana e dello sviluppo della rete stessa.

Il progetto di una rete ha sempre per quanto precedentemente esposto un carattere di relativa contingenza; dopo l'esecuzione del lavoro relativo occorre vigilare e seguire accuratamente lo sviluppo della utenza onde potere adottare caso per caso in tempo le soluzioni adeguate per evitare costosissime e dannose soluzioni provvisorie.

Riteniamo infine che sia utile indicare alcuni dati relativi alla importanza di una rete telefonica urbana, dati che abbiamo raccolti per maggior chiarezza in un diagramma (fig. 13) dal quale si può rilevare come del costo complessivo di un impianto telefonico il 37 % circa sia dovuto alla rete, il 26 % all'autocommutatore, il 9 % agli edifici, il 5 % agli apparecchi, il 3 % alle tubazioni. Nella figura 14 poi sono riportati alcuni dati riferentisi alla rete di Roma, e che danno un'idea di quello che è l'importanza di una rete telefonica urbana.

Da quanto sopra esposto si rileva che purtroppo non esistono ancora metodi precisi per lo studio delle reti telefoniche e che ancora il progetto stesso è affidato all'intuito ed al buon senso del tecnico guidato naturalmente dai pochi elementi di calcolo precedentemente indicati dato che il problema non è stato ancora convenientemente approfondito. Ciò dipende a parere nostro dal fatto che l'industria telefonica ancora molto giovane rispetto agli altri rami della tecnica, è stata fino ad oggi eccessivamente assillata dallo studio dei commutatori e delle centrali ed ha trascurato il ramo reti considerandolo non degno di accurato e appassionato studio.

Ora però che è in pieno sviluppo questo importantissimo servizio e che, per quanto riguarda le centrali, si sono ottenuti risultati veramente meravigliosi, ci auguriamo che tecnici valorosi si dedichino allo studio delle reti e siamo sicuri che non mancheranno i frutti di tali studi e che tali frutti serviranno a far meglio prosperare questo ramo dell'industria rendendo sempre più grandi e più utili servizi al pubblico.

XXXVI RIUNIONE ANNUALE

PERUGIA - 9-15 Ottobre 1931

Riassunti di Relazioni e Memorie presentate al Congresso

N. 1.

STRUTTURE PER CABINE E POSTI DI SEZIONAMENTO ALL'APERTO IN CEMENTO ARMATO CENTRIFUGATO.

G. ORLER.

Nello stabilire il tipo di struttura da adottarsi per le cabine e posti di sezionamento, dal punto di vista del materiale da impiegarsi, l'argomento più importante da tener presente è quello della manutenzione che influisce oltrecchè sulla spesa annua da prevedersi per la manutenzione stessa, anche su quella d'impianto per le disposizioni necessarie, onde garantire la sicurezza d'esercizio.

I pali di legno usati per piccolissime cabine di sezionamento e per le cabine da palo di secondaria importanza, nel mentre hanno il vantaggio ben limitato della ridotta spesa d'impianto, presentano seri inconvenienti, come la breve durata, la poca resistenza, le distorsioni che subiscono rispetto al loro asse longitudinale restando esposti alle intemperie e la difficoltà di sostituzione dei pali guasti.

Le strutture in ferro invece sia per cabine di piccola importanza, che per quelle grandissime, richiedono una frequente verniciatura, che può essere eliminata con la zincatura, aumentando però notevolmente la spesa d'impianto.

Specialmente nelle cabine di grande mole sia di trasformazione, che di smistamento, ecc., ad alta ed altissima tensione, se costruite in ferro, si deve tenere conto della maggiore sicurezza d'esercizio necessaria e delle difficoltà prevedibili per le frequenti riverniciature delle intelaiature, richiedenti particolari precauzioni e disposizioni per la sicurezza degli operai, addetti al lavoro, oltre all'impossibilità di mettere fuori di esercizio anche piccoli tronchi delle cabine per la verniciatura.

Già da tempo si è perciò pensato a costruire le strutture in cemento armato, con le quali si elimina ogni manutenzione e di quest'applicazione si hanno vari esempi, specialmente in condizioni particolari, come nelle vicinanze del mare, i quali dimostrano l'interesse dei tecnici per questo sistema.

La struttura in cemento armato rappresenta in tale senso la migliore soluzione, senonchè se gettata sul posto è di difficile attuazione, per l'approntamento dei casseri, la cura da porsi nell'esecuzione delle armature e dei getti per le intelaiature a sezione ridotta da eseguirsi con maestranze specializzate, non sempre disponibili nelle località ove vengono eseguiti i lavori, la difficoltà di apportare in seguito modifiche alla struttura stessa ed ampliamenti.

Un notevole progresso si è raggiunto con l'impiego di elementi in cemento armato centrifugato con i quali si eliminano gli inconvenienti succitati.

L'A. espone brevemente il sistema costruttivo dei piedritti e delle traverse centrifugate e dà informazioni sulle loro dimensioni e forma più opportuna per le cabine e sui sistemi di collegamento fra di loro.

Nelle cabine da palo si adottano, al posto dei pali di legno, uno o più piedritti centrifugati troncoconici, collegati fra di loro con traverse di ferro, oppure di cemento armato di forma diversa, a seconda dello scopo a cui devono servire.

Le dimensioni dei piedritti vengono stabilite in modo da ridurre al minimo il loro peso, rendendo facilissime le operazioni di trasporto e posa in opera da eseguirsi con le stesse attrezzature, necessarie per i pali di legno. Sostanzialmente i concetti costruttivi di queste cabine, loro disposizione, apparecchiature, ecc., sono pressocchè identici a quelli seguiti per i pali di legno e si possono perciò impiegare anche i pali centrifugati per la sostituzione di quelli di legno guasti, di cabine esistenti, senza dover modificare o sostituire le traverse.

Quando la distanza fra i piedritti delle cabine aumenta oltre i 2,50 - 3,00 metri, conviene sostituire le traverse di ferro con quelle di cemento armato centrifugato a sezione circolare o simile.

Uno studio particolare richiedono le giunzioni delle traverse centrifugate ai piedritti o fra di loro e l'A. indica i vari sistemi adottati finora.

La costruzione di una struttura con elementi centrifugati diventa semplice e di facile attuazione. I singoli elementi vengono costruiti e stagionati in officine e poi spediti sul posto, dove vengono messi in opera senza bisogno di attrezzature speciali, eliminando getti difficili di calcestruzzo od altro.

Trattandosi di elementi collegati fra di loro sul posto, sono facilmente eseguibili le modifiche all'intelaiatura, come pure ampliamenti già previsti all'atto della costruzione della cabina, oppure che si rendessero necessari in seguito.

In un breve capitolo vengono illustrate alcune strutture eseguite in cemento armato centrifugato da noi ed all'estero.

La prima cabina (1) costruita con tale sistema, è quella di Chivasso della Società Elettricità Alta Italia del Gruppo S. I. P. di Torino, alla quale ne seguirono delle altre (2).

La più grandiosa è la cabina di smistamento a 60.000 volt di Villejuif (3) dell'Union d'Electricité di Parigi, che costituisce un nodo importantissimo al quale affluiscono vari gruppi di linee a 60.000 volt per l'alimentazione della zona parigina.

I pilastri troncoconici da 5,50 a 16 m, sono distribuiti su un'area rettangolare da 84,50 × 68,75 m. Le traverse della lunghezza da 3,25 a 6,50 m sono poste in tre piani a metri 5,50, 9 e 16 da terra.

N. 2.

BREVI NOTE E CONSIDERAZIONI SUL RAFFREDDAMENTO DEI TRASFORMATORI.

B. CERRETELLI.

Quando si considerino apparecchi di tipo a raffreddamento naturale, a meno che non si voglia giungere a dimensioni di casse e di radiatori addirittura fantastiche, le potenze massime che si possono costruire economicamente si aggirano oggi intorno ai 50.000 kVA.

Simpatia spiccata verso l'impiego dei trasformatori a raffreddamento naturale si trova negli Stati Uniti d'America, dove mentre i tipi a circolazione forzata d'olio vi sono quasi sconosciuti, il campo della produzione è rimasto fino a qualche anno fa intieramente suddiviso fra trasformatori a raffreddamento artificiale mediante serpentino ad acqua immerso nella cassa, e trasformatori a raffreddamento naturale, con prevalenza però di quest'ultimi.

(1) Ing. G. ORLER: La prima sottostazione elettrica di trasformazione all'aperto con elementi di cemento armato centrifugato (*L'Energia Elettrica*, ottobre 1927).

Ing. A. FREZET: La cabina di Chivasso della Società Elettricità Alta Italia (Sincronizzando - febbraio 1929).

(2) B. JANSEN: Freiluftstationen mit Eisenbetongerüsten (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 18 aprile 1929; *Energia Elettrica*, settem. 1929).

Dipl. Ing. R. BURGET: Freiluftstationen aus Schleuderbeton (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 1929, pag. 1685).

(3) Ing. MAURICE MARTIN: Le poste d'interconnexion a 60.000 volt de Villejuif (*La Revue Industrielle*, aprile 1930).

Da cinque o sei anni però ha preso campo negli Stati Uniti, e si è anche diffuso in Europa e da noi, un sistema di raffreddamento avente la tendenza a sostituire quello ad acqua. Si tratta in certo qual modo d'integrare la ventilazione propria soffiando aria ad alta pressione lungo i radiatori di casse tipiche per apparecchi a raffreddamento naturale. Anzi sia detto che questo sistema ha trovato in Italia tale simpatia che i più grandi trasformatori oggi funzionanti da noi ne sono senz'altro dotati.

Approssimativamente su tensioni dell'ordine di 130.000 volt e per potenze superiori ai 5000 kVA, i pesi dei materiali e dell'olio per trasformatori a raffreddamento naturale e a circolazione forzata in refrigerante esterno stanno fra loro nei seguenti rapporti:

Materiali: 1,35
Olio: 1,50.

Da queste cifre sono esclusi i pesi dei refrigeranti, delle pompe, delle tubazioni e degli altri accessori.

Con la guida dei risultati di cui sopra ed estendendo i calcoli anche alle potenze inferiori ai 5000 kVA (sebbene in questa zona le richieste di raffreddamenti artificiali siano minime) è facile farsi una idea del costo relativo di un trasformatore a raffreddamento naturale rispetto ad uno a circolazione d'olio o viceversa.

Un'altra considerazione può avere valore definitivo nella scelta del tipo di trasformatore dovuta a circostanze contingenti come limiti massimi di carico, di sagoma, ecc. che affaccino la necessità di ricorrere, sulla potenza fissata, a pesi e a dimensioni non eccedenti cifre prescritte.

Si noti che sul trasformatore a circolazione d'olio gravano pur sempre in qualunque condizione d'impianto le spese per l'energia consumata dalle pompe che nel caso di apparecchi di 50.000 kVA può ritenersi quella assorbita da un motore di 20 HP. Inoltre l'acqua di raffreddamento non sempre è immediatamente disponibile e la sua ricerca o incanalazione possono portare a spese per nulla trascurabili.

Le considerazioni sin qui fatte nei riguardi della convenienza di adottare l'uno o l'altro sistema di raffreddamento in discussione, possono non essere più valide nel caso di trasformatori installati presso centrali generatrici, dove cioè il costo del kWh consegnato dipende da ben altri fattori più importanti che non siano quelli conseguenti dal migliore o peggiore rendimento dei trasformatori. Inoltre alle centrali idrauliche tolte rare eccezioni, l'acqua di raffreddamento per i trasformatori è disponibile con minima spesa. Ecco perchè in questi casi l'impiego del trasformatore a circolazione forzata dovrebbe trovare la preferenza su quello a raffreddamento naturale. E non si può, specie per le centrali di montagna, trascurare un altro fattore in pro dell'impiego del raffreddamento artificiale: la frequente necessità di mantenere al minimo i pesi e le dimensioni d'ingombro che, specie per i trasporti, possono costituire difficoltà gravissime se non addirittura insormontabili.

In una sottostazione invece, dove generalmente si fa acquisto di energia al termine di una linea, o dovunque s'impieghino trasformatori per alimentare reti secondarie con tariffe a monte della trasformazione, l'impiego del raffreddamento naturale sembra più logico e più consigliabile.

Si tratta di due estremi fra i quali però, come è noto, stanno altri due tipi di raffreddamento abbastanza impiegati nella pratica: quello con serpentino ad acqua immerso nella cassa del trasformatore e l'altro col quale si fa uso di aria soffiata lungo le superfici di radiatori riportati sulla cassa.

Dei due sistemi intermedi citati il primo dà luogo ad unità di costo paragonabile a quelle munite di circolazione d'olio, mentre il trasformatore ammette un rendimento migliore, l'altro ad unità a raffreddamento naturale con la differenza in meno però sul costo di quest'ultime di circa il 10 %.

Con la ventilazione forzata si ha il vantaggio non trascurabile di fare a meno dell'acqua, utilizzando senz'altro l'aria dell'ambiente che è sempre a disposizione e non costa nulla. L'assenza dell'acqua poi evita possibilità di incrostazioni o di erosioni che possono risultare dannose a lungo andare al buon funzionamento degli apparecchi.

Un merito non trascurabile dell'aria soffiata è quello di permettere ad un trasformatore così costruito di erogare il 50 % circa del suo carico normale a ventilatore inattivo cioè di fare nei limiti indicati un servizio a raffreddamento naturale.

Allo scopo di ridurre i costi dei trasformatori ad aria soffiata per le medie potenze, è stato ideato un nuovo tipo di cassa a lamiera sottile avente le pareti costituite alternativamente da tubi d'aria e nervature d'olio. La cassa risulta leggera ed eccezionalmente robusta.

Tornando al raffreddamento naturale non va dimenticato che un trasformatore può essere tale solo a condizione che le perdite vengano dissipate senza dar luogo a temperature eccessive dell'ambiente nel quale l'apparecchio è installato.

Se si tratta d'impianti all'aperto non si hanno in generale preoccupazioni, perchè l'aria può liberamente rinnovarsi e lambire le pareti dei radiatori, ma con impianti all'interno e per potenze considerevoli, non può senz'altro il trasformatore dissipare le sue perdite mantenendosi nei limiti delle temperature prescritte, se non vengono adottate nel locale in cui l'installazione è fatta, opportune luci in basso verso il pavimento e in alto verso il soffitto che permettano il rinnovarsi dell'aria. Senza di queste, l'ambiente, entro certe condizioni, può facilmente giungere a temperature dannose per il buon funzionamento del trasformatore.

In pratica mentre con trasformatori di moderata potenza non funzionanti sempre a pieno carico e installati in locali piuttosto ampi può bastare 1/10 di m^3 di luci per kW di perdita da dissipare, può invece occorrere che tali valori vengano raddoppiati o addirittura triplicati nei casi più sfavorevoli.

Ora non sempre è possibile o economico praticare in un locale finestre del genere. Ecco dunque perchè i grandi trasformatori a raffreddamento naturale trovano all'esterno il luogo più adatto d'installazione sempre ben inteso che non vengano posti a ridosso di strutture che impediscano il libero afflusso dell'aria.

Il raffreddamento naturale può cedere ancora il posto alla circolazione d'olio in tutti quei casi nei quali per essere costretti a impiegare sezioni molto ampie di rame, gli avvolgimenti risulterebbero di fabbricazione difficile o addirittura impossibile.

Il raffreddamento artificiale in genere essendo più energico di quello naturale, consente densità maggiori negli avvolgimenti e perciò sezioni di rame più esigue che facilitano la fabbricazione delle bobine.

N. 3.

CONFRONTO TECNICO-ECONOMICO DI ALCUNE SOTTOSTAZIONI A 150.000 VOLT TIPO CHIUSO E ALL'APERTO COSTRUITE DALLA SOCIETA' ADRIATICA DI ELETTRICITA'.

M. MAINARDIS.

L'A. descrive rapidamente la vasta rete di distribuzione del Gruppo Società Adriatica di Elettricità che si estende in quindici Provincie, su un territorio di 44.000 km^2, con 5,5 milioni di abitanti serviti, e quindi riporta i risultati tecnico-economici delle principali sottostazioni a 150.000 volt, costruite recentemente dal Gruppo per dimostrare la convenienza, già universalmente riconosciuta, del tipo di sottostazione all'aperto, rispetto al tipo chiuso.

Il confronto è riferito ai due classici tipi a sistemi di sbarre sovrapposte e orizzontali, applicati nelle centrali dell'impianto idroelettrico Piave-S.ta Croce e della Termoelettrica di Venezia-Marghera e le conclusioni risultano dai seguenti dati di consuntivo sul costo specifico della struttura portante per ogni pannello di interruttore a 150 kV.

Sottostazioni a sbarre sovrapposte:

Tipo chiuso (Fadalto e Caneva)	L. 225.000
» all'aperto (Marghera)	» 33.000

Sottostazione a sbarre orizzontali:

Tipo chiuso (Nove)	L. 250.000
» all'aperto (Nove)	» 40.000

Tali costi specifici unitari si riferiscono alle sole strutture portanti e non comprendono il costo degli interruttori e della relativa apparecchiatura elettrica e ausiliaria che, per ciascun pannello, risulta di circa L. 200.000; cosicchè l'incidenza del costo della struttura portante sul costo complessivo di un pannello per interruttore a 150.000 volt, risulta:

Per le sottostazioni tipo chiuso:

a sbarre sovrapposte	del 53 %
» » orizzontali	» 55 %

Per le sottostazioni tipo all'aperto:

a sbarre sovrapposte	del 14 %
» » orizzontali	» 17 %

L'A. accenna al metodo di calcolo seguito per arrivare alla soluzione di massima convenienza economica e istituisce un confronto tra le strutture in ferro e in cemento armato per il tipo di sottostazione all'aperto, arrivando alla conclusione che la trascurabile differenza di costo tra i due tipi (circa L. 4500 per pannello su un costo complessivo di L. 233.000), non compensa i notevoli vantaggi del tipo in ferro rispetto a quello in cemento armato.

Le conclusioni di questa rapida esposizione sul confronto tecnico ed economico delle sottostazioni tipo chiuso e all'aperto sono, secondo l'A., le seguenti:

1) le sottostazioni all'aperto sono nettamente più convenienti sia dal lato tecnico sia da quello economico al classico tipo chiuso, salvo casi eccezionalissimi;

2) l'incidenza del costo della struttura portante sul costo complessivo della sottostazione, è notevolmente rilevante tra il tipo chiuso e all'aperto, mentre è trascurabile tra i due tipi all'aperto in ferro e in cemento armato;

3) le strutture all'aperto a tralicci in ferro sono preferibili dal lato tecnico e di esercizio a quelle in cemento armato.

N. 4.

IL TRATTAMENTO DEGLI OLI ISOLANTI NELL'ESERCIZIO

C. Banfi.

Generalità.

Si osserva come il trattamento degli olî isolanti, problema strettamente legato allo studio delle alterazioni che l'olio subisce durante l'esercizio, costituisca il più pratico e quindi interessante capitolo del vasto e complesso tema dell'olio isolante; tema in alcuni punti ancora assai discusso e certamente importante perchè tratta di un elemento oggi sempre più interessato alla regolarità del funzionamento degli impianti elettrici sia di produzione e trasporto che di distribuzione.

Per giungere su questo argomento a conclusioni più chiare e meno contrastanti di quelle finora ottenute, appare necessario che alle ricerche di laboratorio si unisca un esame sistematico e diligente del comportamento degli olî durante l'esercizio; risulta cioè evidente, anche in questo campo, l'opportunità di una più intensa collaborazione ed una maggiore coordinazione di lavoro fra studiosi e tecnici esercenti.

Funzioni e caratteristiche degli olî isolanti.

Oltre all'azione isolante, mentre nel caso degli interruttori l'olio ha il compito di spegnere l'arco elettrico, nel caso dei trasformatori ha la funzione essenzialmente di isolante e di veicolo di calore.

A ciascuna funzione l'olio minerale risponde con ben determinate caratteristiche fisiche e chimiche; si esaminano brevemente quelle che hanno maggiore influenza sulle funzioni stesse dell'olio.

Alterazioni degli olî durante l'esercizio. - Inconvenienti e danni al macchinario.

Le necessarie carateristiche di un olio isolante possono essere compromesse da molteplici alterazioni di natura fisica, costituite dalle impurità in genere come l'acqua, l'aria e le particelle solide, e di natura chimica quali l'acidità ed i depositi dovuti a processi di ossidazione e di polimerizzazione.

Evitando di accennare alle evidenti cause delle alterazioni fisiche, messa solo in rilievo l'importanza del potere igroscopico dell'olio, proprietà della quale non ci si preoccupa sempre come si dovrebbe, vengono ricordate le principali cause delle alterazioni chimiche: azione catalittica dei metalli, azione delle vernici, azione della luce, dell'ossigeno ed infine della temperatura.

La notevole influenza delle alte temperature sull'ossidazione dell'olio è bene richiami ogni migliore attenzione dei tecnici sia costruttori che esercenti.

Visti gli elementi che favoriscono durante l'esercizio le cause di alterazione, si passa a considerare gli inconvenienti ed i danni che ne derivano: corrosione e carbonizzazione degli isolanti per acidità e per formazione di depositi sugli avvolgimenti, aumento delle perdite e diminuzione delle proprietà magnetiche delle lamiere per i sovrariscaldamenti.

Si considera l'azione delle diverse impurità sulla rigidità dielettrica, osservando come questa venga notevolmente compromessa dalla contemporanea presenza di umidità con impurità fibrose in sospensione.

Miscele.

Il tecnico si trova sovente di fronte a questo problema della mescolanza di due olî diversi, nuovi od usati, mescolanza che può portare un peggioramento delle carattestiche della miscela nei confronti dei suoi componenti, aumentando cioè la tendenza a formare acidità e depositi.

Su questo pericolo esistono numerosi studi e ricerche che giungono a conclusioni incerte e spesso contradditorie.

A meno che ogni caso venga particolarmente studiato, è in generale consigliabile che le miscele siano evitate.

Controllo e trattamento.

Considerata, per quanto si è premesso, l'importanza di una sistematica verifica delle alterazioni e la necessità di un regolare frequente trattamento degli olî, si inizia l'esame dei diversi procedimenti di depurazione e degli apparecchi relativi.

Riscaldamento.

Il riscaldamento costituisce un trattamento sempre delicato per il quale occorrono molta cura ed attenzione, perchè le esigenze di una efficace disidratazione, che richiederebbe temperatura elevata, sono in contrasto con l'opportunità di moderare la temperatura stessa per non provocare il deterioramento dell'olio.

Il problema della temperatura limite di massimo tornaconto non è certo facilmente definibile; le discussioni al riguardo sono numerose, i pareri molti discordi.

Il limite di 110° C prescritto dalle attuali norme della Associazione Elettrotecnica Italiana è generalmente considerato eccessivo: è in ogni caso fuor di dubbio che sia opportuno attenersi di volta in volta alla più bassa temperatura possibile.

Vengono così citati diversi metodi ed apparecchi usati per il riscaldamento dell'olio passando dalle semplici e pericolose resistenze immerse nei cassoni, ai riscaldatori separati e trasportabili, diretti ed indiretti, ed infine ai grandi impianti fissi spesso abbinati al trattamento col vuoto.

Essiccamento nel vuoto.

Procedimento al quale si ricorre per ottenere una sicura e completa disidratazione dell'olio opportuna nel caso di trasformatori o interruttori per elevate potenze e tensioni; ha il vantaggio di consentire il riscaldamento a temperature più basse; può essere effettuato con piccoli impianti trasportabili o con impianti fissi.

Filtrazione.

Filtro pressa. — Dopo aver ricordato come la normale filtrazione sia il più antico ed ancor oggi il più diffuso procedimento di depurazione degli olî, accennato alle ragioni che ne giustificano il favore, si illustra uno dei più recenti tipi di apparecchi descrivendone il funzionamento.

Si considera il problema dell'elemento filtrante che può essere di varia natura osservando però come l'elemento generalmente usato sia la carta assorbente.

Questa può avere caratteristiche ben diverse agli effetti della compattezza, della tenacia e del potere assorbente, rispondendo così, a seconda del tipo, meglio ad una funzione piuttosto che ad un'altra; assai opportuno può essere l'uso contemporaneo di tipi diversi.

Viene poi notato come sia possibile il ricupero della maggior parte dei cartoncini quando il loro consumo possa preoccupare. Servono allo scopo semplici stufe elettriche per l'essiccamento, appositamente studiate.

Si accenna infine al pericolo, da taluni temuto, che la carta attraversata dall'olio ceda a questo le sue fibrille compromettendo così la depurazione. Si dimostra però come ogni timore al riguardo sia infondato.

Ultrafiltro. — La caratteristica del procedimento detto di «ultrafiltrazione» risiede nella natura dell'elemento filtrante, costituito da una membrana di tessuto impregnato di un collodio speciale.

Nei confronti della filtrazione normale il procedimento presenta vantaggi e svantaggi che si possono così riassumere: più sicura e completa eliminazione delle sostanze solide in sospensione anche minutissime, inettitudine a trattenere l'acqua, portata assai limitata.

Alla mancanza del potere disidratante si rimedia unendo alla membrana normale carta assorbente.

Più grave è l'inconveniente della portata, che, sopra ogni altro, riteniamo ostacoli la diffusione dell'ultrafiltro nel pratico esercizio.

Esperimenti eseguiti dallo scrivente anche presso l'Istituto di Fisica dell'Università di Milano hanno confermato quanto sopra esposto.

Filtro elettrocapillare. — E' basato su di un principio completamente diverso da quello della filtrazione ordinaria e precisamente si vale del fenomeno di elettro-capillarità per il quale le particelle estranee in sospensione vengono respinte dalla superficie di una massa filtrante che l'olio attraversa purificandosi.

Non conosciamo notizie e dati inerenti a pratiche applicazioni teoricamente efficace nella eliminazione di ogni impurità.

La portata è anche in questo caso molto piccola.

Non conosciamo notizie e dati inerenti a pratiche applicazioni della filtrazione elettro-capillare degli olî isolanti.

*

Dopo quanto esposto sulla filtrazione non si ritiene il caso di considerare altri sistemi ad essa relativi, basati non su nuovi principii, ma più che altro su diverse caratteristiche costruttive degli apparecchi.

Centrifugazione.

Mentre da tempo per la separazione di corpi a peso specifico diverso si è ricorsi alla forza centrifuga, piuttosto recente è l'appli-

cazione pratica di questo principio al trattamento degli olî e degli olî isolanti in ispecie.

Problema delicato e complesso, anche dal lato meccanico, per risolvere il quale sono occorsi diligenti studi che hanno portato a continui perfezionamenti degli apparecchi.

I risultati sono certo oggi soddisfacenti e per determinate condizioni di alterazione dell'olio la depurazione appare assai efficace.

Si accenna alla preoccupazione che ripetute centrifugazioni possano esercitare una dannosa azione sull'olio: argomento sul quale sono in corso tuttora studi e ricerche.

Viene ricordato come nelle evoluzioni costruttive susseguitesi dall'originario organo rotante, costituito da un semplice cilindro, si sia passati al così detto tamburo a dischi o diaframmi, e come infine le altissime velocità di rotazione raggiunte per i progressi fatti nel campo della meccanica, abbiano consentito il riapparire delle centrifughe a semplice cilindro non meno efficaci di quelle a dischi.

Precisamente in base a questa diversa concezione dell'organo rotante possiamo suddividere in due categorie i depuratori centrifughi oggi in uso.

Vengono così illustrate e descritte nel loro funzionamento una *Centrifuga a dischi* ed una *Centrifuga a cilindro tubolare.*

Rigenerazione chimica degli olî isolanti.

Più che un trattamento per la manutenzione degli olii durante l'esercizio la rigenerazione costituisce un problema di ricupero dell'olio che, fortemente deteriorato per acidità o per impurità carboniose e non depurabile coi mezzi fisici normali, dovrebbe essere eliminato.

Si citano brevemente alcuni processi di depurazione fisico-chimica e altri più complessi di depurazione chimica, considerando come caso particolare la rigenerazione degli olî carboniosi realizzabile anche con impianti semplici e poco costosi.

La mancanza di dati positivi che provengano dal pratico esercizio rende assai difficile un giudizio sui risultati tecnici e, tenuto conto di questi, sulla convenienza economica dei processi di rigenerazione.

Prescindendo dai risultati tecnici immediati, si ricorda il pericolo che la rigenerazione provochi un forte abbassamento della resistenza all'ossidazione dell'olio, che si deteriorerebbe quindi nuovamente in brevissimo tempo.

Anche su questo punto del problema non tutti sembrano essere d'accordo.

La questione è certo interessante e le preoccupazioni del tecnico al riguardo sono legittime.

La complessità in genere degli impianti, il pericolo sopra esposto, l'incertezza della convenienza economica e la istintitiva avversione dei tecnici nel procedere a manipolazioni di natura chimica, sono i principali elementi che giustificano la limitatissima diffusione della rigenerazione chimica degli olî isolanti come mezzo normale di ricupero.

Procedimenti e impianti complessi di depurazione.

Vengono brevemente considerati alcuni procedimenti costituiti da diverse combinazioni, riunite in un unico impianto, degli apparecchi già singolarmente esaminati.

Si tratta di impianti, nella maggior parte ancora a carattere mobile, i più complessi a carattere fisso, ai quali ultimi si ricorre nel caso del trattamento più delicato ed importante di macchinario di grande potenza ed elevate tensioni.

Conclusioni.

Si osserva come non sia possibile, anche dopo l'esame fatto dei diversi sistemi ed apparecchi, dichiarare in linea generale che uno è migliore dell'altro; nessuno è perfetto, ciascuno presenta speciali requisiti e determinate deficienze, l'uno può spesso opportunamente completare l'altro.

Spetta al tecnico esercente di giudicare quale soluzione possa essere più conveniente al caso proprio, tenuto presente, oltre al problema tecnico che deve risolvere, tutte le altre considerazioni sulla regolarità è praticità di funzionamento, sul costo di impianto e di esercizio.

Ritenendo interessante conoscere la situazione attuale circa i criteri ed i sistemi in uso per il trattamento degli olî isolanti presso le aziende produttrici e distributrici di energia elettrica in Italia, lo scrivente ha sottoposto alle principiali aziende stesse un questionario.

Ha dato cortesemente evasione il 92 % delle aziende interpellate e le notizie raccolte si riferiscono a Società che rappresentano circa l'80 % dell'intero capitale delle Società Italiane mentre il rimanente 20 % è relativo a piccole aziende che, anche interpellate, non avrebbero potuto fornire dati positivi.

Nel questionario si è chiesto: il tipo ed il numero dei depuratori in uso, i sistemi di riscaldamento adottati, le temperature massime alle quali si effettua il riscaldamento, se è praticato l'essiccamento col vuoto, se si è sperimentata o se si eseguisce normalmente la rigenerazione chimica.

Quando contemporaneamente in uso filtri-pressa e centrifughe è stato pure chiesto quale dei due sistemi l'esperienza ha fatto ritenere preferibile nell'esercizio e per quali ragioni.

Vengono così riportati i dati riassuntivi desunti dalle risposte.

Circa il quesito sui due tipi di depuratori il responso risulta, con una notevole maggioranza, favorevole al filtro-pressa.

Per quanto riguarda le ragioni di preferenza, non possono essere tratte conclusioni molto chiare.

Solo per il filtro-pressa viene più volte asserita la migliore attitudine alla eliminazione delle impurità solide in genere ed anche carboniose; per la centrifuga le ragioni d'indole tecnica non sono precisate e ci si limita a dichiarare che il sistema conduce «a risultati migliori».

Sulla durata, la praticità, la semplicità, l'economia del procedimento i pareri sono in completa contraddizione.

Ciò denota da una parte la complessità del problema e dall'altra la non eccessiva preoccupazione del tecnico esercente di chiarire e approfondire il problema stesso.

Viene fatto rilevare come, soprattutto negli impianti di distribuzione, venga sovente troppo trascurato il controllo e quindi il trattamento degli olî, lasciando abbandonato il trasformatore sino al completo deterioramento dell'olio e degli avvolgimenti.

Si ricorda l'importanza della verifica dell'acidità, eseguibile direttamente in modo semplice e sicuro, accennando al problema non facile, di fissare il limite massimo di acidità per gli oli usati.

Si pone quindi in evidenza la necessità di un sistematico controllo degli olî in servizio; controllo che, oltre a dare un contributo positivo allo studio del problema degli oli, potrà sempre più spingere il tecnico ad un regolare trattamento conseguibile, nella maggior parte dei casi, con la necessaria efficacia anche ricorrendo ai mezzi più semplici.

Quanto si è esposto e ricordato sull'argomento è augurabile valga, per le questioni più importanti ancora dibattute e che riguardano da vicino il problema pratico del trattamento degli oli isolanti durante l'esercizio, a provocare discussioni interessanti e proficue dalle quali possa essere tratta qualche concreta conclusione.

N. 5.

INSTALLAZIONE ALL'APERTO DI MACCHINE RUOTANTI

G. SILVA.

1) *Premessa.*

Riandiamo col pensiero allo sviluppo delle installazioni all'aperto: si incominciò a porre all'esterno l'ingombrante apparecchiatura ad alta tensione; in un secondo tempo si misero all'aperto i trasformatori; in un terzo tempo l'apparecchiatura sul lato bassa tensione dei trasformatori.

Le installazioni esterne debbono dunque presentare reali vantaggi se ci è dato di assistere al loro progressivo sviluppo «in profondità», invadente anche il campo che sembrava assolutamente riservato ai montaggi chiusi.

Infatti sono oggi ad es. assai frequenti le sottostazioni a 15-30 kV completamente all'aperto, mentre per tensioni così modeste era opinione assai diffusa, fino a pochi anni addietro, che il montaggio interno fosse il più vantaggioso.

In questa marcia costante verso l'aumento della parte all'esterno nei confronti di quella all'interno, si è dunque partiti dall'apparecchiatura a più alta tensione per scendere a poco a poco verso tensioni sempre più basse. Dove è opportuno fermarci?

Nel campo dell'apparecchiatura sembra logico non porre alcun limite inferiore, dato che, anche per tensioni assai basse (per es. 15 kV) i vantaggi della installazione aperta sembrano indiscutibili (minore ripercussione degli scoppi, incendi, ecc.).

Si pensi che non mancano esempi di servizi ferroviari comandati da installazioni 15 kV tutte all'esterno.

Per i trasformatori nessuna difficoltà si oppone alla loro installazione all'aperto, indipendentemente dalla tensione di servizio.

Fatta esclusione, per ragioni che riteniamo evidenti, delle turbine a vapore, restano ad esaminare i due elementi più delicati: caldaie e macchine ruotanti (generatori, condensatori sincroni, convertitori, ecc.).

Per le caldaie non mancano esempi di montaggio esterno (Langerbrügge, Fürst Hardenberg); siamo però ancora in un periodo che riteniamo sperimentale. Sarà bene attendere qualche anno prima di pronunciarci con sicurezza su queste sorprendenti installazioni.

Per le macchine ruotanti il periodo sperimentale sembra già trascorso. I numerosi esempi di installazioni all'aperto di generatori e di condensatori sincroni, per potenze rilevanti, ci autorizzano a pensare che dette installazioni siano pienamente soddisfacenti. Non ci sembra che in Europa, e particolarmente in Italia, queste nuove disposizioni siano state adottate in vasta scala. Solo in America ciò è avvenuto e prosegue con ritmo crescente.

Ho creduto fare cosa utile raccogliendo qualche dato e qualche indicazione bibliografica su particolari installazioni all'aperto di macchine ruotanti. Tutti gli elementi qui riportati mi sono stati forniti dalle Società:

— General Electric C.;
— Westinghouse Co.;

per la cortese intercessione degli Egr. Ingg. Norsa e Tamai, ai quali presento qui i più vivi ringraziamenti.

2) *Descrizione di alcuni generatori all'aperto.*
3) *Descrizione di alcuni condensatori sincroni all'aperto, raffreddamento in aria.*
4) *Descrizione di alcuni condensatori sincroni all'aperto, raffreddamento in idrogeno.*
5) *Descrizione di un gruppo convertitore all'aperto.*
6) *Conclusioni.*

L'« emigrazione delle macchine elettriche verso l'aperto » sembra un fenomeno oramai accertato, destinato forse a mutare, in poco volger di anni, la fisionomia delle nostre installazioni.

Probabilmente queste perderanno un poco della loro maestosa imponenza, ma assumeranno in compenso un aspetto più freddamente industriale, e, sotto alcuni punti di vista, più rispondente alla loro vera natura.

L'estrema semplicità verso cui tendono le più moderne costruzioni è da segnalare; essa va connessa colla marcia silenziosa ma continua verso il sempre più esteso automatismo.

E' notevole che i condensatori sincroni ai quali abbiamo accennato sono nella loro grande maggioranza ad asse orizzontale; quelli in idrogeno sembrano assicurare la più completa sicurezza di esercizio; la capitalizzazione del maggior rendimento, della maggior capacità di sovraccarico, del minor rischio d'incendio, della maggior durata degli isolanti, sembra largamente compensare il maggior costo della macchina.

Esclusione fatta della parte dell'impianto strettamente termica, *il campo di applicazione del montaggio esterno può essere esteso*, senza rischi nè improvvisazioni, in base all'esperienza americana, *a praticamente tutta l'installazione*. In altre parole è già oggi economicamente e tecnicamente concepibile una installazione avente al coperto il solo quadro (cogli apparecchi di misura e controllo) ed all'esterno tutte le macchine (statiche e ruotanti) colle loro apparecchiature.

Naturalmente un concetto così generale non è certo applicabile ad « occhi chiusi » a qualsivoglia impianto.

Ogni installazione è un caso particolare ed errerebbe chi desse una interpretazione assoluta a quanto sopra. Ma sarebbe egualmente in errore chi non tenesse in dovuto conto le nuove possibilità oggi a nostra disposizione.

N. 6.

LA MANUTENZIONE DELLE CABINE

L. Selmo.

Il tema è trattato col concetto di mettere in rilievo i criteri ai quali la manutenzione suggerisce di attenersi per le cabine e sottostazioni di trasformazione ed il lavoro è diviso in tre parti:

I. Ispezione di cabine non presidiate da personale
II. Manutenzione delle cabine
III. Criteri di esercizio, controlli, verifiche periodiche

nelle quali sono riportati i dati e le osservazioni dell'esperienza del Gruppo della Società Meridionale di Elettricità che ha un grandioso complesso di 1919 fra sottostazioni e cabine.

I. - Ispezione di cabine non presidiate da personale.

Viene riprodotto un tipo del modulo da consegnarsi a chi deve fare l'ispezione e sulla scorta di questo è segnalato come devono essere osservate le porte, è spiegata la necessità delle targhe sulle porte e dell'esatta denominazione delle targhe nell'interno, è commentato il problema della ventilazione, dell'esame del fabbricato e specie del soffitto, è chiarito di quale pulizia bisogna contentarsi essendo irraggiungibile la pulizia perfetta, sono elencate le ragioni dell'importanza dell'ispezione delle cassette di estremità dei cavi nonchè della necessità di precisare la situazione delle protezioni sull'A. T.

Circa le unità di riserva dei trasformatori che possono essere tenute attaccate sull'A. T. oppure sulla B. T. oppure distaccate, dopo aver detto le ragioni a favore dell'uno e dell'altro sistema si conclude per consigliare di tenerle disinserite con rotazione al massimo bimestrale.

II. - Manutenzione delle cabine.

Si raccomanda l'intercambiabilità degli elementi, la standardizzazione di scartamenti, bulloni, filettature, ecc., e la preferibilità di tipi uguali anche per funzioni diverse anzichè ognuno per il proprio uso.

Oltre la riserva in opera per i trasformatori si ritiene che le scorte devono essere limitate ai pezzi facilmente logorabili o soggetti a guasti e si stimano inutili le scorte di avvolgimenti per trasformatori, per sincroni, ecc.

E' sempre più difficile poter mettere una intera cabina fuori servizio per molte ore: perciò i quadri A. T. devono essere sezionabili e smistabili, gli interruttori shuntabili, i trasformatori allacciabili a qualsiasi parte del quadro, che deve essere, come lo schema, elastico e perfettamente chiaro.

Dei passanti in olio, che si preferiscono a quelli a miscela, sono indicate le difficoltà di manutenzione ed è descritto un sistema pratico per rimettere l'olio in sostituzione di quello che manca a causa delle perdite inevitabili.

Per i coltelli, dei quali occorre sia assicurata la perfetta manovrabilità, si è favorevoli al tipo a manovra rinviata e questi si preferiscono a perno centrale rotante su cuscinetti a sfere. Per la sicurezza dei contatti fra ganasce e lame è notato il buon esito della manovra in due tempi, avvicinamento della lama alle ganasce e pressione di quella fra queste.

Nella morsetteria, escludere possibilmente la presenza di metalli diversi e scegliere tipi che garantiscano un sicuro contatto come ad esempio quelli a cuneo che avanza sotto la spinta di un anello a vite.

Gli interruttori vanno preferibilmente montati su incastellature alte da terra in modo da poter manovrare la cassa; se ciò non si può fare, munire le casse di foro d'uomo: cercare in somma di ridurre al minimo l'operazione dell'accoppiamento e regolazione della simultanea chiusura dei diversi poli, operazione indispensabile se un polo viene rimosso dal suo posto e quanto mai delicata, difficile e lunga.

Anche per i trasformatori a variazioni percentuali di tensione la pratica è favorevole al foro d'uomo.

I riduttori per misure si preferiscono del tipo a trasformatore in olio e con passanti in olio avendo avuto con i passanti a miscela e con i tipi a condensatore e ad autotrasformatore risultati assai poco buoni.

Sui quadri e banchi di manovra segnalazioni ottiche e acustiche, chiarezza, precisione, abbondanza di indicazioni, di sezionamenti, divisione di pannelli per tipo di apparecchi e non per linea o trasformatori.

Oltre questo che vale per tutte le cabine, per quelle all'aperto viene particolarmente messo in rilievo quale deve essere la sistemazione dei piazzali per ridurre la manutenzione al minimo e quanta sia la necessità di abbondanti e sicuri mezzi meccanici per il trasporto di unità (trasformatori, interruttori, riduttori, ecc.) pesantissime che arrivano a superare anche 100 tonnellate.

III. - Criteri di esercizio, controlli e verifiche periodiche.

1) *Trattamento e sorveglianza degli olî.* — Il sistema del filtropressa insieme al vantaggio di un'alta purificazione e di una sicura eliminazione dell'umidità ha lo svantaggio della lentezza dell'operazione e del costo dei cartoni. Il sistema della centrifuga ha il vantaggio della rapidità e della poca spesa ma lascia dubbiosi sullo smaltimento dell'umidità. Perciò noi usiamo i due sistemi combinati, dopo gli esperimenti i cui risultati sono riportati con tutti i dati di economia di tempo e di spesa.

Il trattamento periodico dell'olio dei trasformatori si fa in genere annualmente e per le unità più grandi ogni sei mesi.

Quello dell'olio degli interruttori a seconda del funzionamento di questi: quindi quando occorre per gli interruttori che si manovrano solo raramente, mentre per gli interruttori che funzionano periodicamente vi è un ciclo di revisione.

2) *Rifusione di olio.* — Si fa tutta la storia della questione delle miscele, che prima erano ammesse solo per olî della stessa provenienza e raffinazione, poi per quelli della stessa provenienza, poi anche fra olî di provenienza diversa e infine anche di natura diversa quando ci si trovi nella necessità di correggere le qualità di un olio che ha subìto il tormento del servizio; si dà inoltre notizia della proposta di un laboratorio centrale comparsa nella letteratura tecnica e pare anche adottata; si riferisce che al Gruppo della Società Meridionale miscele di olî se ne son fatte e se ne fanno senza inconvenienti o noie avendo tenuto la norma che l'olio vecchio abbia un in-

dice di acidità non superiore a 1 per mille, che l'olio nuovo sia possibilmente della stessa provenienza del vecchio, che i due oli si mescolino senza stratificarsi e che l'olio miscelato risponda alle norme A. E. I.

3) *Raffreddamento dei trasformatori.* — La questione del raffreddamento viene esaminata sia dal lato delle caratteristiche specifiche, dei pregi e inconvenienti dei vari sistemi di raffreddamento sia da quello dei risultati conseguiti, arrivando alle due seguentii condizioni :

Adozione, sempre che sia possibile, del semplice raffreddamento naturale in olio e in mancanza, subordinatamente nell'ordine, a ventilazione forzata, a circolazione di solo olio, a circolazione di acqua e olio.

Adozione di buoni e completi dispositivi di misura di tutte le temperature (olio, ferro, avvolgimento primario e secondario) ed adozione di mezzi sicuri ed efficaci di controllo della circolazione.

4) *Taratura e controllo dei relais.* — Si descrive come alla Società Meridionale di Elettricità funziona l'ufficio per lo studio e l'esercizio dei sistemi protettivi e come è stato attrezzato un banco di taratura, montato su camion, che periodicamente viene fatto viaggiare per controllare in ogni cabina il funzionamento dei relais, per ripetere le tarature e per porre rimedio alle manchevolezze segnalate dal personale di esercizio.

5. *Terre.* — Si esamina come devono essere le terre in una cabina o sottostazione per dichiararsi favorevoli al sistema della terra unica costituita da una *rete di terre* alla quale, mediante *montanti distinti* ed ampiamente proporzionati, vanno collegate tutte le parti dell'impianto da mettere a terra, le quali in tal modo restano collegate fra loro *attraverso la rete di terre e non direttamente all'esterno.*

Spiegandone le ragioni, si consigliano poi come norme di grandissima utilità l'adozione di un controllo periodico della resistenza delle terre e l'adozione di tappeti isolanti nei luoghi dove si eseguiscono manovre.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

D. C. Prince, W. F. Skeats — **Gli interruttori a esplosione.** (Elec. Eng., febbraio 1930, da pag. 134 a pag. 137 con 6 fig.).

Gli AA. descrivono un nuovo modello di interruttore a camera di esplosione studiato in modo da facilitare la rottura dell'arco provocando un getto di olio fresco e non venuto ancora a contatto dell'arco, attraverso l'arco stesso impedendone la riaccensione dopo l'istante di corrente zero. A questo scopo la camera di esplosione è costruita in modo che l'elettrodo mobile, inferiore, uscendo violentemente dalla camera stessa per effetto della pressione dei gas prodottisi, lascia scoperta una bocca di sfogo dei gas stessi i quali affluiscono rapidissimamente, mentre da un'altra bocca una corrispondente quantità di olio fresco si precipita nella camera tagliando l'arco.

La bocca d'uscita del gas è praticata nel corpo stesso dell'elettrodo mobile il quale è tubolare e porta superiormente un coperchio mobile che funziona nel primo istante come stantuffo pieno per trasmettere all'elettrodo la pressione del gas, ma viene poi trattenuto quando l'eletrodo discende, scoprendone così la bocca superiore attraverso cui i gas effluiscono nella massa d'olio dal cassone. L'olio che viene così spinto invece nella camera di esplosione, vi entra per l'apertura anulare lasciata intorno all'elettrodo mobile durante la sua uscita dal foro, conico, praticato nello spessore della parete della camera di esplosione.

Gli AA. illustrano, anche coll'aiuto di parecchi schemi, il funzionamento di questo tipo di interruttore che viene costruito anche per altissime tensioni. Riferiscono pure sull'esito di esperienze compiute con interruttori di questo tipo in esercizio per 132 kV e 600 A in una centrale americana, e che hanno dato risultati soddisfacentissimi.

R. S. N.

R. A. Corby — **La grande varietà di applicazioni dell'apparecchiatura Selsyn.** (Gen. Elec. Rev., dicembre 1930, pag. 706 a 711 con 13 fig.).

Gli apparecchi Selsyn sono macchine autosincrone aventi lo scopo di realizzare il comando e la segnalazione a distanza. Delle due macchine, che compongono un equipaggiamento Selsyn, una è chiamata generatore e l'altra motore, che corrispondono al trasmettitore e al ricevitore. Il servizio, per cui l'apparecchiatura Selsyn è più particolarmente adatta, è la trasmissione del moto angolare a distanza. La prima installazione del genere fu fatta per la manovra delle chiuse del canale di Panama, Fu scelto il comando elettrico perchè esso, oltre ad essere il solo che permette il comando centralizzato, consente di riprodurre in piccolo nella sala di comando l'ordine delle manovre chiuse.

Un'altra applicazione dei Selsyn è quella della regolazione automatica della portata e quindi del carico delle turbine. Le variazioni di livello nel bacino di carico provocano il funzionamento di un trasmettitore, che fa agire nella stazione generatrice un ricevitore, il quale, attraverso dei relais comandati da un ingranaggio differenziale, aziona un motore elettrico reversibile che agisce sul distributore.

L'aparecchiatura Selsyn serve anche per l'indicazione della posizione dei ponti levatoi e degli ascensori.

Un'altra applicazione è stata fatta all'impianto di illuminazione del palcoscenico dell'Opera di Chicago, nel quale è necessario realizzare illuminazioni con quattro colorazioni. La scena è illuminata da 141 circuiti; gli oscuratori sono comandati da ricevitori Selsyn. I circuiti sono riuniti in 33 gruppi, a seconda del colore, della disposizione, ecc.; ogni gruppo è controllato da un generatore differenziale Selsyn; inoltre vi sono quattro generatori differenziali, ciascuno dei quali agisce per le luci di un colore; infine un altro generatore Selsyn è collegato ai quattro precedenti in modo che tutti i 141 circuiti o parte di essi, possono essere comandati simultaneamente. Le maniglie, i pulsanti, i Selsyn sono tutti posti sul quadro di manovra; i ricevitori Selsyn effettuano il controllo delle luci attraverso regolatori a induzione che, regolano la tensione di griglia di tubi Thyratron, variano la saturazione dei reattori dei circuiti di illuminazione.

L'A. infine enumera altre applicazioni dell'apparecchiatura Selsyn come per es., il controllo delle frequenze, il controllo dei motori a velocità regolabile, dei regolatori delle turbine, ecc. e ne preannuncia l'adozione per la manovra dei locomotori elettrici e delle navi a propulsione elettrica.

C. G. E. (*)

APPLICAZIONI TERMICHE.

F. P. McKibben — **Un edificio di quattordici piani saldato elettricamente sul posto.** (Gen. Elec. Rev., dicembre 1930, pag. 699 a 507 con 13 fig.).

Si tratta di un edificio di Boston per gli uffici della Edison Company. La pianta è rettangolare di m 18 × 34 ed il carico ammesso per metro quadrato di pavimento, per tutti i piani, è di circa 600 kg. L'altezza complessiva dal piano stradale alla parte superiore delle gabbie per gli ascensori è di 57 metri. Dato il rapporto tra l'altezza e la esigua larghezza della costruzione si dovettero studiare in modo particolare le controventature per evitare i fenomeni di torsione delle membrature resistenti, per effetto dell'azione del vento sulle pareti dell'edificio. Le varie parti delle travate vennero costruite nei cantieri degli imprenditori, in generale per chiodature, per meglio sfruttare le capacità dei vari stabilimenti specializzati. Il collegamento delle travi e delle colonne venne fatto sul posto, man mano che si proseguiva nell'erezione, unicamente per saldatura all'arco dopo aver provvenuto al montaggio provvisorio con pochi bulloni.

Vennero impiegati quattro gruppi a saldatore singolo, ed il loro lavoro durò meno di due mesi. I gruppi erano installati al primo piano e si spostarono solamente per breve tempo, per consentire la colata di cemento. Non venne notata una sensibile caduta di tensione durante il lavoro agli ultimi piani. Ciascuna macchina era munita di apparecchi registratori, per poter controllare le intensità di corrente durante il lavoro e quindi le caratteristiche della saldatura. L'intensità normale di saldatura venne constatato essere di 180 ampere.

Le prove di resistenza alla rottura diedero come risultato medio 3750 km per cm^2 per la trazione (nelle saldature di testa) e 2800 kg per cm^2 per il taglio. Almeno due volte alla settimana ogni operatore doveva eseguire campioni che venivano rotti per l'esame della frattura. Di 1200 kg di elettrodi adoperati venne deposto circa l'80 %, in una lunghezza complessiva di 1500 metri di cordone di saldatura a sezione triangolare di varie dimensioni. Gli elettrodi del tipo «nudo» risultarono all'analisi con 0,14 % di carbonio, 0,44 % di manganese, leggerissimo contenuto di fosforo, zolfo e silicio. Diamo alcuni dati riguardanti tale lavoro: peso totale della struttura: 1314 tonnellate, energia totale consumata: 620 kWh. Peso di elettrodo deposto per ogni tonnellata di acciaio 0,900 kg. Tempo totale di lavoro per l'erezione: 1205 ore.

C. G. E.

APPLICAZIONI VARIE.

F. Bagnoli — **Gli impianti di elettroposta.** (Riv. Tec. F. I., settembre 1930, pag. 142-153, 10 fig.).

Un impianto di elettroposta per un ufficio è costituito da una ferravia elettrica percorsa da carrelli, alimentati con opportuni montacarichi, mediante i quali si possono distribuire oggetti di piccolo peso in punti determinati. I carrelli, azionati da un motorino elettrico con riduttore, scorrono su di una rotaia, fissata con mensole poco sotto al soffitto, che serve pure da conduttore di ritorno; un'altra rotaia adduce la corrente.

In un tipo più semplice di impianto si ha un sol posto di comando da cui si smistano carichi a vari punti di ricezione. Quando si preme, in una tastiera esistente nel posto centrale, il bottone corrispondente ad una delle stazioni di arrivo, il montacarichi principale sale fino alla linea delle rotaie, depone sul piano di ricevimento di un carrello l'oggetto depositato sul suo piano d'invio, e accoglie sul

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

proprio piano di ricevimento oggetti eventualmente depositati nel piano d'invio del carrello. Contemporaneamente un selettore esistente sul montacarichi trasmette al carrello indicazione della stazione a cui deve consegnare il carico. Quando il carrello arriva a questa, chiude un contatto che fa salire il montacarichi, su cui depone l'oggetto da consegnarsi, mentre ne preleva il carico da ritrasmettersi alla centrale. Un sistema di blocco impedisce ai carrelli di urtarsi tra di loro.

Impianti più complessi sono realizzati in base a principii simili a quelli della telefonia automatica.

In impianti di questo tipo si potrebbe da qualunque posto trasmettere ad ogni altro e ricevere da ogni altro; praticamente soltanto alcune stazioni funzionano da speditrici. In ognuna di queste esiste un quadrante numerato da 0 a 9 come quello degli apparecchi telefonici, mediante il quale può esser formato nelle sue cifre il numero di qualunque posto di destinazione. Formando un numero sul cerchio graduato si prepara un circuito che viene chiuso soltanto quando arriva un carrello vuoto o conun carico incompleto per la stessa stazione a cui deve essere inviato qualche oggetto; la chiusura di questo circuito provoca la salita del montacarichi che depone l'oggetto sul carrello. Inoltre si hanno all'altezza del binario alcune serie di dieci contatti (due per es., se le stazioni ricevitrici non sono più di 99), che la formazione del numero sul quadrante ha predisposto per la trasmissione del numero stesso a selettori posti sul carrello. Successivamente si hanno altrettante serie di contatti; al passaggio del carrello i suoi selettori fanno ponte tra i contatti corrispondenti al numero formato e chiudono un circuito che fa ritornare nella posizione iniziale tutti gli apparecchi della stazione d'invio.

Quando il carrello giunge al posto di destinazione i suoi selettori provocano, con la chiusura di un circuito, la salita del montacarichi su cui viene deposto l'oggetto. *S. S.*

R. H. ROGERS — **L'elettricità nell'industria del cemento.** (Elec. Eng., gennaio 1931, pag. 18).

L'industria del cemento è un buon cliente per l'industria elettrica; secondo l'A., negli Stati Uniti le fabbriche di cemento consumano circa 2,5 miliardi di kWh all'anno, con un fattore di carico elevatissimo e un fattore di potenza praticamente uguale all'unità. Le fabbriche lavorano continuamente per 24 ore al giorno e per periodi spesso superiori ad un anno senza interruzione e fanno largo uso di motori sincroni. E' da osservars di'altra parte che l'industria del cemento avrebbe la possibilità, mediante ricupero di calore dai forni, di produrre in proprio l'energia di cui ha bisogno.

La tendenza moderna è di collegare tutti i circuiti ad un unico quadro e di comandare i motori più potenti in tutto l'impianto, a distanza, dal quadro. Si possono così evitare le punte pur arrivando in qualche caso a inserire direttamente anche i maggiori motori; naturalmente ciò implica un dispositivo di segnalazione fra l'operaio che sta alla macchina e l'osservatore al quadro.

I diversi servizi richiedono l'uso di parecchi tipi di motori, a corrente alternata o continua, con regolazione di velocità, a gabbia di scoiattolo. Ma la maggior parte della potenza installata, nelle moderne fabbriche di cemento, è rappresentato da motori sincroni. Per il comando dei mulini cilindrici a palle, i quali richiedono all'avviamento una potenza che va dal 125 al 180 % di quella normale, sono usati speciali motori supersincroni. Questi hanno lo statore girevole su appositi supporti: per avviare un mulino, viene messo in moto e lasciato arrivare al sincronismo lo statore mentre il rotore col carico resta fermo; raggiunto il sincronismo si frena gradatamente lo statore e allora il rotore si avvia e raggiunge a sua volta il sincronismo quando lo statore si ferma. In questo modo si può disporre, per l'avviamento, di tutta la coppia sincronizzante del motore. Il largo uso fatto di motori sincroni fa sì che il fattore di potenza complessivo dell'impianto sia sempre molto elevato. La necessità di assicurare la continuità del funzionamento porta ad abbondare nelle riserve e a dimensionare con larghezza tutto l'impianto elettrico. *R. S. N.*

CONDUTTURE.

W. SCHMID — **Un nuovo punto di vista per la determinazione delle qualità dei cavi sotto piombo ad alte tensioni.** (R. G. E., 26 luglio 1930, pag. 127).

Il metodo consiste nell'analisi degli elementi costitutivi dell'isolante del cavo e nella deduzione, dai risultati di questa analisi, delle proprietà del complesso, ammettendo che la tensione limite dipenda dai valori delle tensioni relative alle varie qualità di carte impegnate che formano il cavo e dalla qualità del materiale di riempimento. Le prime grandezze si determinano direttamente con misure di disrupzione; la seconda si può riportare a una misura di densità.

La determinazione della tensione limite è influenzata da cause di errori che provengono dalla forma degli elettrodi di prova; dalla natura del mezzo, dallo spessore delle carte. L'A. suggerisce alcuni fattori di correzione che permettono di valutare un coefficiente da applicarsi alla tensione determinata direttamente. Circa i metodi da applicarsi per tale determinazione, si può seguire quello relativo alla tensione di effluvio o l'altro che conduce a stabilire la curva delle variazioni della tangente dell'angolo delle perdite dielettriche in funzione della tensione di prova ammettendo l'esistenza di un'elasticità dielettrica e assimilando la tensione limite al carico di snervamento. L'A. completa la sua esposizione mostrando come si possa stabilire l'equazione della caratteristica disruptiva in funzione del tempo e riportando esempi numerici provenienti da ricerche sperimentali. *G. Cc.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

H. M. VAN GELDER — **Raddrizzatori a mercurio per servizio di metropolitane.** (Elec. Eng., febbraio 1931, da pag. 97 a 110 con 5 fig.).

Il «Philadelphia Department of City Transit» ha recentemente installato una cabina di trasformazione a raddrizzatori a vapori di mercurio per alimentare un tronco di ferrovia sotterranea, dando così un nuovo esempio della progressiva diffusione anche in America di questo tipo di apparecchi. Nella cabina sono installate due raddrizzatori da 4000 A continui a 630 V, capaci di funzionare a 6000 A e 612 V per due ore, e a 12.000 A e 550 V per un minuto; una delle unità è di riserva; l'edificio è proporzionato per quattro unità eguali.

La regolazione è stata studiata in modo da permettere il funzionamento in parallelo, anche con grandi variazioni di carico, colle esistenti tre cabine equipaggiate con convertitori ruotanti da 3000 kW, 630 V, 360 giri. I raddrizzatori sono del tipo 2 × esafase, con 12 anodi, provveduti di accensione automatica a corrente alternata, di raffreddamento ad acqua di controllo automatico di vuoto, nonchè dei necessari apparecchi di protezione.

L'energia a corrente alternata è fornita sotto forma di corrente a 13.800 V e l'apparecchiatura ad alta tensione è tutta del tipo blindato ciò che ha permesso notevoli economie nella costruzione dell'edificio e risparmio di spazio occupato. La cabina è in funzione da circa un anno con risultati sodisfacenti, senza che si riscontrasse alcun inconveniente anche nel caso di carichi da 10.000 A e senza dar luogo a disturbi sulle linee telefoniche vicine che sono costruite in cavi sotterranei. *R. S. N.*

Un gruppo convertitore di frequenza per il collegamento elastico delle reti. (Revue Brown Boveri, gennaio 1931, pag. 8).

Il gruppo si compone principalmente di una macchina asincrona e di una macchina sincrona entrambe previste per essere inserite sulle reti da collegare. Il rotore della macchina asincrona è connesso ad una macchina trifase a collettore Brown Boveri Scherbius, montata sullo stesso albero ed eccitata tanto dagli anelli della macchina asincrona quanto da una eccitatrice trifase speciale appartenente ad un convertitore di frequenza montato sullo stesso albero del gruppo convertitore principale. Gli anelli del convertitore di frequenza sono inseriti sulla rete a cui è connessa la macchina asincrona. Si introduce nel circuito rotorico della macchina asincrona una tensione regolabile a volontà, che viene a sommarsi con la tensione proporzionale ed opposta alla tensione di scorrimento. Le variazioni della tensione di eccitazione si possono ottenere variando la tensione indotta con un regolatore ad induzione ed alimentando il convertitore di frequenza a tensione costante e spostando la posizione delle spazzole alla periferia del collettore. Se la tensione d'eccitazione fornita dal gruppo convertitore è costante, tale è pure la potenza trasmessa dal gruppo; se questa tensione è una funzione della frequenza di una o dell'altra rete, la potenza varia secondo la stessa legge. Cambiando direzione della tensione del convertitore di frequenza, si fa funzionare la macchina asincrona come motore o come generatrice. Si può quindi far passare a volontà la potenza da una rete all'altra ed il gruppo può fornire una potenza regolabile entro grandi limiti e nelle due direzioni, indipendentemente dalla frequenza delle due reti.

Un gruppo di questo tipo è stato installato nella centrale di Mezzocorona della Società Generale Elettrica Tridentina per realizzare il collegamento della rete trifase a 16 2/3 della linea di trazione Bolzano-Brennero e la rete industriale a 42 periodi. Il gruppo è costruito per una potenza passante di 9200 kVA. *V. D. Ma.*

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

E. SEIKE — **Sull'esecuzione degli avvolgimenti delle macchine a corrente alternata.** (E. u. M., N. 2, 11 gennaio 1931, pag. 21 a 29 con 13 fig.).

L'A. espone un metodo per eseguire gli avvolgimenti delle macchine a corrente alternata basato nel semplice impiego di una tabella e sul collegamento mutuo delle cifre della tabella stessa. Il metodo è applicabile a tutti gli avvolgimenti con la sola condizione che, per gli avvolgimenti a doppio strato, il numero dei canali sia divisibile per il numero delle fasi e che, per gli avvolgimenti ad un semplice strato, il numero dei canali sia diviso dal doppio del numero delle fasi. Il metodo è illustrato con esempi. *V. D. Ma.*

BRESSON — **Le sollecitazioni elettrodinamiche nell'apparecchiatura.** (R. G. E., 3 gennaio 1931, pag. 13).

Il calcolo degli sforzi elettrodinamici nell'apparecchiatura non è possibile sulla base delle formule elementari dell'elettrotecnica poichè queste non sono valevoli che nel caso di circuiti semplici e divengono di applicazione difficile allorchè si devono tratare casi della pratica come sezionatori, interruttori, ecc. La trattazione analitica deve in ogni caso essere suffragata dalle determinazioni sperimentali. Per quanto riguarda la resistenza degli isolatori, più che la qualità della porcellana hanno importanza la cementazione alle parti metalliche e il tipo di fissaggio del conduttore.

Per sezionatori e interruttori (gli sforzi possono salire all'ordine di tonnellate e sono tali da bloccare l'equipaggio mobile) conviene di studiare delle disposizioni speciali mediante circuiti di compensazione che realizzano un'opportuna circolazione della corrente in seguito alla quale gli sforzi sul coltello o sulla traversa sono praticamente annullati; tutto si riduce perciò a stabilire un robusto ammarraggio dell'equipaggio fisso. Il dispositivo di compensazione è anche in grado di esercitare un'azione di soffiatura dell'arco. L'A. esamina pure alcuni casi di spirali di induttanza, sia sovrapposte, sia concentriche (gli sforzi sono funzione dell'eccentricità per cui conviene centrare «elettricamente» (le bobine) sia perpendicolari fra loro.

G. Cc.

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

H. WALZ — **Contributo alla teoria della eccitatrice trifase in derivazione.** (E. u. M., N. 50, 14 dicembre 1930).

L'A. studia il comportamento di un gruppo di compensazione e di regolazione costituito da una macchina ad induzione, elimentata da una rete a tensione e frequenza costante e da una macchina trifase, eccitata in derivazione azionata da una macchina ad induzione allacciata alla stessa rete che alimenta la prima macchina. L eccitatrice trifase comporta, nello statore, un avvolgimento di eccitazione ed uno di compensazione, allogati nelle stesse cave e collegati con gli anelli della prima macchina ad induzione. Il campo nell'interferro della eccitatre è determinato dalla corrente dell avvolgimento di eccitazione che si può regolare con una resistenza ed una induttanza inserite nel circuito d'eccitazione stesso.

Il gruppo in cascata consente un miglioramento del fattore di potenza da vuoto a pieno carico ed un aumento della differenza di velocità da vuoto a pieno carico. Come l'A. dimostra, è possibile la marcia a vuoto, non soltanto in corrispondenza del sincronismo, ma anche con velocità ipo-ed ipersincrona in prossimità del sincronismo.

Le caratteristiche e le dimensione della eccitatrice e della macchina di comando dipendono dalla potenza di scorrimento che deve essere scambiata. Questa potenza è minima se il sincronismo ha luogo tra la marcia a vuoto e la marcia a pieno carico. Nel servizio come motore, la velocità a vuoto dovrebbe essere ipersincrona e quella a pieno carico iposincrona. L'inverso dovrebbe avvenire quando la macchina funziona da generatrice. Affinchè queste condizinoi siano soddisfatte è necessario che l'eccitazione della macchina ad induzione obbedisca a certe leggi ben determinate. Queste vengono esposte dall'A. il quale permette uno studio teorico generale della eccitatrice trifase e del gruppo in cascata. I risultati ottenuti col colcolo vengono confrontati coi risultati sperimentali ottenuti provando un gruppo costruito.

V. D. Ma.

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

M. LUCKIESH — **L'ultima sfida nostra al sole.** (The Magazine of Light, dicembre 1930, pag. 6).

L'illuminazione artificiale degli interni a scopo di visione ha sull'illuminazione naturale il vantaggio di una facile regolazione della qualità, quantità e distribuzione della luce adoperata. Con i progressi realizzati negli ultimi anni è stato possibile fare un parallelo tra il costo della luce artificiale ed il costo della luce naturale; il risultato si è che sono in costruzione, in America, e altrove, alcuni edifici senza finestre. Con l'introduzione dell'illuminazione artificiale, al doppio scopo della visione e della conservazione della salute, l'illuminazione naturale perde qualcosa nel paragone poichè le radiazioni che esercitano una benefica influenza sull organismo umano, contenute nella luce solare, possono essere egualmente prodotte con sorgenti artificiali.

La prima installazione di luce a scopo duplice è stata quella per lo *studio della National Broadcasting Co.* di Chicago. Essa fu progettata in modo da avere un'intensità d'illuminazione di circa 250 lux, realizzata a mezzo di 36 lampade S-1, che ha per effetto di produrre un minimo percettibile eritema in circa 80 minuti mentre la luce del sole, in estate, produce lo stesso effetto in circa 20 minuti. Si ha quindi in questo ambiente, da cui è esclusa la luce naturale, pressochè un equivalente di quest'ultima.

Secondo l'A., con gli studi ed i perfezionamenti a venire, l'uomo potrà rendersi indipendente dall'illuminazione naturale e, tale indipendenza, è la nostra ultima sfida al sole.

G. Co.

Revisione della terminologia dell'illuminazione negli Stati Uniti. (Transactions of Illuminating Engineering Society, ottobre 1930, pag. 725).

Uno dei primi compiti della Illuminating Engineering Society fu quello di chiarificare e standardizzare la nomenclatura nel suo campo e la Commissione all'uopo stabilita pubblicò — nel 1910 — una raccolta provvisoria di definizioni delle principali grandezze fotometriche. Questa raccolta fu rivista ed allargata negli anni che seguirono fino al 1925, con la cooperazione di varie altre organizzazioni. Le ultime relazioni furono approvate dalla American Standards Associaton e la Illuminating Engineering Society fu designata quale organo competente per le future revisioni. L'anno passato la Commissione apposita, tenendo conto delle critiche e dei suggerimenti provenienti da fonti diverse, ha rivisto ancora le definizioni e, benchè non siano stati fatti notevoli cambiamenti nella sostanza, il cambiamento di forma e di fraseologia è così vasto che ha indotto la suddetta Commissione a pubblicare la nuova versione in anticipo alla sua approvazione quale nomenclatura americana standard, in modo da poter avere conoscenza delle possibili obiezioni che le si possono muovere. Molte delle definizioni in essa incluse hanno avuto un riconoscimento internazionale presso la Commissione Internazionale dell'Illuminazione e sono incluse nel vocabolario che sta preparando la C.E.I.

In ogni discussione sull'illuminazione, la definizione del termine «luce» è, naturalmente, fondamentale. Nelle precedenti edizioni della nomenclatura, nessuna definizione era data di questo termine basilare, mentre ora ciò è stato fatto. La nomenclatura standard rivista fino ad oggi è raggruppata sotto 83 voci riguardanti le grandezze fotometriche fondamentali, i colori, le superfici ed i mezzi modificatori della distribuzione del flusso luminoso con le proprietà e coefficienti caratteristici inerenti, le qualifiche ed i parametri connessi con la illuminazione, le sorgenti di luce ed i loro accessori, le unità fotometriche, una tabella di queste ultime con i simboli ed abbreviazioni relative ed, infine, i valori dei rapporti tra le diverse unità fotometriche oggi in uso.

G. Co.

H. E. BUTLER — **Semplificazioni notevoli nella soluzione di problemi della illuminazione con proiettori.** (Gen. Elec. Rev., dicembre 1930, pag. 690 a 698 con molte fig.).

Dopo un cenno generale sulle applicazioni della illuminazione con proiettori, l'A. riassume in alcune tabelle e diagrammi i calcoli da lui eseguiti per facilitare il calcolo di impianti di illuminazone di questo genere. L'A. studia quattro tipi di proiettori, che danno luogo complessivamente a undici varietà.

Ogni proiettore può essere fornito con vetro chiaro, leggermente o fortemente appannato, oppure con lente speciale diffondente in una unica direzione. Si possono inoltre aggiungere degli schermi colorati per ottenere effetti speciali. Per ogni proiettore viene indicata la distanza dal piano da illuminarsi, con la quale si ottengono i migliori risultati; dei graflici poi permettono di determinare rapidamente il numero di proiettori occorrenti per illuminare una data superficie, quando si sia scelta l'intensità di illuminazione. Altri grafici infine permettono di determinare rapidamente le dimensioni dell'area illuminata, quando quest'ultima è normale al raggio incidente e quando invece è inclinata rispetto al raggio stesso. In tabelle sono poi raccolti i dati completi relativi ai vari proiettori, le intensità di illuminazione richieste nei vari casi, l'effetto dei vetri appannati e degli schermi colorati.

Con l'aiuto di questi elementi il calcolo di un impianto di illuminazione con proiettori riesce semplicissimo.

L'A. riporta vari esempi di calcolo ed illustra il calcolo completo di due progetti di illuminazione per campi sportivi.

Seguono alcune osservazioni circa la pratica seguita in impianti speciali di questo genere.

C. G. E.

G. J. SCHLADT — **Razzi e fumate luminose per usi bellici e loro portata.** (Transactions of Illuminating Engineering Society, ottobre 1930, pag. 742).

In base all'esperienza acquisita nella guerra mondiale, è possibile oggi affermare che bisogna conoscere le caratteristiche dei mezzi adoperati per le segnalazioni ottiche, quando se ne vogliano prevedere gli effetti. Da qualche tempo si sono iniziate ricerche sistematiche in proposito. E' noto che le composizioni impiegate sono dei miscugli di polveri chimiche compressi sotto alte pressioni. Queste composizioni devono non solo produrre gli effetti luminosi desiderati ma conservarsi per lungo tempo. L'A. riferisce, inoltre, sulle ricerche intese a determinare le caratteristiche d'intensità luminosa, di durata e di altezza di lancio a cui devono rispondere i razzi e le fumate luminose.

G. Co.

IMPIANTI.

S. LOGAN KERR — **Il comando automatico migliora il rendimento.** (Elec. Eng., gennaio 1931, pag. 14).

Come è noto negli impianti elettrici in generale e in quelli idroelettici di cui l'A. si occupa in modo particolare, il rendimento complessivo dell'impianto dipende in larga misura dal modo come è effettuata la ripartizione dei carichi fra le diverse unità. Quando il diagramma di carico è molto variabile, per ottenere sempre il massimo rendimento complessivo sarebbero necessarie continue manovre per variare la ripartizione fra le varie macchine; il personale, già molto impegnato in altri servizi, difficilmente riesce ad eseguire queste operazioni in modo efficace e questa è una delle cause di minor rendimento degli impianti.

L'A. descrive due impianti nei quali si è resa automatica la ripartizione del carico fra le diverse unità secondo uno schema prestabilito che, per ogni carico totale, permette di far funzionare l'impianto col massimo rendimento complessivo. Il primo esempio è quello della centrale Norwood della Carolina P. Co. (S. U.) da 63.000 kW dove sono installate due unità maggiori, veloci con curve di rendimento molto ripide, e una terza unità più piccola, più lenta, con curva di rendimento più appiattita. Studiato il diagramma di ripartizione più favorevole ai diversi carichi si è installato un dispositivo composto da un gruppo di circuiti a ponte: su un lato di ciascuno di essi è impressa una tensione regolabile a mano, e su un altro lato una tensione proporzionale al carico della corrispondente macchina. Per realizzare con-

tinuamente la distribuzione di carico più favorevole, l'operatore non ha che a manovrare un unico volantino in modo da mantenere in una data posizione fissa un unico indice mobile su un quadrante. Con questo sistema il rendimento complessivo medio dell'impianto è stato elevato da 90 % a 96 % e mantenuto per lunghi periodi a 98 %.

Altro esempio è quello della centrale di Morony (Mont. S. U.) con due unità eguali che devono funzionare con carico molto variabile. Il dispositivo di comando è stato studiato in modo che oltre ad assicurare sempre la opportuna distribuzione del carico, trasferisce automaticamente dal funzionamento come alternatore a quello come condensatore sincrono una unità quando è più economico che il carico totale sia sostenuto da una sola unità: l'altra resta così in movimento pronta a ritornare automaticamente sotto carico quando ciò diventi conveniente. *R. S. N.*

R. Mokesch — **Un nuovo gruppo turbo-generatore da 25000 kW ad alta pressione della Centrale di Simmering delle Officine Elettriche Viennesi.** (E. u. M., N. 3, 18 gennaio 1931, pag. 43 a 50 con 6 fig.).

Si tratta di un gruppo installato nell'agosto del 1928 in occasione dell'ampliamento della centrale di Simmering

La turbina a vapore è del tipo a condensazione, composta di un cilindro ad alta pressione con una ruota Curtiss e dieci ruote a pressione costante e di un cilindro a bassa pressione con sei ruote a pressione costante. La turbina è costruita per una pressione all'ammissione di 32 atm. ed una temperatura normale di 400° C. La sua potenza continuativa è di 25.000 kW alla velocità di 3000 giri/min. La superficie occupata dalla macchina è di m 15,1 × 19,2 ed il suo peso, compreso l'impianto di condensazione, è di 265 tonnellate.

L'alternatore trifase è dimensionato per una potenza di 25.000 kVA, corrispondente a 20.000 kW a cos $\varphi = 0.8$, 5200 ∓ 5 % V e 3000 giri/min. Il generatore è eccitato da una dinamo da 150 kW a 220 V, la quale, a sua volta, è eccitata da un'altra dinamo ausiliaria. Il gruppo formato dalle tre macchine pesa 70 t.

Dalle prove di collaudo del gruppo è risultato un consumo di vapore variabile da 3.92 a 4.04 kg/kWh al variare della potenza fra 25.000 e 11.000 kW; il rendimento del generatore risultò del 96.5 % a 22.000 kW e del 95.6 % a 15.500 kW; il fattore di potenza rispettivamente eguale a 0.86 e 0.70. *V. D. Ma.*

A. Bayajian, O. P. Mc Carty — **La natura fisica dell'instabilità del neutro** (Elec. Eng., febbraio 1931, da pag. 110 a 113 con 7 fig.).

Gli AA. prendono in esame i fenomeni di instabilità del neutro che sono stati riscontrati nel caso di trasformatori a stella con neutro a terra connessi a reti che non hanno nessun altro punto a terra. Per darne la spiegazione in linea teorica, studiano il comportamento di un circuito equivalente composto di induttanza a nucleo di ferro, in parallelo con delle capacità. Siffatto circuito ha una caratteristica voltampere costituita da una curva a due rami uno dei quali corrisponde a corrente in anticipo, crescente colla tensione, e l'altro a una corrente, ancora in anticipo, ma che diminuisce col crescere della tensione: la curva taglia l'asse delle tensioni e prosegue al di là corrispondendo a corrente in ritardo crescente colla tensione. Pel primo tratto di curva il circuito funziona analogamente a una reattanza di capacità e rappresenta un regime stabile; il secondo tratto di caratteristica corrisponde ancora a una impedenza E/I, di capacità ma nei riguardi delle variazioni di corrente (cioè calcolata come $\Delta E/\Delta I$) funziona come una impedenza positiva cioè di induttanza: una tale caratteristica, in connessione con una rete normale, diventa causa di instabilità. Nel terzo tratto di caratteristica il comportamento è nettamente induttivo e tende a essere stabile.

Applicando queste considerazioni al caso dei trasformatori gli AA. hanno ragione dei fenomeni riscontrati. *R. S. N.*

MATERIALI.

H. Weiss e T. Salomon — **Il problema degli olii isolanti.** (R. G. E., 12 luglio 1930, pag. 61 e 19 luglio 1930, pag. 97).

Iniziati i lavori nel 1926, gli AA. nel 1928 hanno elaborato un nuovo metodo di prove con alterazione artificiale degli oli e lo espongono in una diffusa monografia indicandone le applicazioni alle ricerche di laboratorio. Elencate le caratteristiche delle diverse categorie di oli isolanti impiegati in elettrotecnica e descritti i cambiamenti che si verificano nell'olio di un trasformatore in servizio, gli AA. illustrano le condizioni in cui si svolge l'esperienza: temperatura (115°), influenza dell'ampiezza della superficie libera e dell'aereazione, azioni catalitiche, del vetro, del rame, del campo elettrostatico. L'esame dei prodotti della reazione si compie attraverso una titolazione dell'acidità dell'olio (prodotto d'ossidazione) e una pesatura del precipitato dei prodotti di reazioni secondarie (deposito). Un argomento molto interessante è quello della variazione della stabilità dell'olio in relazione soprattutto alla conservazione e al preriscaldamento e l'analogo aumento dell'alterabilità dell'olio in servizio. Infine gli AA. confrontano i risultati ottenuti con quelli che si ottengono dalle prove «in vivo» e a questo scopo illustrano le influenze dei materiali che entrano a costituire il trasformatore e delle condizioni di servizio; a tutto ciò si sovrappone il problema della miscela degli oli che nascono dalle operazioni di sostituzione periodica dell'olio evaporato. Riassumendo la trattazione gli AA. auspicano l'introduzione di nuovi sistemi di analisi specialmente per le alterazioni che si verificano nell'olio in servizio nel periodo che precede l'apparizione dei depositi. I fattori da prendersi in esame dovrebbero essere le proprietà ottiche dell'olio, la variazione della tensione superficiale e quella della resistività. Quattordici grafici e 16 tabelle completano la trattazione. *G. Cc.*

MISURE.

J. C. Prescott, E. W. Connon — **La misura dell'angolo di carico nelle macchine sincrone.** (J. I. E. E., Londra, febbraio 1931, pag. 281-289, 12 figure).

Un nuovo metodo di misura è stato studiato dagli AA. per determinare lo spostamento angolare del rotor di un alternatore rispetto al campo magnetico rotante prodotto dalle correnti dello stator; esso utilizza il principio dello stroboscopio. Sul rotor si fa un segno bianco ben visibile e lo si illumina ad intervalli di tempo costanti con una lampada al neon eccitata dalla corrente alternata di linea; fra la lampada ed il rotor si interpone un disco graduato fisso. L'accensione istantanea della lampada è data a mezzo di un trasformatore a nucleo magneticamente saturo tale quindi che l'onda di tensione al secondario abbia una forma molto appuntita. La lampada si accende due volte ad ogni ciclo e se il carico è mantenuto costante il segno bianco apparirà sempre nello stesso punto della scala; dallo spostamento del segno rispetto alla posizione che occuperebbe con carico nullo sull'albero, si deduce l'angolo di carico della macchina.

La conoscenza di questo angolo può servire per determinare l'entità del flusso disperso e di quello contrario a condizione che l'eccitazione del motore sincrono sia mantenuta costante durante la prova e che la tensione applicata lo sia pure (la macchina è collegata in parallelo su una rete di grande potenza); infatti l'angolo di carico dà la differenza di fase fra la tensione applicata e la f.c.e.m. prodotta dal motore sincrono. La trattazione di questo problema risulta complicata dalla presenza di un'armonica nella forma d'onda della f.c.e.m.

Le prove pratiche sono state compiute su tre motori sincroni di potenza compresa fra 7 e 30 kVA alimentati con tensione costante: l'angolo di carico è risultato prossimamente proporzionale al carico in kW sull'albero. Le macchine di piccola potenza hanno rispetto a quelle di grande potenza uno spostamento angolare più elevato, ad es. nel motore da 7 kVA l'angolo di carico massimo è stato di 0,8 radianti mentre in quello di 30 kVA pure a pieno carico è stato di 0,25 radianti. Per tutte le macchine l'angolo di carico cresce col diminuire della corrente di eccitazione. Un'altra serie di misure è stata compiuta per stabilire il modo di variare della potenza sincronizzante in funzione del fattore di potenza a carico costante sull'albero. Alcuni dettagli costruttivi degli apparecchi adoperati completano questo studio. *I. L.*

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

W. Kraemer — **Il diagramma circolare semplificato del motore asincrono.** (E. u. M., N. 3, 18 gennaio 1931, pag. 41 a 43 con 5 fig.).

L'A., riferendosi alle ricerche del Prof. Unger, (cfr. *E. u. M.*, n. 48, 1930, pag. 745) che dimostrano come i valori delle grandezze deducibili dal diagramma circolare classico del motore asincrono non corrispondano generalmente ai valori reali misurati, si domanda se non sarebbe opportuno sostituire tale diagramma con un altro semplificato e ricavabile senza complicazioni. Anche questo diagramma, come quello teorico ricavabile in modo meno semplice, soddisfa allo scopo di dare un'idea chiara sul comportamento del motore.

Per dedurre il nuovo diagramma circolare, l'A. parte dal diagramma generico della bobina di autoinduzione con resistenza ohmica variabile. Trascurando la corrente di magnetizzazione, si ottiene semplicemente il triangolo delle resistenze e conseguentemente, il valore della corrente assorbita. Si dimostra che l'estremità mobile del vettore che rappresenta quest'ultima corrente si sposta lungo un cerchio che viene assunto come diagramma circolare del motore. Da esso si possono dedurre infatti le grandezze caratteristiche della macchina: corrente, coppia, potenza, utile, scorrimento. *V. D. Ma.*

W. C. Johnson — **Avviamento di motori a induzione su reti di potenza limitata.** (Gen. Elec. Rev., dicembre 1930, pag. 712 a 722, con 9 fig.).

L'A. ha determinato una serie di curve, che danno, percentualmente rispetto a quella normale, la variazione della tensione, a seconda dei tipi alternatori che alimentano la rete, e dei tipi di motori che vengono inseriti, tenendo conto per questi ultimi delle loro caratteristiche di avviamento e della loro potenza, che permette di determinare la variazione di tensione per tutti quei casi pratici, in cui le caratteristiche elettriche delle macchine usate non corrispondono ai valori considerati dalle curve. Si è tenuto conto della reazione d'indotto negli alternatori come se questi avessero rotore cilindrico e si è trascurato l'effetto della caduta ohmica nell'indotto stesso.

Allo studio del comportamento dei motori sono premesse alcune considerazioni sul funzionamento e sulle caratteristiche degli alternatori, mediante la considerazione del circuito equivalente di un alternatore.

Anche per i motori a induzione è richiamata la teoria del circuito equivalente, che qui viene semplificato considerandolo come for-

mato da una reattanza nonchè da due resistenze in serie, una fissa e una variabile con la velocità. Conseguentemente il circuito del motore è costituito da una impedenza fissa per una data velocità, perciò anche per il caso particolare di scorrimento uguale a 1, cioè all'avviamento.

Per lo studio si sono raggruppati i motori in cinque categorie:

1) motori a semplice gabbia, con coppia d avviamento normale;

2) motori a semplice gabbia, con coppia d'avviamento molto elevata;

3) motori a doppia gabbia con coppia d'avviamento normale e corrente limitata;

4) motori a doppia gabbia con coppia d'avviamento elevata e quindi con corrente intensa;

5) motori sincroni con gabbia d'avviamento.

Nell'analisi del loro comportamento si è osservato anche l'effetto che possono avere su altri motori già alimentati dalla rete.

Riguardo al problema della regolazione della tensione durante l'avviamento, secondo l'A. i motori possono essere suddivisi in tre classi:

I. - Motori che richiedono un lungo periodo d'avviamento tale da consentire di considerare il circuito con caratteristiche costanti.

II. - Motori con avviamento così rapido da non potere trascurare l'effetto sugli alternatori a cagione della « reattanza di transizione ».

III. - Motori alimentati da alternatori, nei quali un regolatore di campo agisce in modo da variare l'eccitazione, appena i motori sono avviati, prolungando la sua azione per tutto il periodo di avviamento.

Per ognuno di questi tre casi sono state tracciate le curve che permettono di determinare la variazione di tensione per effetto dell'inserzione dei motori.

A seconda delle tre ipotesi si sono introdotti gli altri fattori che influenzano l'avviamento, per es.: nella prima ipotesi il fattore di potenza all'avviamento (di cui è data anche una formula pratica); nella seconda il momento l'inerzia del motore rispetto alla coppia d'avviamento (da cui dipende la durata d'avviamento); nella terza l'intervallo di tempo fra la chiusura dell'interruttore del motore e quella dei contatti del regolatore.

A conferma delle considerazioni teoriche esposte sono state eseguite numerose prove su motori per comando di pompe, alimentati da alternatori di ben conosciute caratteristiche; come conclusione si sono ricavate alcune regole pratiche che determinano la potenza dei motori che si possono inserire su reti alimentate da alternatori di limitata potenza. Tali regole sono:

a) Per motori con reostato, si può ammettere 0,6 kW per ogni kVA di potenza della rete.

b) Per motori in corto circuito con bassa corrente di avviamento e avviati mediante autotrasformatori: 0,37 per kVA.

c) Per motori di corto circuito ma con elevata corrente di avviamento: 0,3 kW per kVA.

d) Per motori come al punto *b*) avviati direttamente: 0,18 kW per kVA.

e) Per motori come al punto *c*) avviati direttamente: 0,15 kW per kVA. *C. G. E.*

LETRILLART e FOURQUET — **Motore asincrono autocompensato ad avviamento automatico.** (R. G. E., 31 gennaio 1931, pag. 163).

Si tratta di un motore con alimentazione ad anelli a quattro avvolgimenti; due sul rotore, primario ed ausiliario a collettore, e due sullo statore, di avviamento, e secondario, collegati in parallelo oppure realizzati l'uno sotto forma di gabbia di scoiattolo, l'altro di tipo ordinario con fili o barre. Gli AA. ne fanno una trattazione analitica completa in modo da determinarne le caratteristiche. In virtù dell'avvolgimento di avviamento e di quello secondario statorico che fa sentire il suo effetto man mano che la velocità aumenta, si possono ottenere i 4/5 della coppia normale con richiamo di corrente di circa una volta e mezza quella normale; questo risultato col motore a doppia gabbia non si raggiunge se non col passaggio all'accoppiamento triangolo-stella. Il fattore di potenza a regime si mantiene sempre elevato; l'avvolgimento ausiliario a collettore consente poi notevoli possibilità di sovraccarico.

Il motore a quattro avvolgimenti può essere applicato nelle stesse condizioni che si addicono al motore autocompensato normale con dispositivo di avviamento a resistenza e induttanza in parallelo. Tra le applicazioni più salienti gli AA. citano l'impiego negli impianti di aria compressa con comando automatico (martelli pneumatici, perforatrici, chiodatrici, ecc.) e nell'avviamento e nella sincronizzazione di commutatrici. *G. Cc.*

MOTORI PRIMI.

R. C. BUELL, R. J. CAUGHEY, E. M. HUNTER, V. M. MARQUIS — **Comportamento dei regolatori durante perturbazioni del sistema elettrico.** (Elec. Eng., gennaio 1931, pag. 37).

Viene reso conto di esperienze compiute riguardo alla stabilità di gruppi turboalternatori a vapore nel caso di forti perturbazioni di regime elettrico nel sistema di cui le macchine fanno parte, e intorno al comportamento dei regolatori delle turbine a vapore in tali contingenze. Per queste esperienze si usarono due turboalternatori da 50.000 kW, con turbine a un sol cilindro e surriscaldamento intermedio, installati nella centrale di Stanton presso Pittston (Pa. S. U.) e collegati a una complessa rete di impianti e di linee.

Le esperienze hanno fra l'altro messo in evidenza che è possibile che un alternatore esca di sincronismo per un breve periodo e poi ripigli il passo senza che si manifesti nessuna conseguenza molto appariscente, alla macchina o al quadro; gli apparecchi usuali, sia registratori che indicatori sono relativamente troppo lenti per rispondere in modo attendibile a queste condizioni transitorie e perciò gli AA. ritengono che simili fenomeni avvengano in pratica molto più spesso di quanto generalmente si ritenga in base alle osservazioni fatte in esercizio corrente.

In generale le oscillazioni delle macchine conseguenti ai fenomeni perturbatori, si smorzano molto rapidamente fuorchè nel caso in cui avvenga la perdita del sincronismo da parte di qualche macchina. I regolatori delle turbine, se opportunamente costruiti, non contribuiscono in alcun modo a facilitare i fenomeni oscillatori delle macchine; tuttavia quando avviene la perdita del sincronismo il regolatore può dar luogo ai fenomeni di rapide oscillazioni più volte osservati nella pratica e che si distinguono nettamente dalle così dette oscillazioni pendolari, che sono di assai maggiore periodo; il fenomeno oscillatorio cessa se l'alternatore riprende il sincronismo. Durante il periodo di fuori passo, la potenza erogata (funzione delle caratteristiche delle turbine, e di quelle dell'alternatore) può essere una frazione notevole del carico esistente prima della perdita del sincronismo.

Viene anche descritto un dispositivo speciale per la rapida chiusura della valvola di ammissione del vapore nel caso di improvvisa diminuzione del carico; esso può, in qualche caso, essere utile per aumentare la stabilità del sistema. *R. S. N.*

RADIOTECNICA.

E. B. MOULLIN — **Nota sul metodo della dissintonia per la misura della resistenza ad alta frequenza di un circuito.** (Exp. Wireless, Vol. VII, N. 82, luglio 1930, pag. 367-370, 2 fig.).

E' noto come si possa misurare il coefficiente di risonanza di un circuito oscillante, con l'ausilio di un generatore stabile, dalla variazione di corrente o di tensione prodotta da una data variazione della reattanza del circuito (generalmente ottenuta con una variazione della capacità) nell'intorno della risonanza.

L'A. prende brevemente in esame questo procedimento di misura, mettendo particolarmente in luce l'errore dovuto a piccole variazioni della frequenza del generatore, durante la misura. *M. B.*

F. EISNER - G. SUDEK - R. SCHROËR - O. ZINKE — **Aumento dell'altezza efficace delle antenne a strascino per aeromobili.** (Luftfahrtforschung, Vol. 8, N. 6, 3 marzo 1931, pag. 141-154, 20 fig., 12 tab.).

Negli apparati radiotrasmettenti per aeromobili è problema di grande importanza l'aumento dell'altezza efficace dell'antenna, per diminuire, a parità di portata, la potenza e, quindi, il peso del trasmettitore.

Il tipo di antenna a strascino, normalmente usato fin'ora per trasmissioni su frequenze di circa 300 kc/s, costituita da una corda di bronzo lunga 70 m, munita all'estremo un peso di 400 gr a forma di uovo, ha un'altezza efficace assai modesta, nei riguardi della componente verticale del campo elettrico, dato che l'antenna durante il volo assume un'inclinazione notevole rispetto alla verticale. Un leggero miglioramento si può avere aumentando il peso e dandogli una forma che offra minore resistenza all'aria; ma un aumento notevolissimo dell'altezza efficace si ha:

a) adottando una forma di antenna a L, che si può ottenere sistemando il peso all'incirca a metà lunghezza e applicando all'estremità un corpo che offra una certa resistenza al moto nell'aria (a forma di cono);

b) sostituendo alla corda di bronzo un filo di altro materiale (acciaio argentato o ramato), che a parità di resistenza meccanica richieda un minore diametro e quindi offra minore resistenza al moto.

Gli AA., esposto prima un metodo grafico di calcolo della forma dell'antenna e uno per il calcolo dell'altezza efficace, riferiscono quindi sulle misure e prove effettuate, di carattere sia aerodinamico che elettrico. Una serie di misure fatte nella galleria del vento hanno permesso di determinare la resistenza al moto nell'aria per diversi tipi di corda o di filo, per il peso a forma di uovo normalmente usato, ecc., ecc.; dati necessari, oltre che per raffronto, per poter prevedere quale forma assumerà l'antenna durante il volo, e quindi calcolarne l'altezza efficace.

Sono state quindi effettuate numerose misure dell'altezza efficace di diversi tipi di antenne, tramite la misura dell'intensità di campo e l'uso della formula di propagazione di Austin-Cohenshen, con un aeroplano metallico Junker F 13 equipaggiato con trasmettitore Telefunken tipo 262 F da 70 W, con frequenza di circa 300 kc/s. I risultati di queste misure sono riportati in alcune tabelle dalle quali risulta nettamente la superiorità dell'antenna a L in filo di acciaio sottile (ϕ = 0,5 mm) argentato, che ha un altezza efficace più che doppia di quella delle normali antenne a strascino.

Un'ultima serie di misure è stata eseguita con un modello di aeroplano, scala 1/8, sostenuto, ad una ventina di metri dal suolo, mediante due alberi in legno, e portante un'antenna rettilinea, della

quale si poteva variare l'angolo di inclinazione rispetto a un piano orizzontale. Il trasmettitore, a quarzo, con le relative batterie era contenuto nel modello. Mediante la misura dell'intensità di campo si è potuto studiare l'effetto dell'angolo di inclinazione sull'altezza efficace dell'antenna.

Gli AA. concludono con un raffronto fra i risultati sperimentali e quelli ottenuti con i calcoli grafici, e con un esame comparativo dei vari tipi di conduttore, nei riguardi della resistenza elettrica in alta frequenza, e, quindi, del rendimento dell'antenna. *M. B.*

R. K. Potter — **Caratteristiche di trasmissione di una "linea" radiotelefonica a onda corta.** (Proc. I. R. E., Vol. 18, N. 4, aprile 1930, pagina 581-648, 35 fig.).

L'uso della radiotelefonia come anello di collegamento tra due reti telefoniche su filo, ha reso necessario la determinazione delle caratteristiche di trasmissione di tale mezzo di collegamento, come si fa per i circuiti telefonici.

Numerose misure sono state eseguite sulla linea radiotelefonica transatlantica, tra Deal Beach (New Jersey) e New Southgate (Londra), per frequenze portanti comprese tra 13 e 18 Mc/s. Il metodo di misura usato consiste nel modulare la trasmissione contemporaneamente con 12 frequenze comprese tra 425 e 2295 c/s e uniformemente intervallate di 170 c/s. Alla ricezione, queste 12 frequenze sono separate mediante filtri e, per mezzo di un commutatore rotante, mandate a turno successivamente alla coppia verticale di placche di un oscillografo a raggi catodici, sullo schermo dal quale apparirà una serie di righe verticali di lunghezza proporzionale all'intensità di ricezione di ciascuna frequenza. Un secondo commutatore, in sincronismo col primo, fornisce alla coppia orizzontale di placche una serie di tensioni continue uniformemente intervallate, in modo che per ognuna delle 12 frequenze si avrà una determinata posizione della corrispondente riga, lungo l'asse delle ascisse. Poichè il commutatore compie 12 1/2 cicli al secondo, per la persistenza delle immagini sulla retina, si vedrà sullo schermo una specie di spettro, dal quale apparirà la fedeltà di riproduzione delle diverse frequenze di modulazione.

E' risultato, dalle misure, che queste caratteristiche di trasmissione sono soggette a rapidi e profondi cambiamenti (fenomeno dell'affievolimento selettivo). Pare che ciò sia dovuto a intereferenze tra segnali che arrivano al ricevitore per cammini di diversa lunghezza, e parzialmente alla distorsione dovuta a progressiva variazione, in funzione delle diverse frequenze della banda trasmessa, dell'angolo di rotazione del piano di polarizzazione. E' abbastanza raro osservare una caratteristica di trasmissione piana. Tuttavia è stato riscontrato che la intelligibilità della trasmissione non è seriamente menomata anche se si hanno notevoli deformazioni nella caratteristica. Le prove sono state eseguite sia col sistema di trasmissione normale a doppia banda laterale, sia col sistema a una sola banda laterale con portante soppressa.

Prove sull'effetto della regolazione automatica di intensità, fatta sull'ampiezza della portante, hanno dimostrato che essa porta una maggiore alterazione nelle caratteristiche di trasmissione.

L'articolo è documentato da una numerosa serie di oscillogrammi *M. B.*

E. Wolf — **Le condizioni attuali della tecnica delle onde corte.** (E. u. M., N. 51, 21 dicembre 1931).

L'A. esamina quali sono i progressi realizzati nel dominio delle radiotrasmissioni e radioricezioni, a partire dai primi esperimenti effettuati da Hertz nel 1890, su onde di 0,60 e 6 m di lunghezza.

Dopo un esame di tutti gli accorgimenti impiegati per perfezionare gli apparecchi trasmettenti e riceventi e per eliminare i fattori di perturbazione, l'A. dimostra che, allo stato attuale della tecnica delle onde corte, queste si possono ritenere indiscutibilmente, come mezzi di primo ordine per le radiocomunicazioni. *V. D Ma.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE

Ch. Galmiche — **Funzionamento in parallelo di un numero qualunque di macchine sincrone.** (R. G. E., 5 luglio 1930, pag. 3 e 12 luglio 1930, pag. 43).

L'A. tratta il complesso argomento partendo dai metodi più generali della meccanica razionale e considerando il movimento pendolare del sistema delle n macchine come la risultante di $n-1$ oscillazioni principali, allo stesso modo di un sistema meccanico dotato di $n-1$ gradi di libertà. La trattazione comprende successivamente, la ricerca dei periodi di oscillazione propria, il calcolo degli scarti angolari e dei fenomeni transitori, l'esame della stabilità e l'influenza delle coppie ammortizzanti, il movimento pendolare tenendo conto di tali termini, per giungere a formule pei calcoli pratici le quali conservano tuttavia un aspetto complesso dal punto di vista analitico.

Il metodo pratico da seguirsi qualora si trascurino le resistenze e non si tenga conto dell'indebolimento prodotto dalla mutua induzione, è il seguente: decomposta la caduta di tensione della macchina si determinano i coefficienti della reattanza normale X_s e traversa X_s' e l'angolo ψ corrispondente al carico sotto cui funziona la macchina. Successivamente si determinano le coppie ammortizzanti e sincronizzanti e quindi per mezzo di un sistema di equazioni, l'angolo di fase e i coefficienti caratteristici esprimenti l'influenza dei diversi alternatori sullo scarto angolare di ciascuno di essi. Questi valori, unitamente a quelli delle coppie sincronizzanti e agli elementi meccanici delle macchine (momenti d'inerzia e paia poli), forniscono l'equazione caratteristica che dà i periodi di oscillazione normale, identificabili con quelli di risonanza se l'ammortizzamento è debole. Un esempio numerico nel caso di tre alternatori, e tre Note relative alla natura più complessa del problema delle oscillazioni quando l'ampiezza raggiunge valori notevoli e non siano trascurabili i termini relativi all'ammortizzamento, chiudono la trattazione. *G. Cc.*

P. B. Juhnke — **Studii sugli scambi di energia in reti interconnesse.** (Gen. Elec. Rev., dicembre 1930, pag. 670-673 con 6 fig.).

L'A. espone un interessante studio sulle reti esercite in comune da alcune Società americane, con particolare riguardo agli scambi di energia tra i vari sistemi, ed alle condizioni di economia, di esercizio e di un'equa ripartizione degli utili e delle spese. Un punto del contratto che lega la Commonwealth Edison Co. alla Public Service Co. of Northern Illinois è particolarmente interessante. La prima Società, a cagione della maggiore estensione dei suoi impianti, dispone di un fattore di carico assai superiore a quello della seconda, specialmente nelle ore notturne; l'accordo originale contemplava, nella sottostazione più importante della rete, una divisione in parti eguali; praticamente però, col miglioramento del suo fattore di carico, la Commonwealth Edinson Co. venne ad assumersi, in dette ore, la parte maggiore. Fu pertanto necessaria una revisione del contratto per tenere conto di questa situazione in modo che fosse concesso alla Commonwealth Edison Co. il maggiore utile che di diritto le spetava. Eseguite accurate misure sulla ripartizione del carico tra i due sistemi, risultò che la Commonwealth Edison Co. sosteneva un'eccedenza di 6000 kWh al mese sulla Public Service Co. of Northern Illinois, e quindi la ripartizione dell'utile fu portata al 50 % del carico mensile più 6000 kWh per la prima società; ed al 50 % meno 6000 kWh per la seconda. *C. G. E.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Ch. Gordon — **Automobili e tramvie per i trasporti urbani.** (Elec. Eng., gennaio 1931, pag. 4).

Dopo considerazioni di indole generale sull'incremento dei traffici urbani e suburbani e sulla concorrenza che i trasporti automobilistici fanno alle linee tranviarie e ferroviarie, l'A. espone alcuni dati molto interessanti circa il calcolo della capacità di traffico delle strade. Considerando una striscia di strada elementare ossia una sola fila di veicoli automobilistici, fissa in 1800 all'ora il numero massimo di veicoli che vi possono passare in condizioni di traffico eccezionale congestionato e nell'ipotesi che non esista nessun incrocio o impedimento; in condizioni di traffico intenso normale tale massimo scende a 1500 all'ora; e diventa di soli 900 all'ora quando la strada sia soggetta alle normali interruzioni.

Le strade ordinarie permettono il movimento di parecchie file di automobili cioè risultano composte da parecchie «striscie elementari»; però in conseguenza del movimento irregolare dei veicoli la «portata» massima delle singole striscie diminuisce col crescere del loro numero, onde bisogna applicare un coefficiente di riduzione che è di 1, 0,89, 0,79, 0,70, 0,6 rispettivamente per 1, 2, 3, 4, 5, striscie Tenuto conto di questi dati risultanti da numerosi accurati rilievi statistici, l'A. calcola la capacità massima di traffico per strade di 2, 3, 4 striscie elementari in varie ipotesi. Il risultati sono i seguenti: strade senza incroci (vietato il deposito veicoli): 2650, 3550, 4200 all'ora; viali cittadini con attraversamenti (vietato il deposito) 1200, 1800, 2200 strade di città ordinarie (permesso il deposito veicoli) 750, 1450, 2000 veicoli all'ora. Lunghe osservazioni hanno dimostrato che il carico medio è di 1,7 persone per veicolo.

Una linea tranviaria con vetture da 60 posti a sedere, ha un massimo di 180 vetture all'ora, praticamente riducibile a 150, corrispondente a una capacità di trasporto di 7000 passeggeri, seduti, all ora; assai più di quello del movimento automobilistico su una grande strada senza incroci. Mettendo due binari nel centro di una strada da 20 m, si può ancora avere un traffico automobilistico di 1000 vettura/ora. Sopprimere i due binari per lasciare il solo traffico automobilistico creerebbe la necessità per poter trasportare lo stesso numero di persone, di costruire oltre alla vecchia strada esistente altre 2,5 strade nuove di eguale larghezza. Le tramvie possono quindi molto bene competere colla concorrenza automobilistica qualora si preoccupino di più di rendersi comode e accette al pubblico. *R. S. N.*

Ch. Pflanz — **Osservazioni fatte in servizio sopra i locomotori del tipo Bo-Bo delle Ferrovie Federali Austriache.** (La Traction Electrique, N. 11 e 12, ottobre-novembre 1930).

L'A. accingendosi a descrivere gli esperimenti effettuati, premette alcune considerazioni d'indole generale sulle cause che provocano i movimenti perturbatori nei locomotori elettrici. Tali cause si possono suddividere in due categorie, legate, praticamente, l'una all'altra ma assolutamente diverse dal punto di vista teorico: cause derivanti dalla soprastruttura e cause provenienti dal veicolo.

La determinazione soggettiva dell'entità delle perturbazioni durante il movimento del veicolo, fatta dal personale, va collegata, immancabilmente, ad un coefficente di errore dovuto alle abitudini del personale stesso oppure alle caratteristiche del sostegno di esso, agli effetti

della sensibilità ai moti perturbatori. La determinazione oggettiva di tali moti può essere fatta mediante strumenti basati sul principio dei sismografi, composti cioè di un sistema grafico che segna i moti relativi mutui delle diverse parti del veicolo. Questi apparecchi offrono la possibilità di individuare chiaramente la natura dei movimenti, ma presentano l'inconveniente di non dare una scala assoluta del valore più interessante di questo movimento, ossia dell'accelerazione al momento in cui cambia il senso.

E' ovvio che la predeterminazione, all'atto del progetto, dell'entità dei moti perturbatori cui potrà andare soggetto un veicolo in esercizio, non può essere effettuata con sicurezza che nella scorta di risultati sperimentali ottenuti per altri veicoli, tenuto conto delle circostanze in cui le misure furono effettuate.

Misure in questo senso furono eseguite dalle Ferrovie Federali Austriache dapprima nel 1924 sopra un locomotore 1C1 che disimpegnava il servizio sulla linea Steinach-Irdning-Attnang-Puchheim. Lo scartamenot totale degli assi accoppiati del locomotore era di m. 5.67; gli assi portanti del tipo Adam avevano un gioco trasversale di 2×54 mm. Le prove dimostrarono che il comportamento del veicolo, agli effetti dei moti perturbatori, lasciava a desiderare, lungo la linea particolarmente accidentata. Si constatò infatti, dopo un breve periodo di esercizio, una influenza assai sfavorevole sul binario e sulla sottostruttura della linea.

Gli esperimenti fatti ed il desiderio di aumentare la potenza, hanno indotto l'amministrazione delle Ferrovie Federali a sperimentare un nuovo tipo di locomotore con rodiggio Bo-Bo. Il locomotore ha gli organi di trazione e repulsione montati sul telaio principale. I motori riposano sui telai dei carrelli e comandano le ruote motrici con comando individuale. Il telaio principale appoggia sui carrelli mediante due perni semisferici, posti al centro dei carrelli. Da una parte e dall'altra di ciascuna ralla è posta una molla di appoggio. La sospensione tra l'asse ed il telaio del carrello è affatto normale.

Il primo di questi locomotori, entrato in servizio nel maggio 1927, dimostrò subito un ottimo comportamento in curva, ma la marcia del veicolo si rivelò perturbata da urti e da scosse verticali assai accentuate.

Per trovare il modo di porre rimedio a questi inconvenienti, furono eseguite, mediante strumenti registratori, delle verifiche per studiare il movimento relativo del telaio del carrello rispetto al telaio principale.

La determinazione di questi movimenti verticali dimostrò l'opportunità di impedire od, almeno, di smorzare il moto di rotazione dei carrelli attorno agli assi di appoggio e di sopprimere, di conseguenza, gli abbassamenti corrispondenti del telaio principale. Questo fu raggiunto per i nuovi locomotori con la trasmissione del carico della cassa ai carrelli, soltanto mediante molle montate alla estremità dei carrrelli stessi.

Questo accorgimento bastò per evitare i moti verticali anzidetti e, secondo osservazioni personali dell'A., il movimento di questi locomotori, dal punto di vista delle oscillazioni verticali, risultò eccezionalmente tranquillo e paragonabile a quello di una vettura a carrelli per viaggiatori. Queste constatazioni sono confermate da alcuni diagrammi riportati dall'A. *V. D. Ma.*

E. SIEGRIST SPINEDY — **Calcolo dei sistemi di distribuzione nelle reti delle ferrovie elettriche.** (La Traction Electrique, N. 13, dicembre 1930).

L'A. osserva, innanzitutto, che il sistema di distribuzione di una ferrovia elettrica, costituito dall'insieme degli impianti necessari per la fornitura dell'energia ai locomotori: linee di trasporto dalle centrali alle sottostazioni, sottostazioni e linee d'alimentazione delle condutture di contatto, è strettamente dipendente alla natura dei carichi che occorre considerare nell'esercizio della ferrovia. Questi, a loro volta, dipendono dalle potenze assorbite dalle motrici e, quindi, dagli sforzi di trazione necessari per vincere la resistenza alla circolazione dei treni.

Agli effetti del calcolo degli sforzi di trazione, il movimento di un treno dalla stazione di partenza e quella di arrivo si può suddividere in quattro periodi: avviamento, marcia in condizioni di regime, decelerazione e frenamento. Per ciascuno di questi periodi è facile studiare il movimento del treno facendo ricorso alle leggi della dinamica ed alle formule empiriche che danno, per ogni tipo di materiale rotabile, i valori specifici della resistenza alla circolazione in rettilineo ed in curva. L.A. dopo aver dedotto le formule atte al calcolo dello sforzo di trazione nelle diverse condizioni, riporta una tabella nella quale è indicata, per ogni condizione di marcia, la formula che entra in considerazione.

Dedotti gli sforzi di trazione che devono essere sviluppati dai trattori, se ne deducono le potenze riferite ai cerchioni, moltiplicando gli sforzi per la velocità del treno nell'istante considerato. Da questi si risale alla potenza assorbita alla linea, tenendo calcolo del rendimento globale del trattore, in relazione alle condizioni di marcia. Dai valori della potenza assorbita, si deducono facilmente quelli delle intensità delle correnti che circolano nella rete e che costituiscono la base per il calcolo della linea di contatto e per lo studio della distribuzione delle sottostazioni. L'A. dimostra come il calcolo si possa condurre opportunamente facendo uso di tabelle apposite.

V. D. Ma.

Per il cambio di indirizzo inviare Lire UNA unitamente alla fascetta vecchia.

CRONACA

Un opportuno richiamo.

In una nota redazionale del «The Electric Journal» del giugno 1931, a pag. 381, leggiamo quanto segue:

«Il Direttore di un giornale tecnico, più di chiunque altro, può misurare il grave danno che deriva agli ingegneri dalla insufficiente preparazione scolastica nell'uso del loro linguaggio natio. Egli osserva generalmente che gli uomini che stanno ai primi posti nella marcia al progresso della ingegneria, sono in difficoltà quando devono esprimere il loro pensiero sia verbalmente, sia per iscritto. E d'altra parte, rileva casi di ingegneri di vera abilità nel campo tecnico i quali non vengono adeguatamente apprezzati in causa della loro incapacità ad esprimersi in modo opportuno».

L'osservazione del giornale americano può spesso ripetersi anche in Italia, dove purtroppo si va gradatamente perdendo la bella tradizione per la quale le opere dei nostri maggiori uomini di studio, da Galileo in avanti, avevano, insieme al pregio scientifico, tutta la freschezza e l'attrattiva di un lavoro letterario.

La questione è più grave ed importante di quanto può a tutta prima sembrare e riesce perciò interessante rilevare gli accorgimenti che la rivista americana propone per mettere riparo all'inconveniente lamentato.

Riconoscendo, in sostanza, che non è possibile nelle scuole tecniche superiori dare sufficiente sviluppo ai corsi linguistici e letterari, si osserva che ogni lavoro scritto che l'allievo deve presentare su qualsiasi argomento, costituisce un elaborato che può anche essere giudicato sotto l'aspetto letterario.

Si propone cioè che i lavori scritti presentati dagli allievi delle Scuole di Ingegneria vengano giudicati, indipendentemente e successivamente, da due insegnanti, uno per il contenuto tecnico, l'altro per l'aspetto formale e linguistico.

Ciò indurrebbe negli allievi l'abitudine di prestare maggiore attenzione alla correttezza ed alla eleganza di forma colla quale redigono i loro scritti; i risultati definitivi sarebbero certo più soddisfacenti di quelli che si ottengono coi metodi attuali lasciando che l'allievo stenda in modo del tutto sciatto e trascurato le sue relazioni tecniche o scientifiche, salvo poi nelle lezioni letterarie pretendere che si sforzi di scrivere in modo fiorito ed elegante intorno ad argomenti che non lo interessano affatto.

Il suggerimento è ingegnoso e merita di essere preso in considerazione.

* *

APPLICAZIONI AGRICOLE.

Come informa la *Domenica dell'Agricoltore* del 19 aprile 1931, sono stati recentemente inviati in Russia numerosi aratri elettrici «*Violati Tescari*» per il dissodamento nella bonifica di quelle steppe. Questi aratri sono capaci di eseguire profondi scassi anche in terreni ingrati: essi hanno avuto un lusinghiero successo. L'impianto consiste in un carro attrezzato con un motore che aziona un argano di trazione per la fune, e prende la corrente da un filo aereo. *Sc.*

APPLICAZIONI VARIE.

Di una *una nuova applicazione della cella fotoelettrica* è detto in *Transactions of Illuminating Engineering Society* del novembre 1930. In uno stabilimento di Pittsburg si era notato che la macchina automatica avvolgente la carta oleata col marchio della ditta su scatole di cereali, aveva tendenza a lasciar slittare la carta, man mano che questa si svolgeva dal rullo alimentatore, fino a metterla fuori di allineamento. Si è pensato, quindi, di stampare sulla carta oleata dei dischetti neri, uniformemente distanziati. Inviando sulla carta un fascetto di luce concentrata esso viene così riflesso, in modo intermittente, su una cella fotoelettrica la quale manda impulsi ad uno dei due relais che controllano la velocità del rullo di alimentazione, regolando così la velocità di scorrimento. *G. Co.*

CONDUTTURE.

Gli abbachi cartesiani che risolvono le equazioni trinomie di qualsiasi grado e che trovano applicazione nella seconda formula di Bazin per il calcolo dei canali possono essere impiegati per il calcolo meccanico delle linee aeree. La costruzione e le determinazioni relative sono riferite in *R. G. E.* del 7 febbraio 1931, pagg. 213-218 con 7 figure, da E. Baticle che indica come si possano verificare le sollecitazioni e le freccie alle diverse temperature, e per le diverse spinte del vento e come si possa passare dall'abaco disegnato per il rame a quello per un altro materiale conduttore. *G. Cc.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

Un'applicazione del teorema di Gauss e della legge di Coulomb alle superfici di separazione dei dielettrici è indicata da A. K. Kotelnikoff in quale, riprendendo la considerazione che alla nozione dell'azione a distanza dei due corpi può essere sostituita quella della

trasmissione di tale azione attraverso le modificazioni del mezzo ambiente, generalizza l'espressione di Maxwell della pressione elettrostatica. Le formule ottenute sono applicate ai casi di un corpo e di un piano o di due sfere in *R. G. E.* (14 febbraio 1931, pagg. 264-266, 4 figure). *G. Co.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Il problema dell'illuminazione in aeronautica acquista sempre più importanza: è infatti necessario che il pilota, passando da un paese ad un altro, trovi, nei limiti del possibile, eguali condizioni di illuminazione della rotta, eguali dispositivi luminosi di delimitazione del campo di atterraggio, di segnalazione degli ostacoli, ecc., al fine di evitare indecisioni ed errori di manovra che, il più delle volte, si traducono in disastri. Tutti i lati del problema sono stati esaminati dal Comitato Internazionale dell'Illuminazione nell'Aeronautica in una riunione tenuta a Berlino nell'aprile 1930, secondo quanto riferisce F. Born in *Licht und Lampe* del settembre 1930. Alcune questioni sono rimaste insolute, data la divergenza di vedute dei Delegati dei diversi Paesi e, in vista anche delle esperienze che si stanno facendo al riguardo, il problema sarà nuovamente discusso nel prossimo Congresso Internazionale che si terrà in Inghilterra nel settembre del 1931. *G. Co.*

MOTORI PRIMI.

La costruzione delle pompe centrifughe per alimentazione di caldaie ad alta pressione è illustrata da G. Weyland in *R. G. E.* (6 dicembre 1930, pagg. 909-917 con 16 figure) nei riguardi delle difficoltà da superarsi per immettere l'acqua preriscaldata a temperature prossime a 100°. L'A. fornisce pure dati su qualque installazione recente e sulle caratteristiche di qualche modello di pompa espressamente costruito allo scopo.

STATISTICA.

L'illuminazione è un fattore importante della sicurezza della strada: ciò viene messo in rilievo dalle *Transactions of Illuminating Engineering Society*, dicembre 1930, riportando i risultati di alcune recenti statistiche relative agli accidenti stradali dello Stato di Indiana (S. U.). Risulta dalle dette statistiche, che il 37 % degli accidenti si verificano durante il giorno, il 9 % al cader della notte e il 54 % durante la notte. D'altra parte poichè, basandosi su statistiche di traffico, si stima che i 2/3 della circolazione stradale si effettua durante il giorno, si deduce che 1/3 della circolazione è causa, durante la notte, dei 2/3 degli accidenti o, in altre parole, durante la notte, si corre un pericolo 4 volte maggiore. *G. Co.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

La determinazione della potenza di un compensatore sincrono collegato alla rete attraverso il terziario di un trasformatore a tre avvolgimenti si può fare algebricamente, ma più comodamente per via grafica come è indicato da Hallopeau in *R. G. E.* (28 febbraio 1931 e pag. 338-343, 9 fig.), partendo dai diagrammi della tensione e della corrente di un trasformatore a tre avvolgimenti. Il metodo permette la determinazione del trasformatore e del compensatore che danno la soluzione più economica e si può generalizzare applicandolo ai problemi della regolazione della tensione nelle reti. *G. Cc.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Sulla *rete suburbana di Madras* delle ferrovie a scartamento di 1 metro Sud-India fu introdotta, come si rileva da *The Engineer* del 13 marzo 1931, la trazione elettrica col sistema a corrente continua a 1500 volt.

Il materiale rotabile si compone di 17 treni viaggiatori ognuno composto di 3 carrozze articolate, di 4 locomotori a 2 volte 2 assi motori e di 2 tender ad accumulatori per il servizio ausiliario su binari sprovvisti di filo aereo. Un treno pesa, coll'equipaggiamento elettrico completo, 73 tonnellate potendo trasportare 194 passeggeri seduti. I locomotori possono rimorchiare treni viaggiatori del peso di 250 tonnellate alla velocità di 65 km all'ora, oppure treni merci del peso di 500 tonnellate alla velocità di 40 km all'ora. I locomotori pesano 42 tonnellate; la lunghezza fra i respingenti è di circa 10 m; essi sono equipaggiati con 4 motori da 20 kW ciascuno.

I due tender ad accumulatori servono per venir attaccati ad uno dei quattro locomotori quando questo vien richiesto a far servizio fuori della rete elettrica.

Essi forniscono ai locomotori corrente a 440 V, sono equipaggiati con batterie a 150 kWh, che si scaricano in 5 ore e pesano ciascuno 21 tonnellate. *Sc.*

Accoppiamento serie-parallelo e accoppiamento permanente in serie dei motori *compound* nella trazione a recupero sono messi a confronto in *R. G. E.*, 7 marzo 1931 (pagg. 381-385, 5 figure) da F. Guery il quale studia particolarmente la questione dal punto di vista delle dimensioni dell'equipaggiamento motore e mette in evidenza la importanza delle perdite nell'accoppiamento in serie permanente. *G. Cc.*

Fatevi Soci vitalizi!

:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

Movimento delle Società Elettriche.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Soc. An. Industrie Vicentine Elettromeccaniche — Milano.
Venne deliberato l'aumento del capitale sociale di L. 1.000.000 a L. 3.000.000.

Soc. An. Credito Elettrico Nazionale — Milano.
Venne deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 60.000 a L. 5.000.000.

Soc. Idroelettrica Riviera di Levante — Genova.
Venne deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 200.000 a L. 36.000.000.

Soc. per Applicazioni Energia Elettrica — Napoli.
Aumenta il capitale sociale da L. 7.500.000 a L. 12.000.000 emettendo nuove azioni.

S.I.M.E. - Soc. Ital. Materiali Elettrici — Genova.
Venne deciso di diminuire il capitale da L. 1.200.000 a L. 600.000 svalutando le azioni.

Soc. Ital. Batterie Elettriche del Cellino — Roma.
Riduce il capitale sociale da L. 2.500.000 a L. 25.000 svalutando le azioni.

Forze Elettriche Valdegagna — Milano.
Venne deliberato di ridurre il capitale da L. 400.000 a L. 100.000, svalutando le azioni, e poi aumentarlo a L. 2.000.000 emettendo nuove azioni.

Società Italiana per l'Elettrometallurgia — Milano.
Riduce il capitale sociale da L. 2.000.000 a L. 20.000 mediante svalutazione delle azioni.

Consorzio Idroelettrico Italiano — Genova.
Venne deliberato di ridurre il capitale da L. 10.000.000 a L. 10 mila, svalutando le azioni da L. 250 a L. 2,50.

COSTITUZIONI E SCIOGLIMENTI DI SOCIETA'.

Società Italiana Comunicazioni Radio-Aeree — Roma.
Si è costituita con capitale di L. 100.000.

An. Impianti Reti Elettriche Telefoniche — Genova.
Si è costituita con capitale di L. 20.000.

La « Telemeccanica Elettrica » - Ing. Luria e Gregorini — Milano.
Si è costituita come trasformazione di Soc. An. Collettiva, con capitale di L. 850.000.

Società Capuana di Elettricità — Napoli.
Venne costituita con capitale di L. 140.000.

Consorzio Elettrico Padano per Distribuzione Energia Elettrica — Milano.
Si è costituita questa Anonima con capitale di L. 100.000.

Industrie Elettriche Ing. Giampiero Clerici — Milano.
Venne costituita questa Soc. An. con capitale di L. 100.000.

Officine Elettromeccaniche Milanesi — Milano.
Si è costitutita questa Anonima con capitale di L. 110.000.

La Superba - Fabbrica Italiana Accumulatori Garbarino — Genova.
Si è costituita questa Anonima con capitale di L. 40.000.

La Meridionale Lampade Elettriche — Napoli.
Venne deliberato lo scioglimento anticipato e la sua messa in liquidazione.

Imprese Elettriche Rodocanachi — Genova.
Venne deliberato lo scioglimento anticipato e la liquidazione della Società.

Società An. Elettrica Agricola Industriale — Milano — Capitale L. 100.000.
Venne deliberato lo scioglimento e la messa in liquidazione della Società.

Officine Elettromeccaniche Perego e C. — Milano.
Venne deliberato lo scioglimento e la liquidazione della Società.

* *

Rassegna economica del mese di luglio.

La questione della stabilità finanziaria della Germania e dei mezzi per provvedervi ha dominato per tutto il mese l'orizzonte politico europeo ed ha assorbito la intensa attività delle Cancellerie delle Nazioni interessate. Ed è chiaro che intorno a tale questione si aggirano tutte le prospettive di ogni futura architettura economica del vecchio mondo.

Una catastrofe economica e monetaria della Germania sconvolgerebbe tutta la situazione economica attuale d'Europa e potrebbe avere ripercussioni vastissime anche negli altri paesi. La scomparsa di un organismo produttore e consumatore della importanza del popolo germanico sarebbe l'ultimo colpo per la già malata industria europea. La sospensione improvvisa e definitiva dei pagamenti germanici, la perdita dei capitali esteri impiegati a breve o a lunga scadenza in Germania, danneggerebbe in modo notevolissimo non soltanto i principali paesi europei, ma anche la lontana America e di riverbero tutto il mondo civile.

D'altra parte non bisogna dimenticare o perdere di vista il colosso russo il quale da una catastrofe economica tedesca avrebbe tutto da guadagnare sotto l'aspetto politico. E' ben noto che potenti correnti di comunismo si sono infiltrate in Germania le quali a mala pena sono infrenate dall'attuale regime. Il loro irrompere sarebbe probabilmente incontenibile nella eventualità di un collasso finanziario e nessuno può misurare l'entità del pericolo che correrebbe la civiltà europea se il comunismo dalla terra dei Soviet arrivasse ad estendersi e installarsi nel cuore di Europa. La tendenza espansiva del comunismo russo accoppiata all'istinto militaresco del popolo germanico darebbe luogo inevitabilmente a conflagrazioni la cui grandiosità nessuno può misurare.

Che se anche si volesse considerare l'altra alternativa della situazione politica nel caso di un crollo, cioè il prevalere dell'estremo nazionalismo pur esso fiorente ed esasperato in Germania nel momento attuale, non è a dirsi che questa soluzione sia tale da poter essere considerata con compiacimento da chiunque abbia a cuore la tranquillità e pace d'Europa.

E' facile comprendere quindi come al salvataggio della Germania tutti siano fortemente interessati e come non vi sia discussione sul punto sostanziale della questione: che cioè debba essere ad ogni costo evitato lo sfacelo della Germania.

E si comprende anche come tale idea sia colla massima intensità e colla massima spregiudicatezza sostenuta dall'America la quale mentre è fortemente interessata alla sanità finanziaria tedesca in ragione dei vastissimi capitali impiegati in Germania sotto diverse forme, a breve e lunga scadenza, non ha viceversa nessuna preoccupazione per quelle che possono essere le attività future della Germania salvata e ristabilita, dalla quale è separata dall'Oceano.

Ma d'altra parte è doveroso osservare come non altrettanto libero possa essere il giudizio di Paesi che, come la Francia, a torto o a ragione sono animati da una grande diffidenza verso le reali intenzioni del popolo tedesco e vedono nella Germania, al di là della debolezza attuale, il nemico di ieri e quello, *in pectore*, di domani.

Non mancano le voci dei diffidenti all'estremo i quali ricordano la crisi del marco che ha portato alla volatilizzazione di ingentissimi capitali stranieri, e temono di vedere ora ripetersi una manovra analoga. Si osserva che la Germania negli anni trascorsi mentre continuava a lamentarsi degli insopportabili pesi gravanti su di essa per effetto delle riparazioni, ha continuato a ricevere denaro da tutte le parti del mondo sotto forma di depositi, di prestiti, di mutui, ecc. E col denaro ricevuto ha pagato i debiti e le riparazioni restituendo ai prestatori il loro denaro. Oggi, si dice, che si tratta di pagare i mutui, i prestiti, ecc., che non ci sono più, si parla di crisi e di collasso. Il salvataggio fatto oggi permetterebbe alla Germania di ripetere ancora una volta il gioco per poi fra qualche anno tornare a dichiararsi incapace di pagare appena consumati i capitali ricevuti dall'estero. E intanto è noto che ingentissimi capitali tedeschi sono emigrati in altri Stati e vengono così sottratti alle conseguenze della crisi la quale dovrebbe soltanto servire ad uso esterno, cioè a giustificare la incapacità di restituire le somme ricevute.

Così parlano i pessimisti e i diffidenti all'estremo; è certo che essi esagerano quando negano la realtà e la consistenza della attuale crisi tedesca, ma non si può negare che qualche riflesso di verità sia contenuto nelle loro parole le quali sostanzialmente tendono a raccomandare una oculata prudenza nella trattazione del difficile momento attuale.

Vi è qualche cosa di vero nelle critiche che vengono rivolte alla politica economica della Germania. Non bisogna dimenticare che mentre gli altri Paesi in genere, come la Francia, l'Italia, la Rumenia hanno subito danneggiamenti e perdite immense che hanno gravato enormemente sui loro bilanci, la Germania non ha avuto devastazioni sul suo territorio e ha conservato intatta, sia pure mutilata in parte, la sua perfetta organizzazione industriale che la mette in condizione di favore rispetto agli altri Paesi.

Anche negli anni recenti mentre durava la crisi, la Germania non ha economizzato denaro per promuovere e migliorare la sua attrezzatura tecnica e scientifica. E mentre i nostri laboratori si dibattono in istrettezze finanziarie sulle quali è meglio tirare un velo per carità di Patria, in Germania se ne costruiscono di nuovi, magnifici e perfezionati, riccamente dotati di ogni più moderna apparecchiatura. Così dicasi per l'industria la quale ha in gran parte rifatti o rimodernati i suoi impianti secondo linee grandiose ma dispendiose.

Non si vuol criticare con questo lo spirito di iniziativa e lo slancio del popolo tedesco, ma non si può meravigliarsi se, da parte dei popoli che meno favorevolmente sono disposti verso quello tedesco, si chieda con il denaro di chi sia stato fatto tutto questo lavoro e preparata tutta questa organizzazione, che non può essere che di concorrenza sul terreno economico, quando poi mancano i denari per far fronte ai propri impegni coll'estero che ha dato i capitali.

*

Questi diversi umori e questa diversa impostazione della questione a seconda dei punti di vista sotto i quali essa viene considerata, si sono nettamente rivelati alla Conferenza adunatasi a Londra per discutere circa l'applicazione della proposta Hower di moratoria e circa gli aiuti immediati da recarsi alla Germania.

Come era da aspettarsi il dissidio si è manifestato specialmente fra il punto di vista dell'America, col concorso dell'Inghilterra e dell'Italia, e quello della Francia. La diffidenza di questa verso la Germania è insuperabile: essa sente che la partita non è finita e teme la rivincita. Ecco perchè, pur riconoscendo l'opportunità dei soccorsi alla Germania per non provocare lo sfacelo definitivo, tuttavia essa esige di trarre da questo intervento di salvataggio qualche vantaggio politico che la garantisca contro i possibili tentativi di ripresa del nazionalismo tedesco.

La Francia, cioè, si diceva pronta ad intervenire con un prestito anche vistoso a favore della Germania ma esigeva da essa impegni di ordine politico che la Germania non poteva accettare senza ledere la propria sovranità. Il dissidio è apparso insanabile, essendo i tedeschi decisi a lasciar affondare tutto piuttosto che cedere su questi punti alla Francia. Essi hanno del resto buon gioco poichè comprendono bene che in nessun modo l'America e l'Inghilterra, e in fondo la stessa Francia, hanno interesse a permettere che la barca germanica affondi veramente.

Si assiste così ad un curiosissimo gioco fra i tedeschi che vogliono essere salvati come piace a loro, e i francesi che li vogliono salvare ma in un modo diverso.

Così impostata la cosa si capisce come non fosse possibile arrivare se non ad una soluzione di compromesso. La situazione alla Conferenza di Londra è stata in qualche momento così tesa e difficile, pur nelle compassate forme diplomatiche, da far temere che si arrivasse davvero ad una irreparabile rottura col distacco dei francesi dalla riunione. L'autorevole intervento dell'America, le buone prestazioni dell'Inghilterra e dell'Italia, non hanno potuto riuscire a superare il punto morto.

Così la Conferenza di Londra che si era radunata fra la ansiosa attesa dei popoli e dalla quale si era sperato potesse aprirsi una nuova èra nei rapporti europei e potessero prendere inizio sviluppi di più ampia portata, si è chiusa freddamente con un minimo di risultati: si può dire anzi che l'unico risultato positivo e atto a dare qualche soddisfazione, sia stato quello di avere impedito il naufragio della Conferenza stessa e avere impedito che si generasse uno screzio palese che avrebbe decisamente precluso la via ad ogni ulteriore ripresa di trattative.

Come è noto, una delle cause che aveva fatto precipitare la crisi tedesca negli ultimi giorni era stata quella del precipitoso ritiro di capitali esteri impiegati in Germania, ritiro che si era delineato e rapidamente incrementato appena erano apparsi i primi sintomi del malessere economico tedesco. Le somme ritirate in pochi giorni sono state fortissime e ciò non poteva naturalmente se non aggravare la situazione. Si trattava di una di quelle forme di panico sempre dannose e che divengono sempre più gravi fino a creare un reale pericolo anche dove forse non esisteva.

I Governi rappresentati alla Conferenza di Londra, hanno, se non altro, deliberato di fare qualche cosa per frenare questo coefficiente psicologico della crisi tedesca e nel comunicato ufficiale diramato alla chiusura della Conferenza è stata riconosciuta l'importanza mondiale del mantenimento della stabilità finanziaria della Germania, alla quale i Governi stessi si dichiarano disposti a cooperare.

Per questo i rappresentanti dei rispettivi Governi a Londra raccomandavano agli Enti finanziari dei loro Paesi una serie di proposte. Anzitutto, il mantenimento del prestito di 100 milioni di dollari concesso da poco tempo alla Reichsbank sotto gli auspici della Banca Internazionale dei pagamenti; poi, l'adozione di provvedimenti intesi a mantenere la massa di crediti già concessi alla Germania; e finalmente si proponeva di dare mandato alla Banca Internazionale dei pagamenti di costituire prontamente un Comitato incaricato di eseguire i necessari accertamenti circa le esigenze di nuovi crediti da parte della Germania.

In sostanza si trattava di lasciare al malato l'aria nella quale agonizzava per lasciarlo morire in pace!

La disillusione circa i risultati della Conferenza di Londra è stata netta e sentita. Da parte italiana se ne sono avute manifestazioni ufficiali attraverso le dichiarazioni pure diplomaticamente compassate dell'On. Grandi. In Inghilterra il malcontento è stato grande e l'irritazione contro la Francia vivissima. In Germania si è avuta una immediata ripresa di disordini a base comunista, e manifestazioni aperte di delusione e di indignazione. Anche gli ambienti americani si sono rammaricati che l'Europa si sia lasciata sfuggire una buona occasione per iniziare seriamente la ricostruzione economica generale.

Solo a Parigi la chiusura della Conferenza di Londra è stata salutata come un «successo francese». Se con ciò si vuol dire che sono state frustrate le buone intenzioni degli altri, non v'è dubbio che ciò è vero! La realtà si è che la Francia aspira, come ha sempre aspirato dopo la guerra, a rendere la Germania vassalla nell'ambiente economico per averla vassalla nell'ambiente politico: onde ogni ingerenza di altri paesi a favore della Germania, venendo a intaccare questa esclusività di protezionismo economico al quale la Francia aspira, non può a meno di irritare Parigi. Si è perfino affermato a Parigi che gli anglosassoni (leggi: America e Inghilterra) hanno riconosciuto la loro impotenza davanti alla Francia e hanno dovuto piegarsi ai propositi francesi!

Tuttavia, la soddisfazione non è completa nè reale nemmeno a Parigi.

*

E' chiaro infatti che sarebbe ingenuo credere che l'Inghilterra, come principale interessata possa accettare con rassegnazione e ad occhi chiusi l'indirizzo imposto dalla Francia alla politica internazionale nei riguardi della Germania.

La risposta non è infatti mancata ed è stata immediata e significativa.

Non apena finita la Conferenza mentre ancora non era cessata l'eco dei commenti, Mac Donald ed Henderson si recarono in visita ufficiale a Berlino. Alla visita si è voluto dare ufficialmente un pretesto di semplice atto di cortesia susseguente al viaggio in Inghilterra dei Ministri tedeschi, ma è chiaro che non sono questi i momenti nei quali i Ministri responsabili vadano a zonzo per le capitali europee.

L'atto è stato naturalmente subito notato a Parigi dando luogo a commenti allarmati e indispettiti. Si è cioè compreso bene che l'Inghilterra aveva una linea di azione propria e che si preparava a metterla in atto senza l'autorizzazione nè il concorso della Francia; e ciò naturalmente allarma la diplomazia francese sempre vigile alla difesa degli interessi del proprio Paese.

I colloqui di Berlino sono invece stati accolti con compiacimento in Germania dove si considerano più importanti e più fecondi di risultati che non la stessa Conferenza di Londra. Pare infatti che essi abbiano avuto una portata assai maggiore di quanto si poteva supporre. Sono stati affrontati temi che esulano dalla questione particolare della crisi attuale della economia germanica e che entrano nel quadro assai più vasto della collaborazione economica ed industriale internazionale: tale ad esempio la questione dell'accordo per il lavoro nelle miniere. Anche argomenti politici assai importanti sono stati trattati a Berlino, non ultima la questione del disarmo, a cui si è anche accennato nelle interviste semi ufficiali concesse ai giornalisti.

Un complesso insomma di iniziative e di attività che stanno a dimostrare come Londra non sia disposta a lasciarsi prendere la mano da Parigi. In Francia si accenna addirittura a un tentativo per mettere da parte la Francia, ma è evidente che in ciò si esagera. Allo stato attuale delle cose i reciproci vincoli che uniscono i diversi popoli europei sono così intimi e stretti che non è possibile far a meno della collaborazione di tutti: questo è uno degli aspetti più tragici ma nello stesso tempo più rassicuranti del momento attuale.

Certo è che intanto i colloqui di Berlino e l'evidente interessamento inglese alle cose tedesche hanno molto giovato a rinnovare un senso di fiducia e hanno impresso un certo carattere di stabilità alla situazione tedesca.

Bisogna anche riconoscere che di fronte alla gravità del pericolo, il Governo tedesco è intervenuto con energia e ha saputo chiedere sacrifici gravi al Paese, che era già abbastanza oberato dal carico fiscale.

Si è provveduto ad abbassare il margine legale di copertura della valuta dal 40 al 33 per cento, ciò che può permettere la emissione di circa un miliardo di carta moneta. Si sono emanati provvedimenti per limitare l'entità dei rimborsi da parte delle Banche per evitare che gli effetti del panico nei risparmiatori assorbano tutte le disponibilità liquide.

Altre disposizioni legislative severissime sono state emanate per impedire la fuga all'estero dei capitali tedeschi; queste misure arrivano però alquanto in ritardo. Molto discussa è stata la imposizione di una tassa di 100 marchi per ogni viaggio all'estero di un suddito tedesco.

Una importante iniziativa dovuta ad un gruppo di industriali tedeschi è poi intervenuta ad aiutare il Governo nel difficile momento. Un migliaio di dirigenti delle principali Case industriali e commerciali hanno costituito un Sindacato che si assume la garanzia, per 500 milioni di marchi, dei disavanzi che potessero eventualmente derivare dalle operazioni che la Banca tedesca di Sconto dell'oro dovrà effettuare per proteggere all'estero il credito della Germania.

Con questo complesso di provvedimenti interni e col ristabilirsi almeno parziale della fiducia internazionale nella saldezza dell'edificio economico tedesco la catastrofe che sembrava imminente e inevitabile è stata per il momento evitata o quanto meno ritardata. E' subentrato così un periodo di calma del quale sarà possibile approfittare per esaminare con maggiore ponderatezza la situazione e addivenire ai provvedimenti più radicali che si impongono.

Questi consistono, secondo la Germania, nella concessione di un nuovo prestito a lunga scadenza e dell'ammontare di qualche miliardo di marchi. L'operazione è di una importanza e di una vastità che giustifica le incertezze e la prudenza che si manifesta da varie parti.

Non bisogna dimenticare che, secondo le statistiche ufficiali pubblicate a cura della Società delle Nazioni, già al 30 giugno 1930, la Germania aveva impegni coll'estero per investimenti a lunga o a breve scadenza per oltre 27 miliardi di marchi ai quali si contrapponevano 10 miliardi di marchi di crediti. Quindi al netto, debiti per 17 miliardi di marchi, vale a dire poco meno di 80 miliardi di lire.

Oggi la somma è ulteriormente aumentata: basta ricordare il recente prestito di 100 milioni di dollari, pari quasi a due miliardi di lire. L'onere dunque che la Germania si è addossata è arrivato ad un limite tale da far nascere legittimo il dubbio che esso sia già sproporzionato alle sue capacità finanziarie. La concessione di nuovi prestiti che si tradurrebbero in un aumento di oneri, potrebbe quindi riuscire più dannoso che utile.

La situazione è dunque di una estrema difficoltà e sembra far convergere ogni possibilità di soluzione verso un solo punto, quello che gli uomini di Stato più chiaroveggenti hanno indicato fin da principio cioè la sospensione o la riduzione delle indennità di guerra e dei pagamenti per le riparazioni.

*

Frattanto lavorano a Londra gli esperti incaricati di studiare le modalità di applicazione della moratoria proposta da Hoover e universalmente accettata. I lavori non sono semplici perchè le questioni coinvolte sono molto gravi e complesse. Si dovranno svolgere contemporaneamente due inchieste: una intesa a precisare, con indagini dirette, la entità dei bisogni di nuovi crediti da parte della Germania e a studiare la possibilità e la convenienza di convertire una parte dei crediti a breve scadenza in altri a scadenza molto più lunga. Un'altra inchiesta parallela e indipendente da questa sarà svolta per espresso desiderio del Governo tedesco e sarà intesa a riconoscere esattamente quali sieno le reali condizioni attuali delle finanze germaniche.

Le ripercussioni della moratoria non si limitano alla Germania ma hanno una portata assai più vasta. Così anche la Grecia è direttamente interessata come creditrice della Bulgaria e poichè il bilancio greco si presenta in disavanzo, ciò non può non allarmare gli uomini di Stato greci. Infatti Venizelos si è precipitato a Londra per studiare le misure necessarie a compensare la Grecia del sacrificio impreveduto che le si viene a chiedere. Altre difficoltà del genere stanno sorgendo fra la Jugoslavia e la Bulgaria.

Invece l'Austria risentirà un beneficio. Essa come è noto è da tempo liberata dal pagamento delle riparazioni e delle indennità di guerra ma era tenuta a versare quote annuali a restituzione dei prestiti concessile nei primi tempi della sua nuova vita per darle modo di sistemarsi e di avviarsi nel nuovo cammino. Ora sebbene tali pagamenti, che non sono riparazioni di guerra, non entrino direttamente nella moratoria di Hoover, tuttavia le Nazioni creditrici, e fra esse prima e più importante l'Italia, hanno deliberato di considerarli alla stessa stregua delle riparazioni e quindi di rinunciare ad essi durante la moratoria.

Tutto questo trambusto che è venuto a mettere sottosopra gli ambienti finanziari e politici ha fatto passare in seconda linea un altro problema che per qualche tempo era stato il principale e il più preoccupante per le Cancellerie europee: quello della unione doganale austro-tedesca.

Come è noto esso era stato deferito all'esame della Corte internazionale dell'Aia la quale ha preso a discuterlo a fondo sotto l'aspetto giuridico. L'Italia partecipa attivamente a questo dibattito e i suoi delegati si sono nettamente schierati contro il progetto dimostrandolo incompatibile col Trattato di San Germano in quanto minaccia la indipenza economica dell'Austria e può metterne in pericolo anche l'indipendenza politica.

Nessun dubbio che il progetto naufragherà e in questo momento nessuno probabilmente avrà l'improntitudine di alzare lamentele o rimproveri per questo fatto: sono in gioco questioni di ben maggiore importanza.

Un aspetto estremamente singolare dell'attuale situazione e che dà una misura dello sconvolgimento economico dei tempi presenti, è costituito dalla crescente debolezza della sterlina. La moneta inglese che è sembrata sempre inattaccabile risente, sia pure in piccola misura, difficoltà e minacce.

Il fatto è che da parecchio tempo si nota un esodo di oro dall'Inghilterra, esodo che ha preso un crescendo notevole in questi ultimi tempi e che si dirige specialmente verso la Francia.

La cosa è arrivata ad un punto da preoccupare seriamente i finanzieri inglesi ed abbiamo altra volta accennato a trattative intercorse fra la Banca di Francia e la Banca di Inghilterra per frenare e sistemare questo assorbimento di oro da parte della Francia.

Non manca chi vuol vedere sotto questo fenomeno una manovra di Parigi che vorrebbe nientemeno influenzare a suo favore la politica inglese sul continente premendo sulla leva finanziaria. Che la manovra sia fino ad un certo punto possibile si può comprendere quando si pensi che la Francia conta in Inghilterra investimenti a breve scadenza per quasi nove miliardi di franchi e ne conta, sempre a breve scadenza, per 12 miliardi di franchi in America. Essa potrebbe quindi indubbiamente ritirando questi capitali influenzare sensibilmente il corso della sterlina e anche quello del dollaro.

La manovra è stata naturalmente smentita in modo reciso in via ufficiale e appare infatti poco probabile. Credere di poter seriamente influenzare la libertà di azione del popolo inglese nel campo politico e minacciare davvero la stabilità della sterlina, è tale errore psicologico e politico che non appare verosimile nemmeno per il più acceso ed acciecato nazionalismo francese. Vorrebbe dire disconoscere la profonda alterezza e l'orgoglio nazionale dell'Inghilterra e ignorare le profonde, immense risorse dell'Impero Britannico.

La manovra appare dunque inverosimile; pur tuttavia non mancano sintomi che sembrano dimostrare che essa viene realmente tentata. Corrono insistenti, da fonte francese, le voci di passi fatti a Parigi dal Governo di Londra e di prossimi interventi francesi a favore della sterlina. Si è parlato di un prestito di 20 milioni di sterline che la Banca di Francia avrebbe concesso a quella di Londra.

*

Come sempre avviene quando vento infido soffia al di là della Manica e quando sono in gioco grosse partite politiche nei riguardi tedeschi, si torna a guardare da Parigi con occhio benevolo verso la sorella latina.

E' un fatto che una certa reazione sembra delinearsi a Parigi contro la politica di Briand la quale era interamente polarizzata verso la Germania e ha avuto come conseguenza un progressivo isolamento della Francia. Il fattore italiano diventa sempre più apprezzabile nelle competizioni europee e il dimenticarlo sistematicamente diventa sempre più difficile.

Si ritorna a parlare di una intesa fra le due nazioni, intesa di vasta portata nel campo politico e anche in quello economico, e che permetterebbe di superare nel più vasto quadro degli accordi anche il famoso punto fermo del patto navale. Se non ci inganniamo, è quanto da fonte italiana si va ripetendo da parecchi anni.

Il Presidente del Consiglio francese, Laval, che effettivamente sembra abbia preso nelle sue mani fermamente le redini del governo confinando Briand al ruolo di figura di secondo ordine, si recherebbe a Roma fra breve tempo e a questa visita si vuol attribuire una importanza particolare.

Se tutto questo avrà un seguito di fatti politici i primi a rallegrarsene saremo noi ma non possiamo a meno di riandare istintivamente col pensiero alle molteplici analoghe circostanze nelle quali, scrivendo negli ultimi anni queste Note, la stessa frase ci è uscita dalla penna!

Certo non è estranea a questo interessamento francese, la intensa attività politica svolta in questi mesi dal nostro Governo.

Molto notata è stata la visita del Ministro americano Stimson a Roma e sopratutto la soddisfazione colla quale egli si è chiaramente espresso circa l'esito dei colloqui avuti coi nostri uomini politici. Non è un mistero per nessuno che a Roma si è trattato di molte questioni di attuale e capitale importanza, compresa quella del disarmo, e la soddisfazione del Ministro americano è senza dubbio significativa.

Non è nemmeno un mistero che una crescente convergenza di direttive politiche si va accentuando fra i Gabinetti di Roma e di Londra. E se ne sono avute recenti e chiare manifestazioni. E anche questo non può non richiamare l'attenzione francese.

Finalmente molto significativi sono stati i frequenti contatti avuti dai nostri uomini politici con quelli tedeschi. Non per nulla il Cancelliere Brüning ha rimandato di un giorno la già decisa partenza da Londra per Berlino, allo scopo di accettare un invito a colloquio dell'On. Grandi; colloquio che fu preceduto da altri di natura cordiale, tanto che l'azione italiana fu seguita in Germania con molta simpatia esplicitamente dichiarata. Anche l'ambasciatore tedesco a Roma è stato in contatto continuo col nostro Governo.

Tutto ciò imprime all'azione politica italiana un rilievo che non può sfuggire ad occhi interessati. L'Italia segue una sua linea obbiettiva e serena, consona alla realtà dei fatti, e atta a proteggere i propri interessi nel quadro più generale dell'interesse europeo.

*

Il conto del Tesoro pubblicato alla fine del mese di giugno, segna come avevamo previsto una ulteriore riduzione del disavanzo che si è andato accumulando nei primi dieci mesi dell'esercizio.

Infatti durante il mese di giugno sono state accertate entrate effettive per un totale di 1883 milioni, mentre gli impegni di spesa si sono limitati a 1732 milioni di lire. Ne è venuto quindi un avanzo attivo di circa 100 milioni per virtù del quale il deficit, che era già sceso a 997 milioni di lire a fine maggio, si trova ancora ridotto a 896 milioni di lire.

Questo sarebbe il disavanzo effettivo dell'intero esercizio finanziario 1930-31 quale risulta dai primi accertamenti; è probabile che le ulteriori verifiche portino a constatare che, in definitiva, esso è limitato ad una cifra ancora più bassa.

Il capitolo movimenti capitali presenta una risultanza attiva di 936 milioni di lire, poco minore del valore registrato a fine del mese precedente (953 milioni).

Il fondo di cassa, al 30 giugno presentava una disponibilità liquida di 3784 milioni di lire, dei quali 3436 in conto corrente presso la Banca d'Italia e 312 milioni presso la Zecca, la Tesoreria o i corrispondenti all'estero.

La siutazione dei debiti pubblici interni si presenta naturalmente in sensibile aumento, in corrispondenza del nuovo prestito emesso per coprire la scadenza dei buoni novennali. L'aumento verificatosi per questa voce è stato di 1647 milioni di lire; inoltre si è verificato un aumento di 124 milioni di lire nel debito fluttuante per affluenza di fondi sui conti correnti col Tesoro; viceversa è diminuito di 69 milioni il debito redimibile per scadenza di quote di ammortamento. Si è così arrivati ad un totale di debiti pubblici interni di 91.288 milioni di lire.

La circolazione bancaria è ulteriormente diminuita di 39 milioni durante il mese di giugno, arrivando a un valore complessivo di 14.683 milioni di lire.

L'andamento del movimento commerciale coll'estero prosegue colle solite caratteristiche.

Durante il mese di giugno si sono importate merci per un complessivo valore di 1377 milioni di lire, mentre se ne sono esportate per 1223 milioni circa. Nel giugno 1930 le importazioni erano salite a 1994 milioni e le esportazioni a 1362 milioni; la riduzione verificatasi nelle importazioni è dunque molto più sensibile di quella delle esportazioni.

Complessivamente nel primo semestre del 1930 si ebbero 9545 milioni di importazioni, contro 6535 milioni di esportazioni, con uno squilibrio di 3009 milioni di lire. Invece nel primo semestre del 1931 le importazioni ammontarono a 6612 milioni di lire e le esportazioni a 5112 milioni, dando luogo a uno squilibrio risultante di 1500 milioni. Il disavanzo della bilancia commerciale si è dunque ridotto quest'anno alla metà di quello del 1930.

Può essere di qualche interesse rilevare che nello stesso primo semestre del 1931 il commercio estero francese ha registrato un disavanzo di poco meno di 7 miliardi di franchi.

Il numero dei disoccupati in Italia è ancora diminuito durante il mese di giugno scendendo a 563.593, contro 635.979 quanti erano a fine maggio.

Il consumo di energia elettrica che da qualche mese aveva subito una deflessione rispetto allo scorso anno, accenna ora a riprendere. Esso è stato di 870 milioni di kWh durante il mese di giugno, lievissimamente superiore a quello del giugno 1930; l'incremento è stato più forte nell'Italia settentrionale (19 milioni di kWh), minore nell'Italia inferiore e nelle isole (5 milioni) mentre l'Italia centrale ha dato luogo a un minor consumo di 21 milioni di kWh.

Durante il mese di giugno sono stati presi alcuni provvedimenti governativi di qualche importanza. Notevole fra essi l'approvazione del Testo unico sulle finanze locali che andrà in vigore col 1° gennaio 1932, congegnato in modo che ne vengano vantaggi non indifferenti all'agricoltura che risentirà di uno sgravio di circa 600 milioni di lire.

*

Le incertezze delle vicende politiche agitatesi durante il mese, le preoccupazioni circa la situazione economica della Germania, il dissidio monetario franco-inglese, sono tutti argomenti che non potevano non influenzare in modo sfavorevole le Borse europee. Nessuna meraviglia quindi se durante il mese di giugno si è andato dileguando quel senso di ottimismo che aveva cominciato a diffondersi nello scorso mese. Bisogna tuttavia riconoscere che le nostre Borse hanno risentito meno di quelle degli altri Paesi le influenze del momento ed hanno avuto un andamento, se non brillante, almeno abbastanza fermo.

In ottimo comportamento come sempre i titoli di Stato che riescono ad avvantaggiarsi sensibilmente.

Poco mossi i titoli bancari.

Piuttosto inquieti i titoli tessili e con intonazione pesante.

Abbastanza trattati ma non troppo favoriti i titoli meccanici e metallurgici.

Pesanti i titoli dei trasporti. Inerti e di vario comportamento gli immobiliari.

Pesanti i titoli elettrici.

RENATO SAN NICOLO'.

*

Variazioni dei titoli elettrici nel mese di luglio.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	500	558,—	570,—	547,—
Lombarda	500	437,—	444,—	430,—
Bresciana	200	191,—	188,—	186,—
Adamello	250	135,—	140,—	137,—
Unione Esercizi Elettrici	50	61,—	62,—	63,—
Elettricità Alta Italia	250	130,—	130,—	123,—
Officine Elettriche Genovesi	250	251,—	255,—	250,—
Adriatica	100	179,—	179,—	171,—
Compagnia Imprese Elettriche Liguri	175	188,—	188,—	177,—
Ligure Toscana	200	231,—	234,—	230,—
Generale Elettr. della Sicilia	100	67,—	68,—	64,—
Elettrica Brioschi	250	340,—	335,—	307,—
Emiliana Esercizi Elettrici	350	350,—	351,—	345,—
Forze Idrauliche Crespi	375	375,—	375,—	370,—
Elettrica Valdarno	100	172,—	175,—	170,—
Tirso	250	157,—	158,—	157,—
Terni	400	357,—	354,—	353,—
Meridionale di Elettricità	250	263,—	240,—	236,—
Idroelettrica Piemontese	125	116,—	116,—	116,—
Dinamo	200	150,—	178,—	168,—
Elettricità e Gas di Roma	500	750,—	756,—	770,—

*

Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di luglio.

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI

Carboni da vapore:					
Cardiff primario	L.	164,—	a L.	166,—	alla tonn.
Americano	»	155,—	» »	157,—	»
Slesia	»	135,—	» »	137,—	»
Sarre	»	150,—	» »	152,—	»
Antraciti:					
Inglese primaria (in pezzatura)	L.	238,—	a L.	273,—	alla tonn.
Tedesca (in pezzatura)	»	249,—	» »	272,—	»
Coke:					
Coke da gas nazionale	L.	180,—	a L.	190,—	alla tonn.
» metallurgico inglese	»	—,—	» »	—,—	»
» metallurgico nazionale	»	178,—	» »	195,—	»
Petrolio	»	183,—	» »	203,—	al Q.le
Nafta:					
Per Diesel	L.	475,—	a L.	550,—	alla tonn.
Per caldaie	»	280,—	» »	320,—	»
Benzina in fusti	»	199,—	» »	259,—	al Q.le

METALLI

Ghisa:					
Eglinton N. 1	L. 580,—	a	L. 585,—	alla tonn.	
Middlesbrò N. 3	» 465,—	»	» 470,—	»	
Ematite	» 500,—	»	» 505,—	»	
Lussemburgo-Lorena	» 385,—	»	» 390,—	»	
Ferro:					
Laminato omogeneo	L. 74,50	a	L. 81,50	al Q.le	
Poutrelles	» 81,50	»	» 83,50	»	
Lamiere da 4 mm. in più	» 100,—	»	» —,—	»	
Acciaio:					
Rapido per utensili	L. 300,—	a	L. 1400,—	al Q.le	
Martin resist. 50-70	» 100,—	»	» 140,—	»	
Tubi bollitori	» 275,—	»	» 330,—	»	
Rame:					
Elettrolitico	L. 420,—	a	L. 430,—	al Q.le	
In fogli comuni	» 630,—	»	» 640,—	»	
In barre tonde e quadre	» 625,—	»	» 635,—	»	
Stagno in pani	» 1100,—	»	» 1150,—	»	
Zinco in pani 1ª fusione	» 165,—	»	» 175,—	»	
Piombo in pani 1ª fusione	» 150,—	»	» 160,—	»	
Antimonio in pani	» 445,—	»	» 465,—	»	
Ottone in barre	» 410,—	»	» 420,—	»	
Alluminio in pani	» 750,—	»	» 800,—	»	

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

M. Barrère. — *Commutatrices et Convertisseur Rotatifs* (Parigi 1931 - J. B. Baillière - Un volume di 16×23 cm di pag. 492 con 371 figure - Senza indicazione di prezzo).

Il volume è una esposizione completa dell'argomento sia sotto l'aspetto teorico sia sotto quello costruttivo.

I primi 3 capitoli costituiscono una sorta di introduzione generale occupandosi rispettivamente del problema generico della trasformazione di correnti, di certi speciali avvolgimenti, e dei diagrammi vettoriali rappresentativi delle macchine commutatrici nelle diverse loro condizioni di esercizio.

Segue poi lo studio dell'indotto delle commutatrici nei suoi diversi tipi di avvolgimento, coi metodi di calcolo e cogli accorgimenti costruttivi adottati per realizzare le condizioni di più soddisfacente funzionamento. Un lungo capitolo è destinato ai fenomeni transitori che possono verificarsi in questi tipi di macchine, e allo studio dei corto circuiti. La questione della tensione è pure studiata con qualche dettaglio.

Gli ultimi 3 capitoli sono di carattere pratico e costruttivo: essi analizzano gli organi costituitivi di una macchina completa e le modalità di impianto e di installazione delle commutatrici.

Il volume si chiude con la descrizione di parecchi tipi di macchine costruiti delle quali vengono riportate le caratteristiche.

*

W. Bermbach. — *Gli accumulatori* (Torino 1931 - UTET - Un volume di cm 17×24 di 199 pagine, con 198 figure - Prezzo, rilegato, L. 28).

Si tratta della traduzione della quarta edizione tedesca dell'opera, eseguita da C. E. Galimberti.

Il libro considera la tecnica della costruzione degli accumulatori tenendo conto degli ultimi progressi compiuti in questo campo.

I primi due capitoli espongono le teorie fondamentali degli elementi galvanici e dell'elettrolisi, e quella dell'accumulatore a piombo in particolare. L'A. passa poi a considerare il comportamento dell'accumulatore nei tre periodi del suo funzionamento: riposo, carica e scarica, esponendo specialmente i metodi di carica, gli schemi elettrici relativi da usarsi e occupandosi in modo particolare dei diversi tipi di raddrizzatori che si possono usare per la carica.

Entrando poi nel vivo dell'argomento espone con qualche dettaglio la tecnica della costruzione delle piastre e del montaggio e manutenzione degli accumulatori.

Uno speciale capitolo dedicato ad illustrare brevemente i diversi tipi proposti di accumulatori alcalini dandone le caratteristiche.

Il libro si chiude con un capitolo sulle molteplici applicazioni industriali degli accumulatori.

*

Th. Buchhold - F. Trawnik. — *Die elektrischen Ausrustungen der Gleichstrombahnen* (Berlino 1931 - J. Springer - Un volume di cm 16×23 di pag. 310 con 267 figure - Prezzo, rilegato, 32 marchi).

Gli AA. si sono proposti in questi volume di raccogliere tutto quanto riguarda la parte elettrica di una ferrovia a corrente continua, sia per il materiale mobile sia per gli impianti fissi. Condensare tanta mole di materia nei limiti di un volume non troppo grosso è certamente compito non facile che però gli AA. hanno saputo compiere in modo lodevole pur rinunciando naturalmente ad essere in ogni punto esaurienti.

Il libro si divide in due parti che trattano rispettivamente del materiale mobile e delle linee di contatto.

La prima parte si apre con un lungo capitolo nel quale viene studiato costruttivamente e funzionalmente il motore a corrente continua per trazione.

Segue un capitolo sull'importantissimo argomento della trasmissione del movimento dal motore agli assi. Altri capitoli sono dedicati agli accoppiamenti elettrici dei motori, all'apparecchiatura in genere, e all'illustrazione di alcune ferrovie esistenti. Due brevi capitoli sono anche dedicati al motore in derivazione e al motore compound.

La seconda parte studia le linee di contatto sotto l'aspetto del loro comportamento elettrico: caduta di tensione, riscaldamenti, ecc. L'ultimo capitolo considera l'azione del vento sulle linee.

*

T. Hodgson. — *Applied Mathematics for Engineers* - Vol. III (Londra 1931 - Chapman and Hall - Un volume di cm 14×22 di pagine 320 con 126 figure - Prezzo scellini 13/6).

Abbiamo dato notizia altra volta dei primi due volumi di questa opera (vedi *L'Elettrotecnica* del 15 febbraio 1931 a pag. 110). Viene ora pubblicato il terzo volume che la completa.

Esso è dedicato alle equazioni differenziali e alle loro applicazioni. Il volume conserva il carattere generale del libro quello cioè della sua immediata applicabilità alla pratica professionale. Forse per questo la trattazione si limita ai tipi più semplici di equazioni differenziali che sono appunto quelle che più frequentemente l'ingegnere può incontrare nei suoi studi o nella sua pratica professionale.

Per ogni tipo di equazione l'A. inserisce subito degli esempi applicativi tratti dai diversi campi dell'ingegneria e che trattano casi concreti di problemi pratici. Ciò aumenta il pregio del volume senza diminuirne il rigore matematico e scientifico.

Per questa ragione, sebbene nella sua impostazione generale resta al disotto del livello di quanto solitamente si fa nelle nostre scuole di ingegneria, il libro può tornare assai utile non solo agli allievi ingegneri, ma anche a quei professionisti che abbiano perduto il contatto immediato colle discipline matematiche.

*

E. Juillard. — *Die selbsttätige Regelung elektrischer Maschinen* - (Berlino 1931 - J. Springer - Un volume di cm 16×24 di pagine 165 con 71 figure - Prezzo 15 marchi).

Abbiamo dato a suo tempo (vedi *L'Elettrotecnica* 1930 a pag. 55) notizia di questo interessante libro apparso prima in veste francese e che ora l'editore Springer presenta nella traduzione tedesca da F. Ollendorf. Ci limitiamo quindi a segnalarlo, richiamandoci a quanto detto altra volta.

Il traduttore ha ampliato leggermente qualche parte allo scopo di renderla più chiara e più facilmente accessibile; anche il numero delle figure è aumentato colla inserzione di parecchi nuovi interessanti oscillogrammi.

*

Ing. Franco F. Salerno. — *La tecnologia del cemento Portland* - (Milano 1931 - U. Hoepli - Un volume di cm 16×23 di 358 pagine con 143 figure e 3 tavole).

In questo volume l'A. ha raccolto in sintesi succinta ma densa di contenuto tutto quanto ha attinenza colla tecnologia della produzione del cemento così detto Portland, tecnologia che ha preso anche nel nostro paese uno sviluppo così ampio ed importante.

La letteratura italiana in argomento era molto scarsa e perciò giunge opportuno questo volume che l'A. ha arricchito di numerose tabelle e di dati pratici e di esercizio così da costituire una fonte veramente utile e pregevole di notizie.

Un primo ampio capitolo tratta delle proprietà del cemento alla luce delle più recenti ricerche e dei più moderni studi. Come è noto l'architettura molecolare del cemento presenta problemi e punti oscuri non ancora chiariti; l'esposizione dell'A. costituisce una buona messa a punto della questione.

Seguono un capitolo dedicato alle prove sui cementi e un altro sulle materie prime usate per la loro fabbricazione.

In una serie di capitoli successivi sono studiate in dettaglio le operazioni che si susseguono nella lavorazione, dosatura, macinazione e cottura. A questo proposito l'A. tratta ampiamente, anche sotto l'aspetto termotecnico, il forno rotativo e illustra le larghe possibilità di ricupero di calore che si presentano nelle fabbriche di cemento parecchie delle quali riescono per questa via a produrre in proprio tutta la ingente quantità di energia elettrica di cui abbisognano.

Chiudono il libro un capitolo sulle modalità di impianto delle fabbriche di cemento e un'altro dedicato ai cementi diversi dal Portland.

Nel complesso si tratta di un libro veramente utile e pratico meritevole di attenzione.

Per il cambio di indirizzo inviare Lire UNA unitamente alla fascetta vecchia.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

L'inaugurazione del "Sacrario Ferraris,,.

Il giorno 4 luglio u. s. veniva inaugurato a Livorno Ferraris, con una austera e semplice cerimonia, la raccolta di cimeli e di memorie di Galileo Ferraris e del fratello suo Adamo, che è stata ordinata nella casa avita del grande Fisico, donata, come è noto, al Comune da un gruppo di ex allievi e assistenti, nell'occasione in cui nel 1925 il borgo cambiava ufficialmente il nome di Livorno Piemontese in quello di Livorno Ferraris (vedi *L'Elettrotecnica* del 5 agosto 1925, pag. 546).

L'impegno allora assunto di creare nella casa stessa un museo che costituisse quasi un sacrario dedicato alla memoria del Grande, venne realizzato per l'opera entusiasta specialmente dei consoci Carlo Montù e Lorenzo Ferraris, coll'aiuto di varie istituzioni, e per il cortese interessamento dei discendenti e specialmente della nipote, Signora Luigia Buzzi-Botto-Ferraris. Ai ricordi di Galileo, vennero aggiunti quelli del fratello Adamo, valoroso combattente della indipendenza italiana, caduto a Digione nel 1870 fra le file garibaldine.

Alla cerimonia intervennero: in rappresentanza della A. E. I., il Presidente Generale, Prof. Bordoni, e il Prof. Barbagelata, come Segretario generale, l'On. Carlo Montù ed il Prof. Lorenzo Ferraris per il Comitato ordinatore, l'Ing. Peri, Presidente della Sezione di Torino, l'Ing. Soleri della Scuola Galileo Ferraris e il Comm. Vigna della Scuola di Ingegneria di Torino, l'Ing. Mollino, il Prevosto Don Gorrino, il Grande Uff. Vercelli ex-Sindaco di Livorno Ferraris, il Dott. Mandosso, il Dott. Berbero, i Signori Sancio, Pianea ed alcuni altri. Il Comune era rappresentato dal Podestà, Sig. Pietro Mocca, e dal Segretario Borgatello. Avevano mandato la loro adesione o si erano fatti rapresentare, i Ministri degli Interni, della Economia Nazionale, della Pubblica Istruzione, il Presidente della Camera dei Deputati, parecchi Senatori e Deputati, S. E. l'Arcivescovo di Vercelli, il Prefetto di Torino, il Rettore della Università e il Direttore del Politecnico di Torino, il Presidente dell'Accademia dei Lincei, la Sezione veneta dell'A.E.I., ecc. La Signora Luigia Buzzi-Botto-Ferraris col figlio Galileo, rappresentava i parenti.

La maggior parte delle Associazioni elettrotecniche estere avevano pure mandato la loro adesione, cosicchè la cerimonia, pur nella sua semplicità, ha assunto il carattere di degna celebrazione dello Scienzato la cui opera è universalmente riconosciuta ed apprezzata.

Dopo una visita alla sala del Consiglio Municipale dove si conserva ancora il seggio che fu di Galileo Ferraris, ebbe luogo la cerimonia inaugurale.

Parlò primo l'On. Carlo Montù, pronunciando il seguente discorso.

« *Illustre Signor Presidente, Eccellenze, Signori,*

« Nella forma semplice e austera, giustamente voluta dall'Illustre Presidente dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, sotto i cui auspici il nostro Comitato ha potuto proficuamente operare, si conchiude qui e si compie, la nostra modesta ma appassionata fatica, con la realizzazione della prima generosa iniziativa del nostro Reverendo Prevosto, subito raccolta e caldeggiata dall'allora Sindaco di Livorno, Tenente Achille Pretti.

« Nel 1925 fu donata al Comune di Livorno la casa in cui nacque il Suo Grande Figliuolo: *Galileo Ferraris.* Oggi il Comune stesso dispone di una sede adeguata e degna, costruita su progetto di Eugenio Mollino; e oggi può divenire realtà l'altro nostro proposito, per tanti anni tenacemente coltivato.

« Alla presenza delle Autorità qui intervenute o rappresentate, io, a nome del Comitato, prego il chiarissimo Prof. Bordoni, Presidente Generale dell'Associazione Elettrotecnica, di voler consegnare alla civica Amministrazione di Livorno il *Museo Sacro* che i vecchi prediletti allievi di Galileo Ferraris — Riccardo Arnò, Alessandro Artom, Lorenzo Ferraris, Ettore Morelli — hanno voluto con me costituire e organizzare in memoria del caro Maestro, di cui sento invisibile ma presente la cara e soave immagine paterna. E ci è parso strettamente doveroso e nobilmente significativo unire ai documenti di lavoro e di vita dello Scienziato, che tanto amammo, i cimeli guerreschi del fratello Suo, *Adamo Ferraris,* morto eroicamente combattendo a Digione, nelle schiere garibaldine accorse nel 1870 con generoso impeto sui martoriati campi di Francia, a ricambiare l'olocausto di sangue recato undici anni prima all'Italia, l'adorata Patria nostra che sempre ignorò e sempre ignorerà l'ingratitudine e l'oblio.

« Ai maggiori partecipanti alla sottoscrizione nazionale ed internazionale da noi indetta, ai più modesti e numerosi concorrenti alla sottoscrizione popolare, paesana e regionale, a tutti coloro insomma che recarono un amoroso e tangibile tributo al nostro progetto, esprimo qui il plauso ed il ringraziamento del Comitato. Tale plebiscito ci fu di prezioso aiuto e conforto nella realizzazione del sogno suggeritoci dalla nostra pietà filiale e dalla reverente ammirazione verso l'indimenticabile Maestro.

« Alla Famiglia dei Fratelli Ferraris porgo l'espressione della più profonda gratitudine e son sicuro di interpretare così, non solo il sentimento mio personale e dei miei compagni di fede e di passione, ma quello di tutta l'Italia, che, onorando *Galileo* e *Adamo Ferraris,* non celebra solo l'amore della scienza e l'amore della Patria, ma anche quell'inestinguibile ardore di bellezza e quella profonda, quasi sovrumana bontà in cui si esprime stupendamente la vera sostanza spirituale di nostra gente. Il *Museo Sacrario* da oggi consegnato al Municipio di Livorno potrà e dovrà divenire meta di pio e appassionato pellegrinaggio per quanti ammirano il giusto, il bello, il buono, per quanti hanno l'intima certezza rincorante che la stirpe umana — pur attraverso ai più duri ostacoli ed alle più estenuanti fatiche — continua la sua marcia sanguinosa e gloriosa verso le più ardue vette.

« A Torino, nel famedio degli uomini illustri, riposano le spoglie mortali di Galileo Ferraris; qui aleggia il Suo spirito, armoniosamente congiunto con quello del fratello Suo pur Grande.

« Voi, Illustre Presidente dell'Associazione Elettrotecnica, dirете come l'Associazione, continuando a sentirsi idealmente unita a questo Sacrario, abbia delegato il Prof. Lorenzo Ferraris a far parte della Commissione Direttiva e ad assistere il Comune di Livorno per tutte le provvidenze e le eventuali iniziative atte a conservarne la preziosa integrità e a conseguirne in seguito il completamento.

« E Voi — con la maggiore autorità che Vi deriva, non solo dall'alta carica degnamente tenuta, ma anche dal Vostro personale valore di studioso e di tecnico — trasmetterete così al Regio Podestà la bella fiamma che noi alimentammo con le più dure energie del nostro spirito e del nostro cuore, commettendogli l'onore e la responsabilità di coltivarla perennemente, cioè di mantenere vivo e profondo il culto verso i suoi grandi Concittadini, qui, in questo caro borgo di Livorno che Essi predilessero ed in cui sembrano parlarci con la Loro voce più schietta; qui, in questo Museo che deve avere ed ha per tutti gli Italiani valore e significazione assolutamente religiosi, e dove noi abbiamo amorosamente raccolti, per trasmetterli alle future generazioni, i Loro ricordi più intimi, i documenti più significativi, i cimeli più sacri ».

Prese poi la parola il Prof. Bordoni, parlando a nome della Associazione Elettrotecnica Italiana. Ecco il testo del discorso:

« *Signor Podestà, Signore e Signori!*

« E' tale la natura dei sentimenti ridestati in noi dalla vista di tante preziose testimonianze della geniale fatica e della vita esemplare del Grande che la nostra Associazione si onora di avere avuto come suo fondatore e primo Presidente Generale, così viva è la luce ideale che emana dai cimeli qui raccolti, così eloquente il muto linguaggio delle cose, che temerei veramente di turbare la dignità dell'atto che sta per compiersi se mi attardassi in troppe parole non sollevate dal soffio animatore dell'arte, od in rievocazioni che qui sopratutto sarebbero superflue, in questo luogo che ebbe la ventura di dare i natali a Galileo Ferraris.

« L'ammirazione verso un così insigne Maestro e, insieme la gratitudine e l'affetto, ispirarono l'idea di costituire questo Museo Sacrario ad un eletto gruppo di allievi, fra i quali debbo additare alla riconoscenza di tutti i nomi di Carlo Montù, di Lorenzo Ferraris, di Riccardo Arnò, di Ettore Morelli e di Alessandro Artom.

« La loro intelligente perseveranza, la cortesia della famiglia Buzzi-Ferraris e l'appoggio e la munificenza di molti Enti pubblici e privati, dal vostro Comune, Sig. Podestà, alla R. Scuola d'Ingegneria di Torino ed a tanti generosi donatori qui ricordati, hanno permesso che il desiderio divenisse realtà, che fosse qui riunita parte di ciò che venne toccato da quelle mani così sapientemente operose, parte degli oggetti materiali che concessero alla limpida intuizione subitanea dell'Uomo geniale di mostrare, Voi lo sapete, come essa fosse penetrata diritta ed a fondo nel mondo dei fenomeni naturali.

« L'opera multiforme di Galileo Ferraris costituì nel suo insieme un esempio di geniale ricerca scientifica della quale ancora oggi godiamo i frutti, in mezzo al travolgente succedersi dei progressi; tutta la sua vita fu, con l'eloquenza dei fatti, un grandioso inno alla Verità, una fervida esaltazione della indagine disinteressata, un luminoso esempio ammonitore di schietta modestia e di alto civismo.

« E quando, in una solenne occasione, Egli ebbe a pronunciare quelle memorabili parole che tutti ricordiate, incitanti alla ricerca, anche se fine a se stessa, e celebranti l'opera, così spesso poco apprezzata, di Coloro che faticosamente lavorano a rendere meno incompleto l'edificio delle nostre conoscenze, a gettare qualche luce in quegli abissi profondi della natura intima dei fenomeni che l'occhio della mente non può contemplare senza vertigine, potè ben affermarsi ch'Egli aveva in quella occasione pronunciate il « credo » civile della sua nobile vita.

« La storia della elettrotecnica e dello sviluppo delle imprese elettriche in Italia è lì a mostrare che le parole e l'esempio del grande Maestro non sono cadute nel vuoto. Ma vollero a ragione i suoi allievi più affezionati, con Carlo Montù alla testa, che non mancasse agli italiani ed agli stranieri la tacita suggestione e l'incitamento prezioso che nasce dalla visione dell'insieme dei cimeli da essi pazientemente adunati. L'Associazione Elettrotecnica Italiana è onorata che questo abbia potuto avvenire per opera dei Soci antichi e benemeriti che ho già ricordato, e compiersi col suo intervento; e Vi prega, Sig. Podestà, di prendere in gelosa consegna questo insieme di memorie e di considerare come suo rappresentante nel Comitato Direttivo del Sacrario uno di quelli allievi, oggi, a sua volta, Maestro (e che fu anch'egli Presidente Generale della nostra Associazione), il Prof. Lorenzo Ferraris.

« Nell'intervenire a questa cerimonia, l'Associazione ha inteso di compiere un doveroso atto di reverente omaggio alla memoria del suo indimenticabile Fondatore; intende ancora, Sig. Podestà, di esprimere il voto fervidissimo che sia fatto tutto il possibile affinchè siano completamente raggiunte le altissime finalità che i promotori del Museo Sacrario si prefissero: di contribuire, cioè, a far si che nel mondo della scienza e della tecnica, nella feconda e cortese gara fra tutti i popoli, si affermi sempre più profonda l'impronta di uno dei più degni rappresentanti della genialità della nostra Gente, oggi avviantesi sotto altissima Guida ai destini che le spettano; e con essa, l'impronta della rinnovata Italia ».

Prende quindi la parola il Podestà di Livorno Ferraris, Sig. Pietro Mocca che così si esprime:

« Signori, gentile Signora nipote del Grande che sempre, ma oggi in modo speciale rivive tra noi, mi sia consentito di dire che mai come oggi io ho sentito il piacere e l'onore di essere il capo del borgo diventato insigne per aver dato i natali al grande luminare della scienza che è vanto ed onore del mondo intero.

« Ed è col più vivo piacere che porgo il benvenuto a tutte le cospicue Personalità qui convenute, assicurando che la loro presenza ambita e desiderata, altamente ci onora, e col benvenuto porgo i più vivi ringraziamenti ai presenti di persona e ai presenti in ispirito.

« La cerimonia di oggi scevra dal carattere festaiolo, ma racchiusa nella semplicità che la rende solenne, assurge a qualche cosa di grande.

« Ci viene affidato un sacrario, un piccolo santuario di memorie, un tempio in cui rivive la religione della scienza e dello studio ed io con animo commosso e grato ne ricevo la consegna, assicurando che il Museo di Galileo Ferraris sarà sempre il vanto di Livorno e che ne lascierò come obbligo a quelli che verranno dopo di me, la custodia e la conservazione, come custodia e conservazione di un tesoro prezioso.

« Qui due anime grandi, Luigi Ferraris e Antonia Messia si compiacquero della nascita del Bimbo che doveva diventare un essere speciale.

« Qui sorsero nel Bimbo i germi della bontà, della modestia, dell'operosità, del dovere che lo resero caro e amato a tutti.

« Qui sorsero e presero vita i germi dell'ingegno e di quella scienza che lo resero celebre.

« Non vi è angolo nella vastità dello spazio, ove non brilli la luce, ove non vibri la forza sorta come scintilla prodigiosa dal Genio di colui che modestamente percorreva le vie del nostro paese; che esempio di giustizia e di rettitudine sedeva sui seggi consigliari del Comune, ma sedeva in tempi in cui il valore di Galileo Ferraris non era riconosciuto tanto è vero che sedeva tra la minoranza.

« Il Tuo nome, o grande, rifulse con la luce del fascismo, il borgo che Ti vide nascere prese il Tuo nome quando le sorti d'Italia già erano in mano del magnifico Condottiero, nostra luce, nostra guida, nostra salvezza.

« La Tua casa, i Tuoi cimeli sono consegnati nelle mani del Fascismo che io rappresento, e il Fascismo saprà difenderli, onorarli, rispettarli e venerarli.

« Qui ove accanto ai cimeli della scienza, son conservati i cimeli che parlano di glorie patriottiche, qui verremo noi a pensare, a ricordare, a meditare; qui faremo venire i nostri figli, la nostra gioventù ad imparare che la Patria si onora e si serve con la forza del braccio e col valore delle armi, come l'ha servita Adamo Ferraris, ma anche con lo studio e col lavoro, e più ancora con la generosità, col disinteresse, coll'altruismo che furono le grandi doti di Galileo Ferraris.

« E inspirandoci sempre ai grandi esempi dati dalla Famiglia del Grande Scienziato, esempi che rivivono nella gentile Nipote, noi cammineremo verso le alte mete della nostra Patria, sempre pensando, sempre operando per la grandezza sua, sempre seguendo le direttive del nostro amato Duce, poichè Duce e Re, Re e Duce sono i nostri fari luminosi ».

Infine, per l'insistenza di alcuni dei presenti, prese la parola il Prof. Lorenzo Ferraris, che per deliberazione dell'ultimo Consiglio generale, rappresenterà l'A.E.I. nel comitato direttivo del Sacrario.

Egli ringraziò dell'incarico ricevuto nel quale disse di vedere una intenzione di omaggio a tutti gli allievi di Galileo Ferraris, schiera ormai assai ridotta. Ricordò l'opera di tutti coloro che avevano contribuito alla raccolta di cimeli e che comunque avevano collaborato alla migliore riuscita della iniziativa, e affermò che quanto fatto finora deve ritenersi soltanto come un inizio e che ogni sforzo sarà fatto perchè il Museo possa ampliarsi e completarsi.

Terminati i discorsi e gli applausi, si procedette alla firma del seguente Verbale di consegna:

L'anno millenovecentotrentuno, IX E. F. ed alli quattro del mese di Luglio, alle ore 9, in Livorno Ferraris nella residenza comunale, avanti al sottoscritto Segretario del Comune di Livorno Ferraris sono comparsi i signori:

1) *Pietro Mocca, Podestà del Comune;*

2) *Prof. Ing. Ugo Bordoni, Presidente dell'Associazione Elettrotecnica Italiana;*

3) *Prof. Ing. Carlo Montù, Presidente del Comitato donatore, allo scopo di procedere alla consegna del* Museo Sacrario Galileo ed Adamo Ferraris *per parte del Comitato donatore al comune di Livorno Ferraris.*

Premesso che con atto in data 17 Giugno 1925 rogito notaio G. B. Cassinis, l'On. Prof. Ing. Carlo Montù a nome dell'Associazione Elettrotecnica Italiana e quale Presidente del Comitato donatore ebbe a donare al Comune di Livorno Ferraris *la Casa ove nacque Galileo Ferraris con obbligo al Comune di adibirvi le tre camere a sud-est, primo piano, a Museo contenente i cimeli e memorie del Grande Livornese, e che il R. Podestà, assistito dal Segretario Comunale, in data 15 Dicembre 1930 ha preso la deliberazione, debitamente approvata dalla R. Prefettura di Vercelli in data 15 Gennaio 1931 per cui il comune di Livorno Ferraris assume formale impegno di mettere a disposizione dell'Associazione Elettrotecnica Italiana in un con le due camere prospicienti la pubblica piazza, già attualmente adibite a Museo, anche quella retrostante adibita ad ufficio Catasto, perchè essa pure possa servire esclusivamente alla raccolta e conservazione dei cimeli di Galileo ed Adamo Ferraris, non appena le signore Alliaudi Sorelle abbiano lasciato libero l'alloggio al 2° piano, che hanno diritto di occupare vita natural durante:*

Poichè i Sigg. Prof. Ing. Lorenzo Ferraris e Prof. Ing. Carlo Montù hanno completata la raccolta e la sistemazione dei cimeli e memorie di Galileo ed Adamo Ferraris; l'Ill.mo Signor Presidente generale dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, Prof. Ing. Ugo Bordoni rilevata l'importanza del Museo Sacrario, e segnalati gli Enti e le persone che maggiormente contribuirono alla sua costituzione, quali la R. Scuola Superiore di Elettrotecnica Galileo Ferraris di Torino, la Società Idroelettrica Piemonte, la Società Elettricità e Gas di Roma, la Famiglia Buzzi-Ferraris, l'On. Prof. Ing. Carlo Montù, l'Ing. Prof. Lorenzo Ferraris, ed altri, procede alla consegna del Museo Sacrario al R. Podestà di Livorno Ferraris, Sig. Pietro Mocca, e lo invita a voler curare la conservazione del Sacrario e di tutti gli oggetti in esso contenuti nella loro più scrupolosa integrità.

Il R. Podestà accetta e ringrazia in nome del Comune assicurando che non soltanto verrà posta ogni cura all'uopo, ma che il Comune di Livorno Ferraris confida che l'Associazione Elettrotecnica Italiana vorrà continuare ad essisterlo per mezzo di un suo speciale Delegato, per poter dare in avvenire al Sacrario successivi sviluppi di aumento e di complemento, sicchè esso possa essere utilmente visibile dal pubblico e costituire meta ed incentivo per quanti, ammiratori dello Scopritore del Campo Magnetico Rotante, converranno a Livorno in memore pellegrinaggio di studio e di ricerca.

Il R. Podestà, richiamata la propria deliberazione in data 9 Marzo 1931-IX, visitata per l'approvazione di S. E. il Prefetto della Provincia di Vercelli in data 23 stesso mese N. 5834 Div. II, riconferma all'Ill.mo Signor Presidente dell'Associazione Elettrotecnica Italiana la domanda affinchè al Museo Sacrario del Comune sia riservato l'onore di avere ora e sempre un Delegato rappresentante dell'Associazione stesso a far parte del Comitato Direttivo del Museo Sacrario, perchè il Comune possa sottoporgli le decisioni in merito alla accettazione o all'acquisto di ulteriore materiale storico per il completamente del Sacrario, ed in generale avere da lui consiglio, aiuto e norma per tutto quanto ha tratto al Museo ed alle provvidenze intese a renderlo sempre più rispondente ai fini per i quali venne formato.

Il Presidente dell'Associazione Elettrotecnica Italiana ringrazia, prende atto delle decisioni del signor Podestà, e comunica di demandare alla Sezione di Torino della Associazione, il compito lusinghiero e geloso della nomina del Delegato; annunzia che intanto, per accordi intervenuti con la Sezione stessa e per indicazione dell'On. Ing. Carlo Montù, a nome del Comitato Donatore, viene designato e nominato quale primo Delegato dell'Associazione il Prof. Ing. Lorenzo Ferraris, che per figliale devozione e per dimestichezza scientifica col Maestro dà il maggiore e più largo affidamento di assolvere nel modo più degno un tale mandato.

Per unanime consenso resta pertanto stabilito dal Sig. Pietro Mocca, per il Comune di Livorno Ferraris, *dal Prof. Ing.* Ugo Bordoni *per* l'Associazione Elettrotecnica Italiana, e dal Prof. Ing. *Carlo Montù per il* Comitato donatore *che anche in prosieguo di tempo il Comune di Livorno Ferraris accetta con riconoscenza che la Sezione di Torino dell'Associazione Elettrotecnica nomini e deleghi un suo Rappresentante perchè eserciti in seno al Comitato Direttivo del Museo Sacrario le mansioni specificate nella sopracitata deliberazione Podestarile e riassunte in questo verbale, a garanzia verso l'Associazione Elettrotecnica Italiana e verso i Donatori che le finalità propostisi ed informatrici del dono vengono osservate.*

Di quanto sopra ho redatto il presente verbale in triplice originale per il Comune di Livorno Ferraris, l'Associazione Elettrotecnica Italiana, il Comitato Donatore, verbale che dopo lettura fattane ai Comparenti viene meco sottoscritto per approvazione.

Il Podestà di Livorno Ferraris: Sig. PIETRO MOCCA.
Il Presidente dell'Assoc. Elettr. Italiana: Ing. UGO BORDONI.
Il Presidente del Comitato Donatore: Ing. CARLO MONTU'.
Il Segretario Comunale: BORGATELLO.

*

Il museo è costituito per ora da tre sale.

La prima raccoglie i cimeli di Galileo Ferraris. Primeggiano fra essi naturalmente quelli che si riferiscono alla scoperta del campo magnetico rotante e specialmente il primo piccolo rudimentale dispositivo col quale il fenomeno fu per la prima volta realizzato. Altri oggetti ricordano gli studi sui trasformatori e le altre ricerche del Grande, mentre la raccolta completa dei Suoi scritti documenta la vastità e profondità della Sua opera e la mirabile versatilità della Sua intelligenza.

In un altro locale è ricostruito esattamente lo studio del Ferraris a Torino. Dalla semplicità severa dell'ambiente spira un sentimento di austera modestia, che parrebbe contrastare, ma per uno spirito pensoso meglio di ogni altra cosa si intona colla visione di grandezza che s'apre alla mente davanti ai cimeli gloriosi della prima sala.

In apposita sala sono disposti invece i ricordi del fratello Adamo Ferraris, valoroso garibaldino delle campagne del '66, di Monterotondo e di Mentana, caduto nell'ultimo dramma dell'epopea garibaldina nel 1870 a Digione.

Così in brevità di spazio si accostano e quasi si sommano in sintesi sublime di generosa dedizione di sè, i due grandi ideali: la ricerca del vero, l'amore della patria. Per questo il piccolo museo di Livorno Ferraris, assurge veramente a dignità di sacrario per l'Italia e per l'umanità.

XXXVI RIUNIONE ANNUALE

PERUGIA - 9-15 Ottobre 1931

Al programma tecnico preliminare già pubblicato e riprodotto anche nelle pagine di pubblicità di questo numero vanno aggiunte le seguenti memorie:

E. Azzarella - Sulle prove di resistenza all'alterazione degli olî per trasformatori.
O. Cuzzer - M. Altieri - Isolamento, sollecitazioni e protezioni dei trasformatori.
G. Rebora - Le prese di terra.
L. Lombardi - A. Asta - Trasformatori trifasi a tre e a cinque colonne.
F. Bonati - Le apparecchiature blindate nelle sottostazioni.

Inoltre la memoria « Le misure nelle sottostazioni di trasformazione » è dovuta alla collaborazione dell'Ing. B. Usigli coll'Ing. A. Barbagelata.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI TRIESTE

Per iniziativa della Presidenza della Sezione Triestina, nei giorni 27, 28 e 29 giugno venne effettuata una gita dai fini tecnici e turistici attraverso le Provincie di Udine, Belluno e Bolzano, con mèta alle centrali idroelettriche dell'Isarco e Cardano.

Numerosi soci e famigliari, partiti alle ore 13,30 del giorno 27 su due lussuose e comodissime autobus, per l'incantevole strada litoranea raggiunsero in breve Monfalcone, dove alla comitiva si unì un gruppo di soci della Regione.

Oltre Udine e risalendo la vallata del Tagliamento per la Pontebba sino alla stazione per la Carnia, toccando Tricesimo, Gemona e Venzone, si giunge a Tolmezzo, capoluogo della Carnia.



Al monumento al generale Cantore a Cortina d'Ampezzo.

Abbandonata la valle del Tagliamento e risalito il corso del Degano, oltre la verde conca d'Ovaro, si raggiunse Comeglians, ove la comitiva fece una breve sosta.

Ripartiti attraverso Rigolato e Forni Avoltri, superato il valico di Cima Sappada (metri 1792), si discese a S. Stefano di Cadore. Lasciata a destra la valletta di Comelico, discendendo l'alto corso del Piave e risalendo l'Ansici, suo affluente, si giunse ad Auronzo, dopo aver sostato per breve tempo agli impianti idroelettrici sul Piave, dove i soci ebbero agio d'osservare gli impianti di cantieri per la costruzione delle dighe di sbarramento del fondo valle.

Giunti al tramonto all'imponente e suggestivo Lago di Misurina, nelle cui acque cristalline si specchiano le cime di Lavaredo, la Croce Rossa, il Cristallo, il Sorapis e le Cime 11 e 12, tutte superiori ai 3000 metri, e raggiunto il Passo di Tre Croci (metri 1808), si scese nella conca di Cortina d'Ampezzo, dominata dalle cime dolomitiche di Cinque Torri, Tofane, Pomogagnon, Falona e Antelao.

Preso alloggio in un primissimo albergo di Cortina, al mattino seguente la comitiva, fresca e riposata, dopo avere reso omaggio al monumento del Generale Cantore, che rievoca le epiche gesta delle maggiori glorie alpine, partì alla volta del Passo di Falzarego (metri 2117) per la strada di Pocol. Fra boschi di conifere, sovrastati dalla Marmolada, dal Civetta e dal Col di Lana, oltre Pieve di Livinalongo, per la strada di Arabba, si affrontò la forte salita del Passo Pordoi (metri 2239), fra i maestosi gruppi del Sella e della Marmolada.

Dopo una breve sosta al Passo Pordoi per ammirare gli incantevoli panorami, girato il Sella e superato il passo omonimo (m. 2218), si sboccò nella Val Gardena, dove le corriere si prestarono al trasporto di pompieri a Santa Cristina, ove era scoppiato un grave incendio, dando la possibilità di salvare buona parte del fabbricato.

Attraversato Ortisei fra Sasso Lungo e Sasso Rigais, si giunse a Ponte dell'Isarco, dove con vivo interessamento si osservarono le imponenti opere di presa della centrale di Cardano, situata ad una distanza di ben 16 chilometri dalla centrale stessa.

Per la magnifica strada lungo l'Isarco, si giunse alla potente centrale di Cardano. I gitanti, rimasero compresi di questo modernissimo impianto, che venne spiegato nei più minuti particolari dagli Ingg. De Rizzoli e Gogliardi, e si intrattennero poi al signorile rinfresco gentilmente offerto dalla Società Idroelettrica dell'Isarco.

Dopo la visita alla stazione di trasformazione, grandiosa nella sua semplicità, la comitiva prese congedo e, proseguendo lungo la vallata, arrivò alla ridente Bolzano.

Nel pomeriggio i gitanti, accompagnati dai colleghi della Sezione Trentina, gentilmente qui convenuti, si recarono al Monumento della Vittoria a deporre una corona di alloro alla memoria dei Martiri Battisti e Chiesa e dei caduti nella Grande Guerra di liberazione, e visitarono la cripta sottostante, firmando l'albo dei visitatori.

Il giorno 29, partiti alle ore 6 attraverso la Val d'Ega, i gitanti si portarono all'incantevole Lago di Carezza, sovrastato dal Gruppo del Catenaccio; indi, oltre il Passo di Costalunga (metri 1753), toccando Vigo di Fassa, Moena, Forno e fatta una breve sosta a Pedrazzo, la comitiva salì al Passo di Rolle (metri 1984), posto fra Cima Verzana ed il Col Bricon, e giunse a S. Martino di Castrozza.

Per la Valle del Cismon si giunse a Fiera di Primiero; indi, superati i Passi di Cereva (metri 1378) e Forcelle Aurine (metri 1299), si arrivò a Gordina, da dove, proseguendo per l'arida ed imponente gola tra i muraglioni che serrano il Cordevole, oltre la strada che si apre sul Canale di Agordo, si giunse a Belluno per colazione.

Partiti due ore dopo, puntanto su Vittorio Veneto e costeggiando il Lago di Santa Croce ed il Lago Morto, i gitanti ebbero occasione di ammirare i grandiosi impianti idroelettrici del Piave.

A Pordenone i soci, riuniti ad un rinfresco offerto dalla Sezione stessa e molto soddisfatti della riuscitissima escursione, ebbero occasione di udire la parola del Presidente, Cav. Ing. I. Bonazzi, che in un breve discorso volle esprimere la sua ammirazione per l'affiatamento dei soci ed il sempre crescente attaccamento alla Sezione, facendo altresì rilevare l'importanza e lo scopo altamente patriottico e scientifico delle escursioni indette dall'Associazione. Chiuse ringraziando il Comitato organizzatore, presieduto dal Prof. Ing. Pippa, coadiuvato dagli Ingg. Piovesana, De Antonellis e Benussi, dal Segretario Ing. Fragiacomo e dal Cassiere, Sig. Brivonese.

L'Ing. Codermaz ringraziò il Presidente a nome degli intervenuti, esprimendo l'augurio che queste escursioni abbiano a ripetersi con maggiore frequenza, e l'Ing. Pedretti con maestria di parole trasse conclusioni filosofiche sulla accumulazione delle energie naturali.

Il Vice Presidente, Ing. De Antonellis, ringraziò il Presidente a nome dei combattenti, per l'occasione loro offerta di visitare i posti fatidici della guerra di liberazione.

La riuscitissima gita ebbe il suo epilogo con il ritorno a Trieste, che avvenne alle ore 24 del giorno 29.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE DI TRIESTE (Via Mazzini, 30).

2 Settembre — Visita alla nuova Stazione radiofonica di Monte Radio di Trieste.

L'elenco dei Soci vitalizi e perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. Le Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiscono il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

Prof. Angelo Barbagelata, *Direttore responsabile.* (I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 5 Settembre 1931 - ANNO IX N. 25

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

La Riunione di Perugia.

Poco più di un mese ci separa dalla XXXVI riunione annuale dell'Associazione ed il suo successo può già dirsi pienamente assicurato sotto ogni aspetto.

Le non grandi disponibilità alberghiere di Perugia hanno costretto ad anticipare alquanto la chiusura delle iscrizioni e a tenere scrupolosamente conto — come fu preavvertito — dell'ordine di arrivo delle domande nella assegnazione degli alloggi. Con tutto ciò già prima della chiusura delle iscrizioni, fissata al 31 agosto, le domande pervenute hanno superato la disponibilità degli alloggi e solo a prezzo di qualche sforzo e di qualche sacrificio da parte degli ultimi iscritti si sono potute sistemare le cose.

Poichè, come sempre, le richieste dei ritardatari continuano ad affluire, crediamo necessario ricordare che, come fu esplicitamente annunciato nella circolare diramata ai soci con la scheda di adesione, l'*Ufficio Centrale non può più prendere alcun impegno per la prenotazione degli alloggi*, ai quali pertanto dovranno provvedere singolarmente i ritardatari. La non lontana Assisi potrebbe costituire un'ottima risorsa per chi abbia la possibilità di spostarsi comodamente dall'una all'altra città.

*

Per il lato tecnico del congresso richiamiamo l'attenzione dei colleghi sul programma aggiornato e riordinato, riprodotto nella prima pagina dei fogli di pubblicità di questo fascicolo. La cinquantina di relazioni e memorie annunciate sono state divise, per argomento, in tre sezioni e salvo possibili lievi spostamenti consigliati da speciali esigenze, saranno messe in discussione nell'ordine dell'elenco odierno. Quello che più importa è che oltre due terzi delle memorie sono già in tipografia e potranno certamente essere inviate in bozza agli iscritti al Congresso prima che essi lascino le loro sedi. Ed abbiamo affidamento che la maggior parte delle altre memorie saranno consegnate nei prossimi giorni cosicchè, con un po' di buona volontà da parte di tutti, potranno essere distribuite a Perugia all'inizio della Riunione. Secondo le consuetudini che sempre più si affermano in tutti gli importanti congressi tecnici nazionali ed internazionali, le memorie non giunte in tempo per la distribuzione preventiva non dovrebbero infatti neppure essere ammesse alla discussione.

*

Scorrendo l'elenco riordinato delle memorie ognuno potrà farsi un'idea dell'importanza che anche questa XXXVI riunione dell'A.E.I. è destinata ad assumere. Essa sarà una vera messa a punto dell'argomento ed il futuro volume dei rendiconti diventerà, come quelli che lo hanno preceduto nella serie, una preziosa opera di consultazione. Siamo certi che ben pochi saranno i soci i quali non si prenoteranno per il volume, offerto ad essi ad un prezzo enormemente inferiore al suo valore librario; dato che queste pubblicazioni sono da considerarsi ormai come un supplemento essenziale de *L'Elettrotecnica*. Agli iscritti al Congresso il volume spetterà naturalmente di diritto.

*

Un'idea più concreta del valore e dell'interesse di molte relazioni potrà aversi dai riassunti che oggi pubblichiamo di sette di esse. Quattro di esse rientrano nel primo gruppo (Generalità: vari tipi di sottostazioni) e sono il riassunto storico dell'Ing. R. SAN NICOLÒ, lo studio generale delle piccole sottostazioni di distribuzione del BESSI, la relazione del SOMEDA sulle stazioni per alimentazione di apparecchi in serie (illuminazione pubblica) e quella dello STRAMBI sulle vernici di protezione delle strutture in ferro.

Le altre tre riguardano invece il macchinario: l'Ing. PALESTRINO tratta dei trasformatori a tre avvolgimenti, il Prof. PUGNO VANONI degli isolatori passanti e l'Ing. LAMMA dei trasformatori destinati ad alimentare convertitori a vapore di mercurio.

Studio meccanico dei conduttori.

Iniziamo con questo numero la pubblicazione di una monografia sul Calcolo meccanico dei conduttori. Il Collega SILVA sembra essersi reso conto dell'importanza sempre crescente che i problemi meccanici delle linee vanno assumendo. Se infatti il calcolo elettrico ha trovato da tempo una forma che possiamo ritenere soddisfacente per la sua esattezza e semplicità, non altrettanto può dirsi del calcolo meccanico, ben più irto di incognite e di inquietanti preoccupazioni per il progettista.

Lo studio che presentiamo è il rifacimento integrale di quello presentato dal Silva stesso alla Conférence Inter. des Grands Réseaux nel 1929. Anche in questa nuova edizione i calcoli sono sempre sviluppati in forma esatta e sono applicabili a tutte le catenarie, con o senza dislivello. Però mentre nella prima edizione l'estensione del Teorema di Pitagora al « triangolo catenario-rettangolo » era alla base di ogni calcolo, in questa l'autore introduce la « trigonometria » del detto triangolo. Tutte le formule risultano più maneggevoli e più semplici. Inoltre esse contengono come casi particolari le note formule approssimate del calcolo parabolico. Sottolineamo lo scrupolo col quale il Silva mette sempre in confronto le formule approssimate con quelle esatte, in modo che il calcolatore possa sempre conoscere il grado di attendibilità dei risultati ottenuti.

La similitudine delle catenarie, nota da tempo, è pure un concetto fondamentale largamente sfruttato in questo studio per risolvere graficamente molti problemi pratici, col semplice riferimento ad una catenaria « campione ».

Anche i problemi ormai classici dell'inclinazione della catena di isolatori e della rottura del conduttore hanno trovato soluzioni originali. Il diagramma cremoniano di una tratta è certo un artificio assai pratico nell'indirizzare opportunamente i vari tentativi che conducono alla soluzione. Però come il Silva lascia trapelare, questi classici problemi debbono la loro rinomanza forse solo alla loro difficoltà. Il valore pratico di queste complicate ricerche è fortunatamente assai scarso. E' probabile che questi problemi seguano la stessa sorte, ad es., della famosa ripartizione della tensione lungo le catene di isolatori, la cui importanza declina a poco a poco.

L'articolo si chiude con un esempio di applicazione quanto mai suggestivo: il calcolo dei conduttori della linea dell'Isarco (220 kV).

Isolatori sospesi senza cementazione.

In una breve nota riportata più avanti il collega PICCHI illustra un suo speciale tipo di isolatore sospeso senza cemento: problema che com'è noto è stato in questi ultimi anni oggetto di numerosi studi e brevetti.

LA REDAZIONE.

STUDIO MECCANICO DEI CONDUTTORI DELLE LINEE AEREE (Problema statico)

GIOVANNI SILVA

Procedimento esatto per il calcolo meccanico dei conduttori, atto a determinare :

— tutti gli elementi della catenaria per qualunque campata e dislivello fra gli appoggi;

— l'influenza dei cambiamenti di stato (variazione della temperatura e del carico);

— l'influenza dell'inclinazione delle catene di isolatori;

— l'influenza della rottura del conduttore.

Introduzione.

Nello studio della linea Cardano-Cislago del Gruppo S.I.P. (220 kV, 242 km) si dovette affrontare il problema del calcolo di catenarie presentanti un dislivello talvolta fortissimo. L'importanza della linea e il suo eccezionale profilo altimetrico, obbligavano a considerare in modo del tutto speciale il calcolo meccanico dei conduttori. Sorse pertanto naturale l'idea di affrontare il problema dalle sue basi, riprendendo in forma esatta lo studio dei fili sospesi, senza ricorrere alla nota sostituzione della catenaria con una parabola.

Non senza sorpresa abbiamo constatato che l'*intero calcolo* si poteva condurre in tale forma esatta. Da ciò ebbe principio il nostro procedimento atto a risolvere con eguale facilità tutte le catenarie indipendentemente dal dislivello più o meno sensibile che esse presentano. In altre parole *in questo studio la campata a livello non gode di alcuna preferenza*: essa è solo un caso assai particolare e di speciale simmetria, al quale di tanto in tanto faremo cenno per la sua notevole semplicità.

Una prima giustificazione matematica del nostro procedimento è stata presentata alla Conference Internationale des Grands Reseaux (Parigi, 1929) e riassunta dalla Revue Générale d'Electricité (Bibliografia: 1929 - SILVA).

Occorreva però rendere più rapido e semplice il metodo e spiegarne dettagliatamente una applicazione pratica. La presente pubblicazione ha appunto lo scopo suddetto e può considerarsi come un rifacimento integrale del nostro precedente lavoro sull'argomento: di ogni formula risolutiva « esatta » abbiamo dato la corrispondente formula « pratica » *precisandone però sempre il grado di approssimazione*. Solo dalla conoscenza di tale grado di approssimazione scaturisce il fiducioso impiego delle formule cosidette pratiche. Inoltre abbiamo largamente riportato il calcolo della linea a 220 kV Cardano-Cislago, di modo che il lettore possa seguire dettagliatamente un notevole esempio di applicazione.

Il nostro studio è dunque un tentativo di calcolo esatto e completo: esatto per avere considerato sempre la catenaria, completo perchè riteniamo risolti tutti i problemi che il progettista può essere chiamato a considerare. Fra questi abbiamo compreso anche quello ormai classico della « inclinazione delle catene di isolatori sospesi » e quindi quello della « rottura del filo » che ne discende come immediata conseguenza.

La presente trattazione presuppone nel lettore una sommaria conoscenza delle funzioni iperboliche.

Per maggior comodità abbiamo riassunto nell'Appendice I le formule di uso più corrente, le sole necessarie per questo studio. Ricordiamo che indicheremo sempre con:

$$\left.\begin{matrix}\mathrm{Sen}\,X\,,\ \mathrm{Cos}\,X\,,\ \mathrm{Tg}\,X\\ \mathrm{Csc}\,X\,,\ \mathrm{Sec}\,X\,,\ \mathrm{Ctg}\,X\end{matrix}\right\}\ \text{le funzioni iperboliche}$$

e con

$$\left.\begin{matrix}\mathrm{sen}\,X\,,\ \cos X\,,\ \mathrm{tg}\,X\\ \csc X\,,\ \sec X\,,\ \mathrm{ctg}\,X\end{matrix}\right\}\ \text{le funzioni circolari}$$

dell'argomento X.

Quei paragrafi che possono tralasciarsi in una prima lettura, sono stati impressi in carattere piccolo.

L'egregio Ing. A. Dalla Verde, Direttore Centrale del Gruppo S.I.P., ha seguito minutamente lo sviluppo di questo studio; della sua larga conoscenza dell'argomento l'autore ha sovente approfittato e gliene testimonia qui tutta la sua riconoscenza.

PARTE PRIMA

Catenaria tra appoggi fissi.

CAPITOLO I.

Studio Generale della Catenaria.

1. - La curva d'equilibrio dei fili sospesi. - Curva funicolare. (Vedi C. GUIDI: Lezioni sulla Scienza delle Costruzioni. - Nozioni di Statica grafica).

E' noto che se immaginiamo materializzato il poligono funicolare *A I II III B* (fig. 1) con un filo flessibile ed inestensibile tale che — nei punti *I, II, III* siano applicate le forze complanari note, 1, 2, 3, — gli estremi *A* e *B* siano raccomandati a due punti fissi,

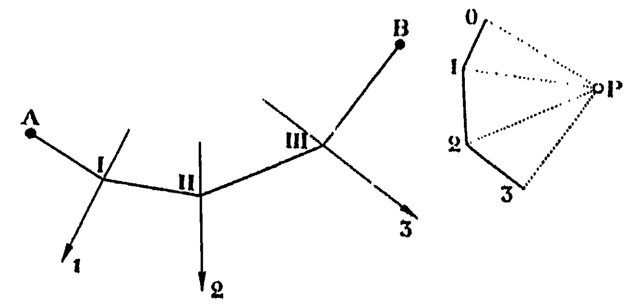


Fig. 1.

il filo è in equilibrio. Ciò perchè ciascun dei lati del poligono risulta sollecitato ai suoi estremi da due forze eguali e di senso contrario (che supporremo sempre abbiano tendenza a tendere il filo).

A noi interessa particolarmente il caso di un filo non caricato da determinate forze 1, 2, 3..., ma da una *forza ripartita con continuità* lungo il filo e di *direzione costante* (per es. verticale). Sulla figura 2 la Linea del Carico rappresenta la legge di variazione della forza lungo il filo. Dovendosi comporre graficamente questo sistema di forze parallele il poligono delle forze si trasformerà in un segmento e quello funicolare in una curva che sarà proprio la *figura di equilibrio del nostro filo*. La distanza polare T_0 rappresenta la componente della tensione T in direzione normale a quella della forza agente. Risulta subito che ad una forza ripartita di direzione costante corrisponde *una curva funicolare la cui tensione T_0 è costante.*

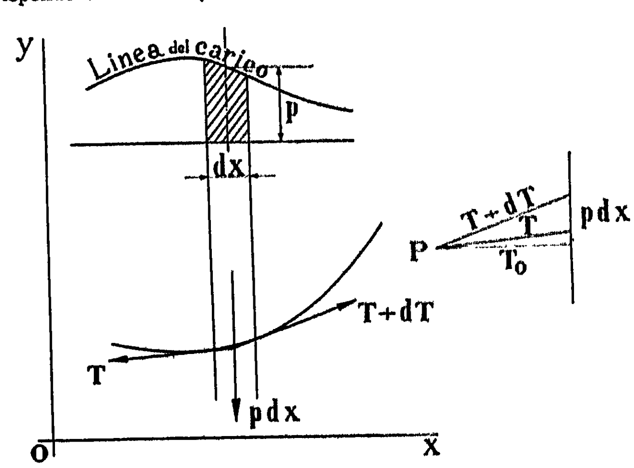


Fig. 2.

Le forze T, $T + dT$, $p\,dx$, sono in equilibrio se sono nulle le somme delle loro proiezioni su due assi qualunque non paralleli e, in particolare, sui due assi coordinati ortogonali x e y (y parallelo alla direzione della forza agente). Deve quindi essere:

$$d\left[T\frac{dx}{ds}\right] = 0$$

$$d\left[T\frac{dy}{ds}\right] = p\,dx.$$

Dalla prima segue:

$$T\frac{dx}{ds} = \text{cost.} = T_0$$

e quindi la seconda relazione diviene:

$$d\left[T_0\frac{dy}{dx}\right] = p\,dx$$

ossia:

$$\frac{d^2 y}{d x^2} = \frac{p}{T_0} \qquad (1/1)$$

che è *l'equazione differenziale della curva funicolare*. Ad ogni condizione di carico p corrisponderà una speciale curva funicolare. Studiamo i due casi particolari seguenti:

a) Carico uniformemente ripartito sulla proiezione del filo sull'asse x; la linea del carico (fig. 2) è allora una retta parallela all'asse x.

Potremo quindi scrivere:

$$p = \delta = \text{costante}$$

e l'equazione 1/1 diverrà:

$$\frac{d^2 y}{d x^2} = \frac{\delta}{T_0} = \frac{1}{a} = \text{cost.}$$

cioè:

$$y = \frac{x^2}{2\,a} + K_1 x + K_2,$$

ove con K_1 e K_2 abbiamo indicato le costanti (arbitrarie) di integrazione, dal cui valore dipende la posizione degli assi coordinati.

Se disponiamo questi ultimi in modo che:

per $x = 0$ sia $\frac{d y}{d x} = 0$ e $y = a$

dovrà essere $K_1 = 0$ e $K_2 = a$.

L'equazione della funicolare prende la forma canonica:

$$y = \frac{x^2}{2\,a} + a. \qquad (1/2)$$

La curva d'equilibrio è quindi una *parabola*, disposta rispetto agli assi coordinati come chiaramente indicato in fig. 3.

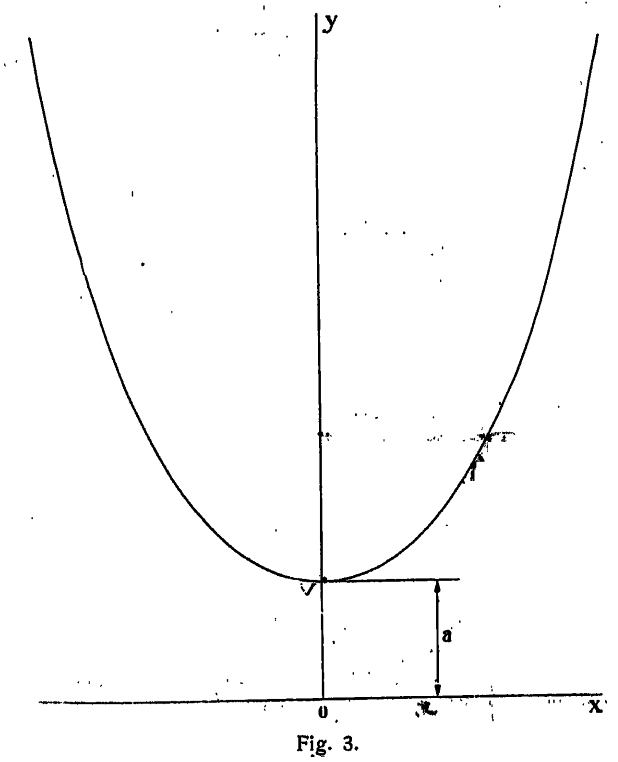


Fig. 3.

b) Carico uniformemente ripartito lungo la curva funicolare cioè carico costante δ per unità di lunghezza del filo. E' questo il caso pratico dell'*equilibrio di un filo omogeneo, di sezione costante.* Per ogni elemento $d\,s$ del filo avremo (fig. 2):

$$p\,d\,x = \delta\,d\,s.$$

L'equazione 1/1 diviene:

$$\frac{d^2 y}{d x^2} = \frac{\delta}{T_0}\,\frac{d\,s}{d\,x} = \frac{1}{a}\sqrt{1 + \left[\frac{d\,y}{d\,x}\right]^2}$$

avendo posto:

$$d\,s^2 = d\,x^2 + d\,y^2$$

e, analogamente al caso precedente,

$$a = \frac{T_0}{\delta} = \text{costante}.$$

L'equazione 1/3 è soddisfatta per:

$$y = a\,\text{Cos}\,\frac{x}{a} + K_1 x + K_2.$$

Se anche qui desideriamo predisporre gli assi come indicato nel caso precedente dovrà essere:

$$K_1 = 0\ ,\ K_2 = 0.$$

La curva di equilibrio avrà dunque per equazione (nel sistema di assi della fig. 3:

$$y = a\,\text{Cos}\,\frac{x}{a} \qquad (1/5)$$

e sarà quindi una *Catenaria* (o Cosinusoide iperbolica).

2. - Confronto fra parabola e catenaria di eguale parametro a.

Si traccino parabola e catenaria definite dalla equazione 1/2 e 1/5, per un medesimo valore della costante a (fig. 4). Le due curve

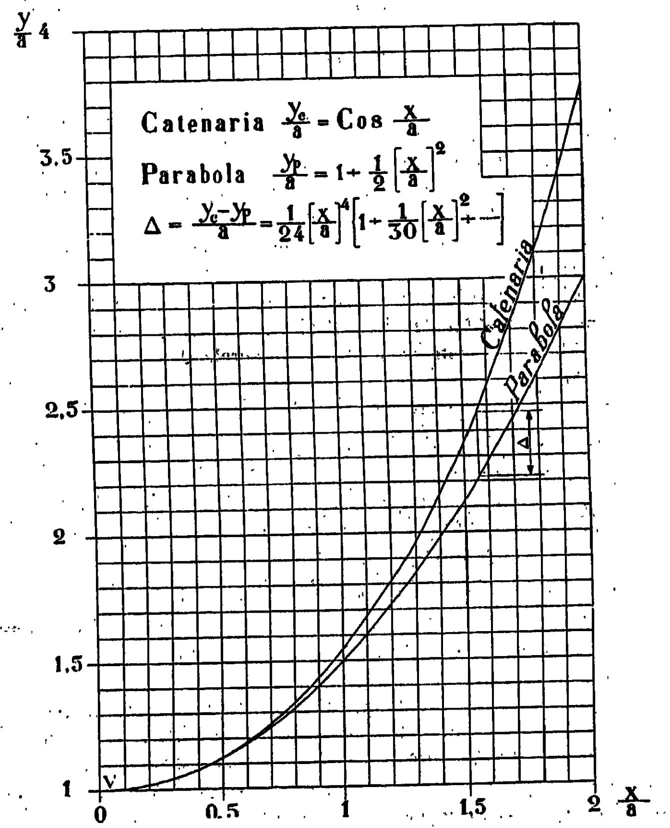


Fig. 4.

hanno la tangente nel vertice V in comune; esse quindi sono tanto più prossime l'una all'altra quanto più l'ascissa x è piccola. Ciò poteva prevedersi «a priori» ricordando le ripartizioni dei carichi che caratterizzano queste due particolari curve funicolari (parag. 1). Per un certo valore di x è assai facile determinare la differenza fra le ordinate y_c e y_p della catenaria e della parabola.

Infatti dalle equazioni 1/2 e 1/5 si ha:

$$\frac{y_c}{a} = \text{Cos}\,\frac{x}{a} = 1 + \frac{x^2}{2\,a^2} + \frac{x^4}{24\,a^4} + \frac{x^6}{720\,a^6} + \ldots \qquad (2/1)$$

$$\frac{y_p}{a} = \qquad = 1 + \frac{x^2}{2\,a^2} \qquad (2/2)$$

e quindi:

$$\Delta = \frac{y_c - y_p}{a} = \frac{1}{24}\,\frac{x^4}{a^4}\left[1 + \frac{x^2}{30\,a^2} + \ldots\right] \qquad (2/3)$$

La differenza fra le ordinate, per un dato a, è nulla per $x = 0$ e cresce col crescere della x in ragione della quarta potenza di x (considerando il solo primo termine della serie 2/3).

L'errore percentuale che si commette scambiando fra loro y_p e y_c può essere espresso da:

$$\varepsilon_0 = 100 \frac{y_c - y_p}{y_c} = 100 \left\{ 1 - \frac{1 + \frac{x^2}{2a^2}}{\operatorname{Cos} \frac{x}{a}} \right\} \tag{2/4}$$

ed è rappresentabile colla curva della fig. 5.

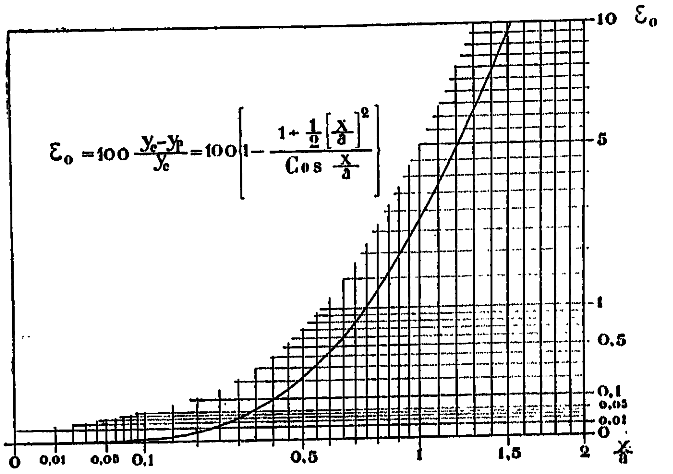


Fig. 5.

In pratica x/a è sovente assai piccolo; in una campata (a livello) di 200 m, tesa con $a > 500$ m il massimo valore di x/a è $100/500 = 0{,}2$ e quindi $\varepsilon_0 < 0{,}1$ %. Con ciò si spiegano gli eccellenti risultati ottenuti col calcolo così detto parabolico, cioè sostituendo alla vera curva di equilibrio 2/1 (catenaria), la parabola 2/2.

Però per campate molto lunghe (in cui x/a superi per esempio il valore 0,5) oppure per campate anche relativamente corte, ma con notevoli dislivelli (vedremo in seguito che la presenza del dislivello si traduce in un aumento di x_{max}) si giungerebbe col calcolo parabolico a risultati non sufficientemente precisi.

Uno studio generale sull'equilibrio delle funi pesanti che consenta risultati egualmente precisi per *tutti* i casi possibili, può solo concepirsi colla considerazione della catenaria. Dalle formule risolutive esatte si potrà poi discendere a formule «pratiche» precisandone anche i limiti di applicabilità, cioè il grado di approssimazione.

Al discernimento del calcolatore, tenuto conto della più o meno grande esattezza richiesta, sarà lasciata la scelta per l'impiego delle formule esatte o di quelle approssimate. Però è essenziale che egli possa sapere, ad ogni momento, ***quale è il grado di precisione del suo calcolo.***

3. - Catenaria: Generalità, Definizioni, Proprietà.

a) Si immagini di tendere tra i due punti fissi A e B (fig. 6) un filo omogeneo di sezione costante, inestensibile, gravato da una forza uniformemente ripartita lungo il filo stesso, di direzione costante (indicata con una freccia). Al paragrafo 1 abbiamo visto che la curva di equilibrio di un tale filo è una catenaria che giace in un piano parallelo alla forza applicata.

Consideriamo le due proiezioni del segmento AB, l'una parallela (CB) l'altra normale (AC) alla direzione della forza agente. Chiameremo ***dislivello h*** la lunghezza espressa in metri della proiezione CB; ***campata d*** la lunghezza espressa in metri della proiezione AC.

Se la forza ripartita è verticale queste due proiezioni coincidono col dislivello topografico e colla distanza orizzontale fra i punti fissi A e B. Se la forza non è verticale vedremo in seguito come si possano valutare il dislivello e la campata vera in base ai rispettivi valori topografici.

Supporremo sempre $y_B \geq y_A$, $x_B > 0$ e diremo (in generale) ***A appoggio inferiore*** e ***B appoggio superiore***. Ciò evidentemente non toglie nulla alla generalità del nostro studio.

Chiameremo vertice della catenaria quel punto V caratterizzato dal massimo dislivello rispetto al punto B, dislivello sempre misurato parallelamente alla forza agente sul filo. E' il solo punto della catenaria in cui la tangente sia normale alla direzione della forza.

Diremo ***freccia*** il dislivello f (espresso in metri) tra A e V.

Diremo ***saetta*** la lunghezza s (espressa in metri) di quel tratto dell'asse y compreso fra la retta AB e la tangente alla catenaria parallela ad AB.

La ***tensione*** T_p in un punto P del filo ha la stessa direzione della tangente alla catenaria in quel punto e quindi due componenti, l'una normale (T_0) l'altra parallela (Q_p) alla forza agente. Abbiamo già visto (paragr. 1) che *la componente T_0 è costante per tutti i punti della catenaria.* Se la forza è verticale detta componente prende anche il nome di *tensione orizzontale.* Nel vertice V la tensione totale si riduce alla componente costante T_0.

Esprimeremo le tensioni in kg per mm² della sezione del filo.

La *forza uniformemente ripartita lungo il filo* (peso proprio + sovraccarico eventuale) sarà valutabile in δ kg per m di lunghezza e mm² di sezione del filo; δ è dunque omogeneo con un peso specifico.

La relazione 1/4:

$$a = \frac{T_0}{\delta}$$

definisce il *parametro a* della catenaria che, in virtù delle unità adottate, risulterà espresso in metri.

Diremo *omogenee* le catenarie di eguale parametro.

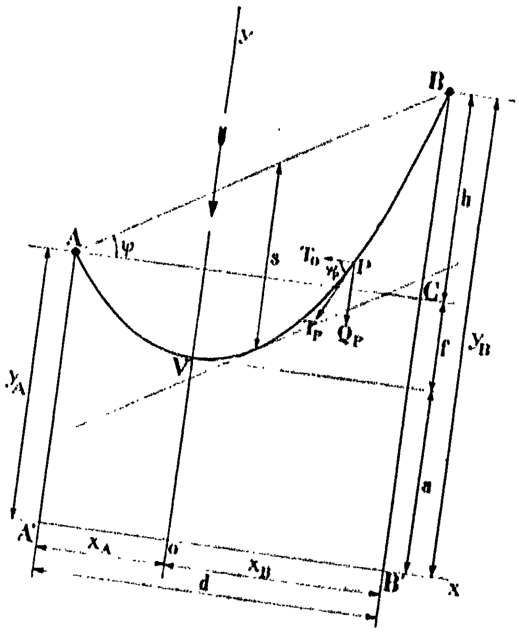


Fig. 6.

L'equazione della catenaria si può porre sotto la forma 1/5 quando si scelgano convenientemente gli assi coordinati (fig. 6) e cioè: asse y parallelo alla direzione della forza e passante per V, asse x normale al precedente, origine in O tale che il dislivello tra O e V sia di a metri.

Detta equazione si può scrivere anche:

$$\frac{y}{a} = \operatorname{Cos} \frac{x}{a}. \tag{3/1}$$

Sotto questa forma assai più simmetrica appare evidente che i calcoli potranno agevolarsi assumendo come unità delle lunghezze non più il metro, ma il parametro a. Poniamo infatti:

$$Y = \frac{y}{a} \quad , \quad X = \frac{x}{a} \; ,$$

e analogamente:

$$H = \frac{h}{a} \quad , \quad F = \frac{f}{a} \; ,$$

$$D = \frac{d}{a} \quad , \quad S = \frac{s}{a} \; .$$

Chiameremo Y, X, H, D, F, S, *misure assolute* (unità di misura il parametro a); y, x, h, d, f, s, *misure volgari* (unità di misura il metro), e altrettanto faremo per tutte le altre misure di lunghezze che dovremo introdurre nei nostri calcoli.

L'equazione della catenaria in *termini assoluti* è allora la seguente:

$$\mathbf{Y = Cos\ X}. \tag{3/2}$$

In generale opereremo sull'equazione 3/2, ma esprimeremo le formule più importanti anche in termini volgari.

Diremo λ la lunghezza del filo non sollecitato da alcuna tensione cioè, in pratica, la lunghezza del filo quando esso si svolge dal rullo. Per un dato spezzone tale lunghezza λ è dunque solo funzione della temperatura.

Coll'indice 0 (zero) caratterizzeremo i simboli che si riferiscono a *catenarie a livello* ($H = 0$). Per es. L_0, F_0, X_{A0}, ecc. Fa eccezione la componente costante della tensione per qualsivoglia catenaria, per la quale abbiamo mantenuto il simbolo ormai classico T_o, senza che da ciò possa derivarne confusione.

Coll'indice a (per es. L_a, F_a, ecc.) caratterizzeremo i *valori approssimati* di L, F, ecc.

b) La catenarie sono tutte simili fra loro (1).

Si considerino le due catenarie I e II (fig. 7) di parametri rispettivi a_1 e a_2, riferite allo stesso sistema di assi x, y (catenarie

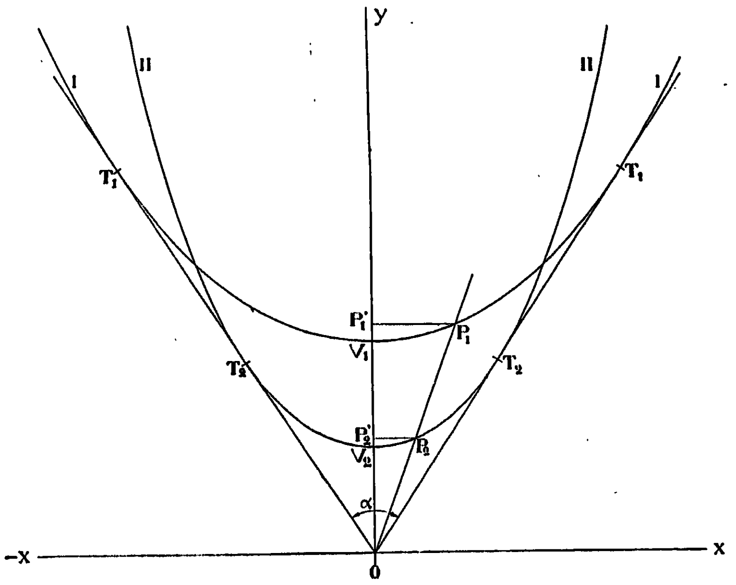


Fig. 7.

coassiche). Ad ogni punto P_1 della catenaria I (caratterizzato dalla ascissa x_1), facciamo corrispondere il punto P_2 sulla catenaria II (caratterizzato dall'ascissa x_2) tale che:

$$\frac{x_1}{a_1} = \frac{x_2}{a_2}, \quad \text{cioè} \quad \frac{x_1}{x_2} = \frac{a_1}{a_2}.$$

Ma con questa condizione avremo:

$$\frac{y_1}{y_2} = \frac{a_1 \operatorname{Cos} \dfrac{x_1}{a_1}}{a_2 \operatorname{Cos} \dfrac{x_2}{a_2}} = \frac{a_1}{a_2} = \frac{x_1}{x_2},$$

cioè: *le ordinate dei punti P_1 e P_2 stanno fra loro come le rispettive ascisse o, ciò che fa lo stesso, i punti P_1 e P_2 sono allineati con 0. Le catenarie coassiche si corrispondono dunque in una omotetia di centro 0 e di rapporto eguale a quello dei parametri rispettivi.*

Ne segue: le tangenti uscenti da 0 sono coincidenti per tutte le possibili catenarie riferite a quel sistema di assi. Cioè: *tutte le possibili catenarie coassiche sono viste dall'origine degli assi sotto il medesimo angolo* $\alpha = 67°04'$. (V. parag. 4 *e*).

Risulta dunque che è perfettamente inutile considerare le diverse catenarie. *Basta infatti studiarne una sola, avente un parametro convenzionale*, per poi ottenere dalla semplice proiezione di questa, quell'altra qualsiasi catenaria che ci interessa.

Il lettore noterà che mettere la catenaria sotto la forma 3/2:

$$Y = \operatorname{Cos} X$$

cioè *operare sulle misure assolute in luogo delle volgari*, equivale proprio a considerare una sola catenaria, quella «tipo» caratterizzata da $a = 1$.

Per mettere meglio in evidenza questo concetto della similitudine e, insieme, l'influenza del parametro a, è assai utile l'esempio che segue:

Si traccino diverse catenarie fra i due punti A e B (che per semplicità supponiamo allo stesso livello) tali che $AB = d = 200$ m (fig. 8).

(1) La similitudine delle catenarie è stata ricordata dal Picchi (1918) ed utilizzata dal Bourseire (1920), Dewulf (1926), Marseguerra (1926), Silva (1929).

Per $a = \infty$ la catenaria degenererà nel segmento AB (filo infinitamente teso); per $a = 0$ essa degenererà nelle due semirette uscenti da A e B e parallele alla direzione della forza. Per $a = 2000$, 1000, 500, 250 m si avranno le catenarie rappresentate nella fig. 8.

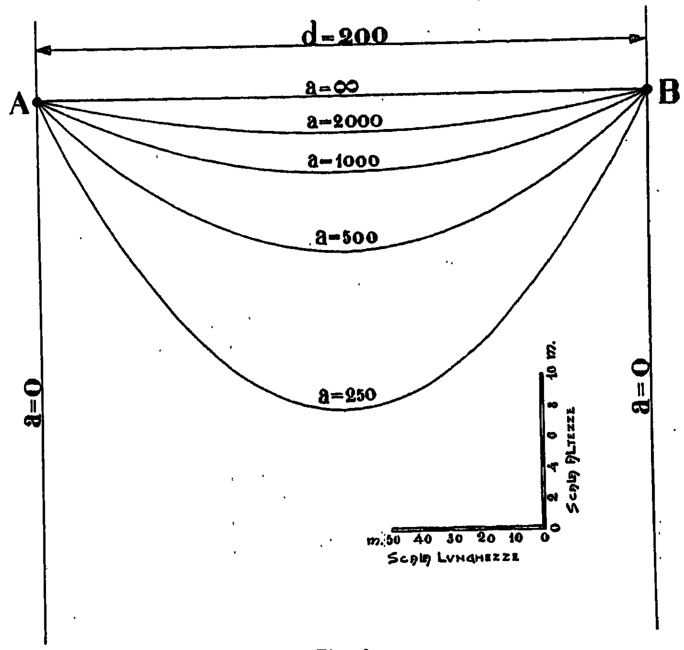


Fig. 8.

Tutte queste catenarie si possono ottenere come proiezioni di archi opportuni di una sola catenaria «tipo» ($a = 1$) che abbiamo disegnata nella figura 9. Però mentre nelle catenarie della fig. 8 la campata d è costante e varia il parametro, in quelle della fig. 9 vale l'opposto: è costante il parametro ($a = 1$) e varia la campata assoluta D. Precisamente per ciascuna catenaria considerata $D = \dfrac{d}{a}$.

E' facile allora considerare sulla catenaria tipo (fig. 9) quegli archi che opportunamente proiettati riproducono le varie catenarie della fig. 8. Il rapporto di similitudine è proprio eguale al parametro a. Moltiplicando per a le coordinate di un punto della catenaria tipo si otterranno quelle del punto corrispondente della catenaria reale di parametro a.

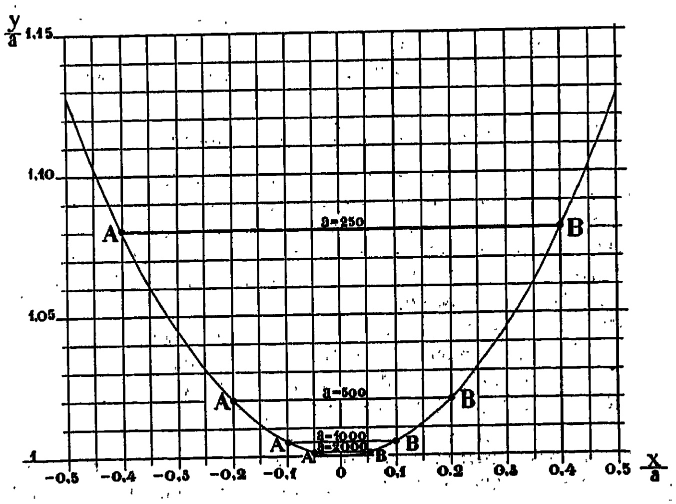


Fig. 9.

La fig. 8 offre dunque un chiaro esempio di catenarie aventi la stessa campata effettiva (in metri) e diversa campata assoluta. Siccome nei nostri calcoli intervengono solo le campate assolute, *il confronto fra catenarie di parametri diversi non potrà farsi che in termini assoluti.*

Così delle due catenarie a livello:

$$d = 600 \text{ m} \quad a = 1000 \text{ m} \quad D = 0{,}6$$
$$d = 300 \quad a = 300 \quad D = 1$$

la prima è, per noi, di campata più corta della seconda. In particolare una certa formula approssimata può essere applicabile alla prima e non alla seconda delle due catenarie predette, quando si imponga un certo errore massimo percentuale.

Le espressioni così frequenti in pratica: campate corte, medie,

lunghe, ecc., se espresse in termini volgari (metri) sono quindi poco opportune. Occorre riferire tutti i vari archi di catenaria a quella tipo (fig. 3/4) ed allora solo confrontare fra loro i vari elementi corrispondenti (campata, dislivello, freccia, ecc.) *espressi in misure assolute.*

c) Tangente ed evolvente.

Tracciamo (fig. 10) la catenaria tipo (3/2):

$$Y = \operatorname{Cos} X$$

e proponiamoci di determinare la sua evolvente. Sia R_p il punto della evolvente che corrisponde ad un punto generico P della catenaria (caratterizzato dall'ascissa X_p). Dovrà essere $P R_p = \widehat{VP}$. Ma l'arco di catenaria VP è eguale a Sen X_p (vedi paragr. 5), dunque:

$$P R_p = \operatorname{Sen} X_p.$$

Inoltre:

$$\operatorname{tg} \varphi_p = \frac{d}{dx} \operatorname{Cos} X = \operatorname{Sen} X_p = \frac{P' P}{T_p P'} = \frac{\operatorname{Cos} X_p}{T_p P'}$$

da cui:

$$T_p P' = \operatorname{Ctg} X_p.$$

Il triangolo rettangolo $P P' T$ ha per cateti:

$$P' P = \operatorname{Cos} X_p \quad T_p P' = \operatorname{Ctg} X_p;$$

inoltre $R_p P = \operatorname{Sen} X_p$. Il lettore dimostrerà immediatamente che:

$$T_p P = \operatorname{Cos} X_p \operatorname{Ctg} X_p$$
$$T_p R_p = 1/\operatorname{Sen} X_p = \operatorname{Csc} X_p$$
$$P' R_p = 1 \text{ e normale all'ipotenusa } P T_p.$$

La retta $P' R_p$ essendo normale a $P R_p$ è tangente all'evolvente. Quindi l'evolvente della catenaria (*trattrice*) è una curva tale che il tratto di tangente compreso il suo punto generico R e l'asse delle X è costante (e eguale al parametro della catenaria).

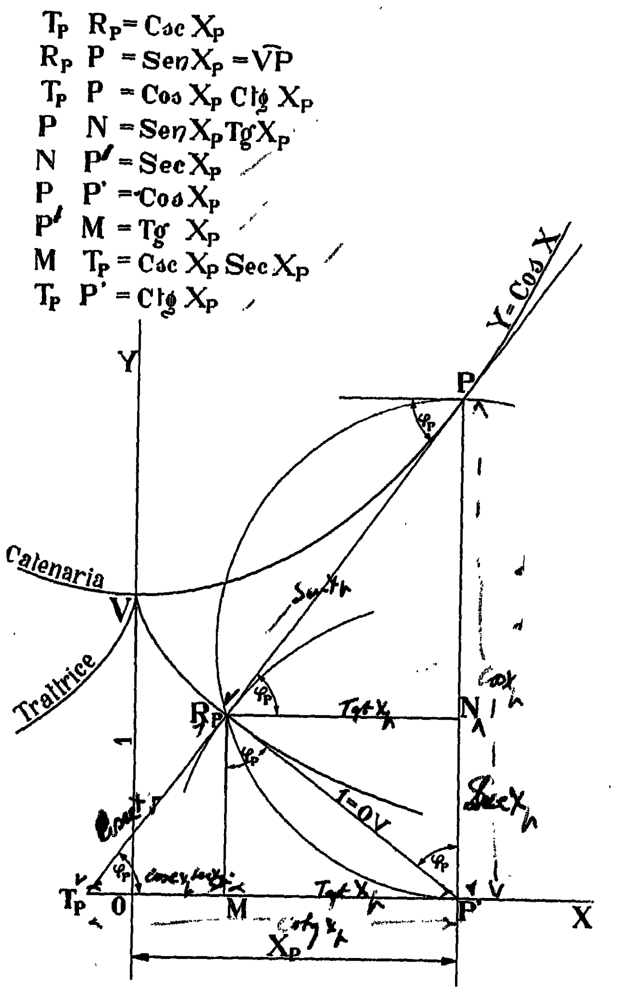


Fig. 10.

La costruzione del punto R_p (e quindi della tangente $P R_p$) è dunque immediata (punto di intersezione del cerchio avente per diametro $P' P$ e del cerchio di raggio 1 e di centro P') (fig. 10). La trattrice ha una cuspide nel vertice V della catenaria.

d) Triangolo trascendente $P P' T_p$.

Si consideri ancora il triangolo $P P' T_p$ della fig. 10:

$$\left.\begin{aligned} P P' &= \operatorname{Cos} X_p \\ P R_p &= \operatorname{Sen} X_p \\ M P' = R_p N &= \operatorname{Tg} X_p \\ N P' = R_p M &= \operatorname{Sec} X_p \\ R_p T_p &= \operatorname{Csc} X_p \\ T_p P' &= \operatorname{Ctg} X_p \end{aligned}\right\} \qquad 3/3$$

Il triangolo $P P' T_p$ offre dunque il modo di determinare graficamente *tutte le funzioni iperboliche* di X_p (ascissa del punto generico P della catenaria).

Inoltre:

$$\left.\begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi_p &= \operatorname{Sen} X_p \\ \operatorname{sen} \varphi_p &= \operatorname{Tg} X_p \\ \cos \varphi_p &= \frac{1}{\operatorname{Cos} X_p} \end{aligned}\right\}$$

Risulta immediatamente che φ_p è *l'angolo trascendente* (*Lambert*) *che corrisponde a* X_p, o, secondo la denominazione di Gudermann, *l'angolo gudermanniano di* X_p:

$$\varphi_p = g d X_p. \qquad 3/5$$

(Vedi Appendice I: Funzioni iperboliche). La catenaria offre dunque la più semplice determinazione grafica del gudermanniano di X.

Ma il nostro triangolo ha anche altre singolari proprietà. Se si procede alla sua scomposizione in triangoli rettangoli come chiaramente indicato dalla fig. 11, si mettono in evidenza tanti segmenti che rappresentano Tg X e tutte le sue potenze a esponente intero positivo e negativo. Lo stesso triangolo con alcune evidenti costruzioni semplicissime si presta a mettere in evidenza Cos X, Sen X e tutte le loro potenze a esponente intero positivo e negativo.

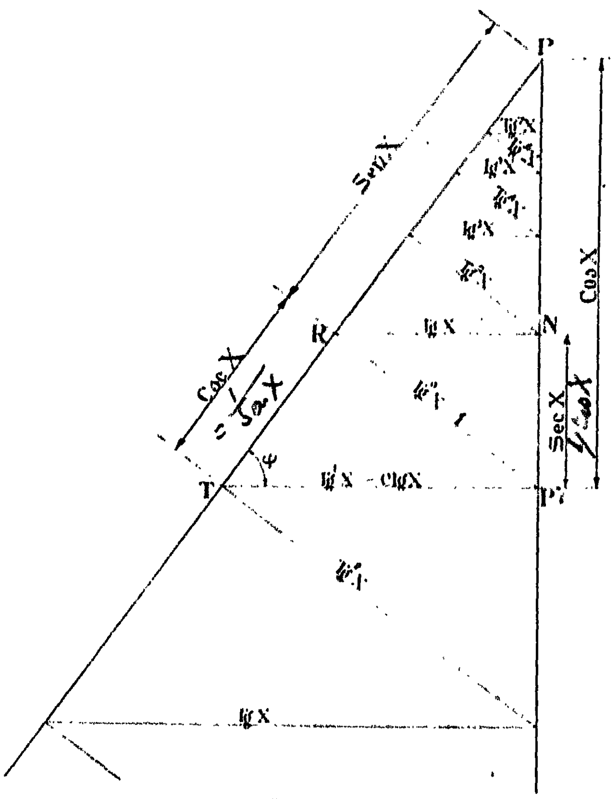


Fig. 11.

Da queste rappresentazioni grafiche si possono dimostrare in vario modo le seguenti serie singolari:

$$\left.\begin{aligned} \operatorname{Cos}^2 X &= 1 + \operatorname{Tg}^2 X + \operatorname{Tg}^4 X + \ldots\ldots \\ \operatorname{Ctg}^2 X &= 1 + \operatorname{Sec}^2 X + \operatorname{Sec}^4 X + \ldots\ldots \\ \operatorname{Sen}^2 X &= \operatorname{Tg}^2 X + \operatorname{Tg}^4 X + \ldots\ldots \\ \operatorname{Csc}^2 X &= \operatorname{Sec}^2 X + \operatorname{Sec}^4 X + \ldots\ldots \end{aligned}\right\} \qquad 3/6$$

ed altre analoghe.

4. - Funzioni fondamentali.

a) Nello studio delle catenarie compaiono con notevole frequenza le funzioni:

$$\frac{\operatorname{Sen} \frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} = 1 + \frac{D^2}{24} + \frac{D^4}{1\,920} + \frac{D^6}{322\,560} + \ldots \quad (4/1)$$

$$\frac{\operatorname{Cos} \frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} = \frac{2}{D} + \frac{D}{4} + \frac{D^3}{192} + \frac{D^5}{23\,040} + \ldots \quad (4/2)$$

La figura 12 rappresenta l'andamento di queste funzioni per $0 \leq D \leq 2$. Però nei nostri calcoli occorre poter determinare i valori delle funzioni stesse con esattezza molto maggiore di quella consentita dalla figura 12. Per chi debba fare lunghi calcoli sulle catenarie consigliano vivamente la costruzione di un abaco che consenta la rapida ed esatta valutazione delle 4/1, 4/2. Esso non è indispensabile,

ma certamente è assai comodo. La riproduzione tipografica di quest'abaco (necessariamente di grandi dimensioni) essendo assai difficile, abbiamo condotto l'intero studio senza alcun riferimento all'abaco stesso, coll'introduzione di «correzioni percentuali» sempre di facile valutazione.

b) Dalla serie 4/1 si ricava:

$$\frac{\mathrm{Sen}\,\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} - 1 = \frac{D^2}{24}\left[1 + \frac{D^2}{80} + \frac{D^4}{13\,440} + \dots\right] \qquad (4/3)$$

cioè:

$$\frac{\mathrm{Sen}\,\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} - 1 = \frac{D^2}{24}\,\frac{100 + \varepsilon_1}{100} \qquad (4/4)$$

ove la quantità ε_1 (che chiameremo *correzione percentuale*) è espressa da:

$$\varepsilon_1 = \frac{5}{4}\,D^2\left[1 + \frac{D^2}{168} + \dots\right] \qquad (4/5)$$

ove:

$$\varepsilon_3 = 30\left\{\frac{\mathrm{Sen}\,\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} - 1\right\}\left\{1 - \frac{2^4}{5 \cdot 7}\left[\frac{\mathrm{Sen}\,\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} - 1\right] + \dots\right\} \qquad (4/8)$$

c) Dalla serie 4/2 si ricava:

$$\frac{\mathrm{Cos}\,\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} = \frac{2}{D} + \frac{D}{4}\left[1 + \frac{D^2}{48} + \frac{D^4}{5\,760} + \dots\right] \qquad (4/9)$$

cioè:

$$\frac{\mathrm{Cos}\,\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} = \frac{2}{D} + \frac{D}{4}\,\frac{100 + \varepsilon_2}{100} \qquad (4/10)$$

ove:

$$\varepsilon_2 = \frac{25}{12}\,D^2\left[1 + \frac{D^2}{120} + \dots\right]. \qquad (4/11)$$

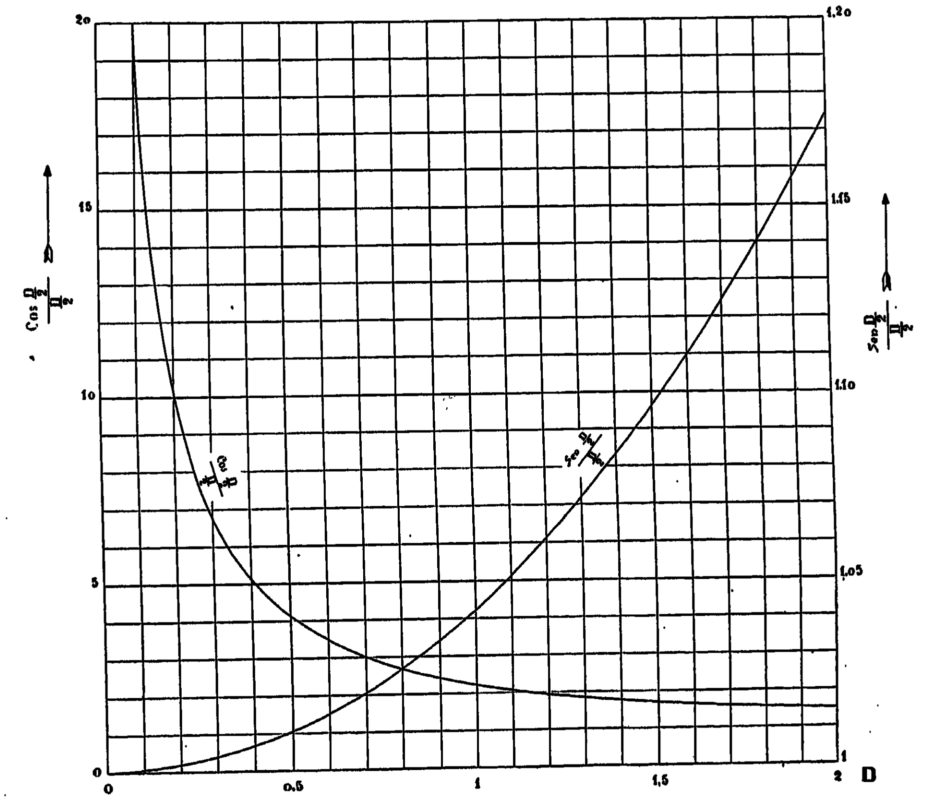


Fig. 12.

Dalla 4/1 si ricava anche:

$$D^2 = 24\left[\frac{\mathrm{Sen}\,\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} - 1\right]\left\{1 - \frac{3}{10}\left[\frac{\mathrm{Sen}\,\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} - 1\right] + \frac{2^3 \cdot 3}{5^2 \cdot 7}\left[\frac{\mathrm{Sen}\,\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} - 1\right]^2 - \dots\right\} \qquad (4/6)$$

cioè:

$$D^2 = 24\left[\frac{\mathrm{Sen}\,\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} - 1\right]\frac{100 - \varepsilon_3}{100} \qquad (4/7)$$

Ne segue:

$$\frac{D}{2} = \frac{\mathrm{Cos}\,\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} - \sqrt{\left(\frac{\mathrm{Cos}\,\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}}\right)^2 - 2\,\frac{100 + \varepsilon_2}{100}} \qquad (4/12)$$

Il solo segno — davanti al radicale troverà la sua giustificazione più avanti.

Se si può trascurare la correzione ε_2 (ed è il caso pratico più frequente) la 4/12 diviene:

$$\frac{D_a}{2} = \frac{\mathrm{Cos}\,\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}}\left\{1 - \sqrt{1 - 2\left(\frac{\frac{D}{2}}{\mathrm{Cos}\,\frac{D}{2}}\right)^2}\right\}. \qquad (4/13)$$

Per campate sufficientemente corte la 4/13 ci consente di scrivere:

$$\frac{D_a}{2} = \frac{\frac{D}{2}}{\mathrm{Cos}\,\frac{D}{2}} \qquad (4/14)$$

che poteva ottenersi direttamente dalla 4/9.

d) I diagrammi della fig. 13 consentono la rapida determinazioni delle correzioni percentuali ε_1, ε_2, ε_3:

$$\left.\begin{aligned} \frac{1}{\varepsilon_3} &= \frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{100} \\ \varepsilon_3 &\leq \varepsilon_1 \leq \varepsilon_2 \end{aligned}\right\} \qquad (4/15)$$

Si noti che ε_3 è dello stesso ordine di ε_1. In generale si potrà scrivere senza errore apprezzabile:

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_1.$$

Chiameremo, con terminologia divenuta di uso corrente ed assai espressiva:

Calcolo iperbolico quello che tiene conto delle co rezioni ε_1, ε_2, ε_3;

Calcolo parabolico quello che suppone senz'altro trascurabili dette correzioni.

Ne segue:

$$\left(\frac{\operatorname{Cos}\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}}\right)_{\min.} = 1{,}509.$$

Per D crescente da 0 all'∞, $\frac{\operatorname{Cos}\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}}$ decresce dapprima dall'∞ a 1,509 (valore raggiunto per $D = 2{,}400$) e cresce in seguito da 1,509 all'∞.

Ne segue che a un dato valore di $\frac{\operatorname{Cos}\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}}$ corrispondono due valori di D, uno minore l'altro maggiore di 2,400.

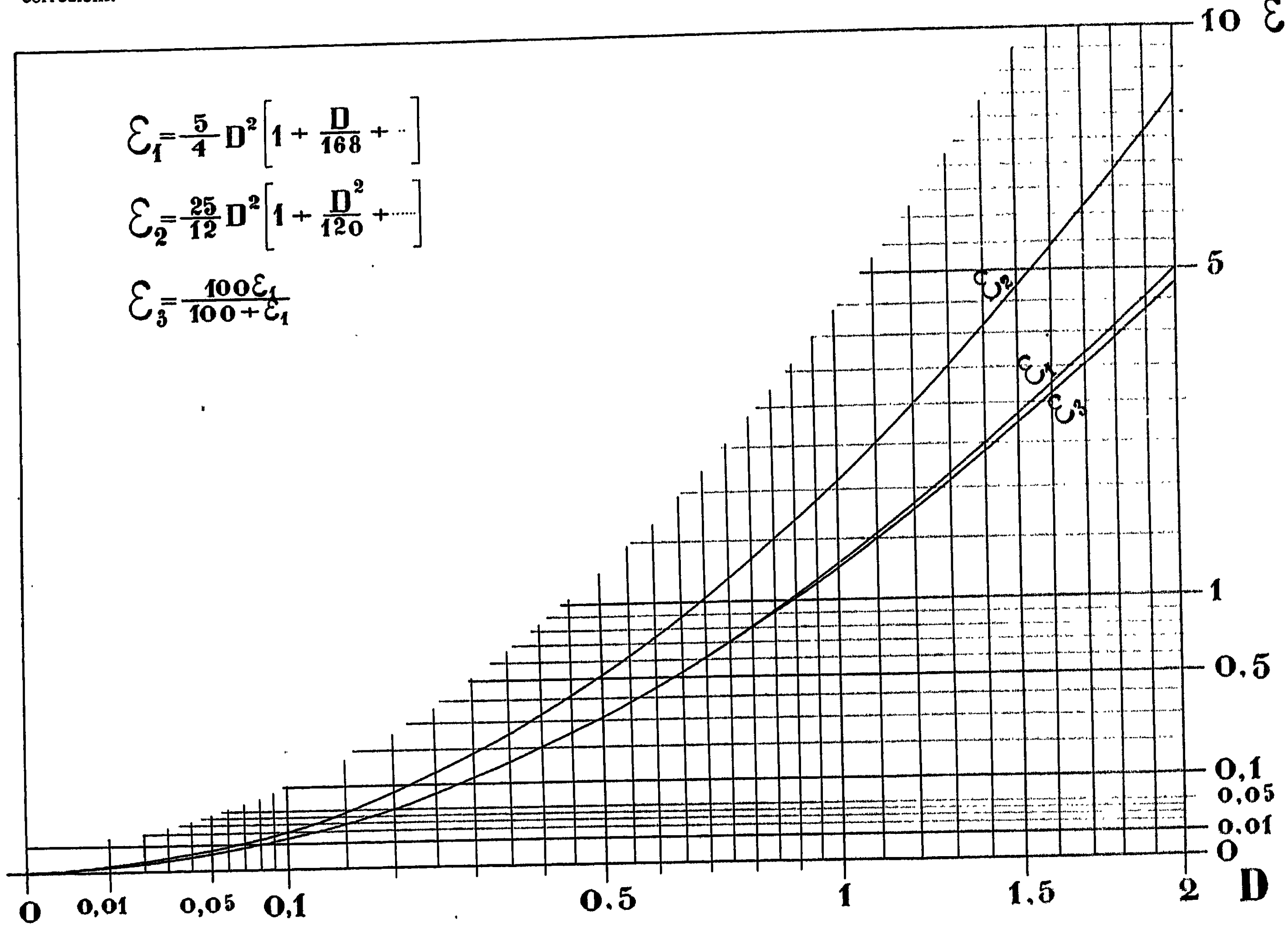


Fig. 13.

L'origine di tali denominazioni è evidente. Trascurare ε_1, ε_2, ε_3 significa proprio confondere la catenaria con una parabola (paragr. 2), giacchè, in tal caso, se il dislivello non è troppo grande, anche ε_0 (2/4) si può ritenere trascurabile.

e) Valor minimo di $\frac{\operatorname{Cos}\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}}$.

Si ha

$$\frac{d}{dD}\,\frac{\operatorname{Cos}\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} = 0$$

quando

$$\frac{D}{2} = \operatorname{Ctg}\frac{D}{2}$$

cioè

$$D = 2{,}400.$$

In pratica interessa il solo valore minore. Ecco perchè nella formula 4/12 abbiamo lasciato il solo segno — davanti al radicale.

I precedenti risultati risultano maggiormente evidenti se ottenuti graficamente. Si consideri la catenaria tipo (fig. 14) avente $a = 1$.

Le due catenarie a livello $A_1 B_1$ e $A_2 B_2$ abbiamo gli estremi rispettivamente allineati con 0. Avremo subito:

$$\frac{\operatorname{Cos}\frac{D_1}{2}}{\frac{D_1}{2}} = \frac{Y_{B1}}{X_{B1}} = \frac{Y_{B2}}{X_{B2}} = \frac{\operatorname{Cos}\frac{D_2}{2}}{\frac{D_2}{2}}.$$

Le catenarie $A_1 B_1$ e $A_2 B_2$ sono dunque caratterizzate dallo stesso valore del rapporto $\frac{\operatorname{Cos}\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}}$. Ne segue che a un dato valore di $\frac{\operatorname{Cos}\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}}$ corrispondono in generale due valori D_1 e D_2 della campata. Tali valori coincidono quando B_1 e B_2 cadono in T, OT essendo tangente alla catenaria. Per la catenaria TT si ha il minimo possibile valore di:

$$\frac{\text{Cos}\,\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} = \frac{Y_{B}}{X_{B}}$$

Deve essere (3/4):

$$\text{tg}\,\varphi_T = \text{Sen}\,\frac{D}{2} = \frac{\text{Cos}\,\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}}$$

$$\frac{D}{2} = \text{Ctg}\,\frac{D}{2}$$

$$D = 2{,}400$$

come già avevamo ottenuto.
Ne segue:

$$\varphi_T = g\,d\,\frac{D}{2} = 0{,}9857$$

$$= 56^\circ\,28',$$

$$\alpha = 65^\circ\,04'.$$

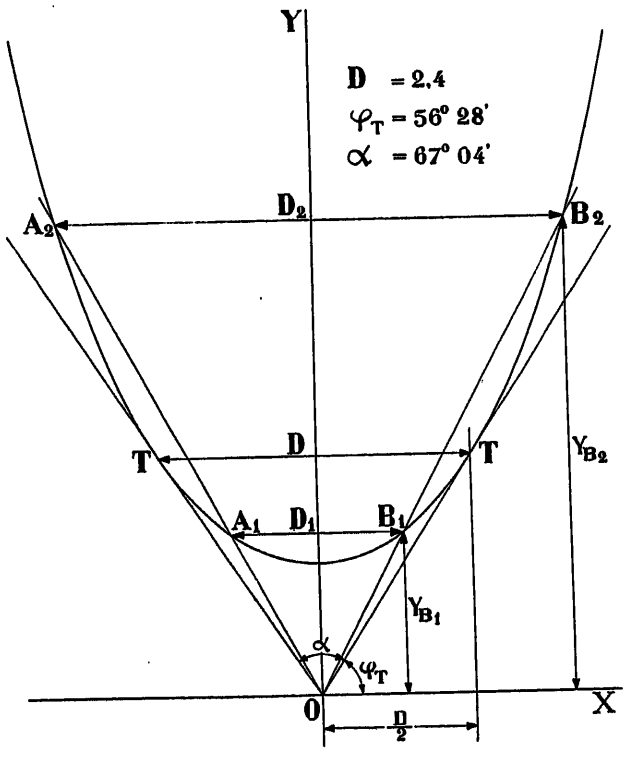


Fig. 14.

5. - Le coordinate ausiliarie U e Z.

a) In virtù delle definizioni adottate (parag. 3, fig. 6) risulta:

$$\left.\begin{aligned} D &= -X_A + X_B \\ H &= -Y_A + Y_B. \end{aligned}\right\} \quad 5/1$$

Si ponga:

$$\left.\begin{aligned} U &= +X_A + X_B \\ Z &= +Y_A + Y_B. \end{aligned}\right\} \quad 5/2$$

Potremo allora scrivere:

$$\left.\begin{aligned} X_A &= \frac{U-D}{2}, \quad Y_A = \frac{Z-H}{2} \\ X_B &= \frac{U+D}{2}, \quad Y_B = \frac{Z+H}{2} \end{aligned}\right| \quad 5/3$$

Le coordinate ausiliarie U e Z consentono dunque di raggiungere la massima simmetria nelle espressioni delle coordinate degli appoggi A e B.

b) L'interpretazione geometrica di U e di Z è semplicissima. Si esaminano ad es. le figg. 15 e 16. Risulta subito che:

$\frac{U}{2}$ è l'ascissa del punto medio di $A\,C$ (campata);

$\frac{Z}{2}$ è l'ordinata del punto medio di $C\,B$ (dislivello).

Per $H = 0$ si avrà evidentemente:

$$U_0 = 0\ ,\ Z_0 = 2\,Y_A = 2\,Y_B = 2\text{Cos}\,\frac{D}{2}.$$

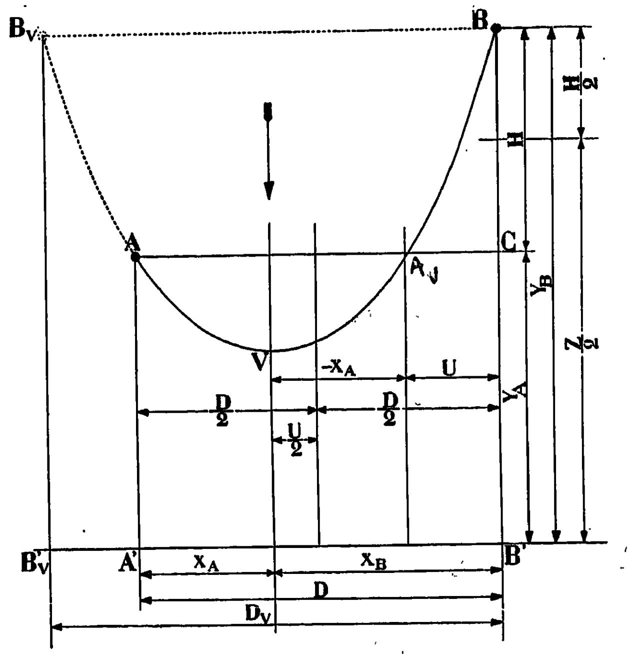


Fig. 15.

Per un dato D questi sono i valori minimi di U e Z. Crescendo il dislivello anche U e Z crescono. Per D tendente a 0, Z tende al valor minimo 2.

E' consuetudine introdurre nei calcoli la cosidetta « campata virtuale »:

$$D_v = 2\,X_B \quad \text{(figg. 15, 16)}.$$

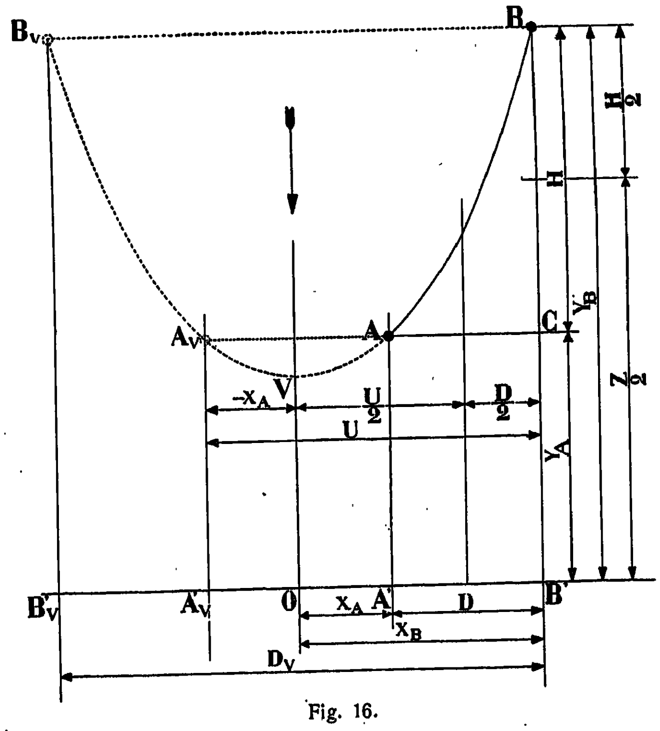


Fig. 16.

La catenaria $B_v\,B$ risulta a livello ed è evidente che lo studio della catenaria $A\,B$ può essere riportato a quello della catenaria a livello $B_v\,B$. Si noti che tale campata virtuale D_v è definibile assai facilmente colla introduzione del parametro U. Infatti dalle 5/3 si ha subito:

$$D_v = 2\,X_B = U + D$$

cioè:

$$U = D_v - D.$$

Il parametro U definisce dunque la differenza fra la campata virtuale e quella reale. In quanto segue noi non avremo occasione di servirci di questa campata virtuale D_v, essendo preferibile operare sempre sulla campata effettiva D.

c) Fra le quattro quantità D, H, U, Z sussistono due relazioni che passiamo a determinare.

Procedendo sempre in base ad evidenti simmetrie scriviamo:

$$H = Y_B - Y_A = \mathrm{Cos}\,\frac{U+D}{2} - \mathrm{Cos}\,\frac{U-D}{2}$$

$$Z = Y_B + Y_A = \mathrm{Cos}\,\frac{U+D}{2} + \mathrm{Cos}\,\frac{U-D}{2}$$

cioè:

$$H = 2\,\mathrm{Sen}\,\frac{D}{2}\,\mathrm{Sen}\,\frac{U}{2} \qquad (5/4)$$

$$Z = 2\,\mathrm{Cos}\,\frac{D}{2}\,\mathrm{Cos}\,\frac{U}{2} \qquad (5/5)$$

oppure:

$$\frac{H}{D} = \frac{\mathrm{Sen}\,\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}}\,\mathrm{Sen}\,\frac{U}{2} \qquad (5/6)$$

$$\frac{Z}{D} = \frac{\mathrm{Cos}\,\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}}\,\mathrm{Cos}\,\frac{U}{2} \qquad (5/7)$$

ed anche:

$$\frac{H}{Z} = Tg\,\frac{D}{2}\,Tg\,\frac{U}{2} \qquad (5/8)$$

$$H\,Z = \mathrm{Sen}\,D\,\mathrm{Sen}\,U. \qquad (5/9)$$

$$\mathrm{Cos}\,\frac{U}{2} = \frac{1}{\cos\varphi} = \sqrt{1 + \frac{H^2}{D^2}\left(\frac{\frac{D}{2}}{\mathrm{Sen}\,\frac{D}{2}}\right)^2} \qquad (5/10)$$

$$\frac{1}{\cos\psi} = \sqrt{1 + \frac{H^2}{D^2}}. \qquad (5/11)$$

L'angolo φ è il cosidetto « gudermaniano di $\frac{U}{2}$ » (vedi Appendice: « Funzioni iperboliche »). Al parag. 7 *d* vedremo il significato geometrico di φ e ψ.

Si noti ora che $\frac{1}{\cos\psi}$ è funzione solo di $\frac{H}{D} = \frac{h}{d}$ e quindi *è sempre noto*. Inoltre dalle formule 5/10 e 5/11 risulta subito che $\frac{1}{\cos\psi}$ è un valore approssimato in eccesso di $\frac{1}{\cos\varphi} = \mathrm{Cos}\,\frac{U}{2}$.

L'errore percentuale che si commette confondendo $\cos\psi$ con $\cos\varphi$ è il seguente:

$$\varepsilon = 100\left[1 - \frac{\cos\psi}{\cos\varphi}\right] = 100\left(1 - \sqrt{\frac{1 + \frac{H^2}{D^2}\left(\frac{\frac{D}{2}}{\mathrm{Sen}\,\frac{D}{2}}\right)^2}{1 + \frac{H^2}{D^2}}}\right) \qquad (5/12)$$

Dalla 5/12 si è ricavato il diagramma della fig. 18. La esatta determinazione di $\mathrm{Cos}\,\frac{U}{2} = \frac{1}{\cos\varphi}$ è quindi assai facile. Infatti:

$$\mathrm{Cos}\,\frac{U}{2} = \frac{1}{\cos\psi}\,\frac{100-\varepsilon}{100} \qquad (5/13)$$

ove ε sarà determinato col diagramma della fig. 18 e $\cos\psi$ è sempre noto (5/11).

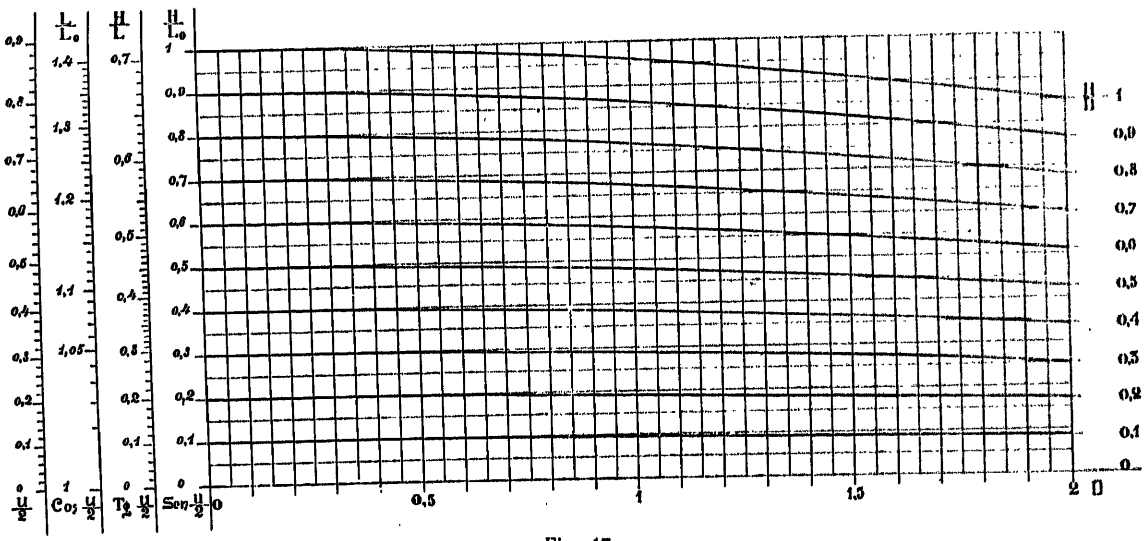


Fig. 17.

d) *Calcolo di U.*

La relazione 5/6:

$$\mathrm{Sen}\,\frac{U}{2} = \frac{H}{D}\,\frac{\frac{D}{2}}{\mathrm{Sen}\,\frac{D}{2}}$$

permette di determinare $\mathrm{Sen}\,\frac{U}{2}$ e quindi $\frac{U}{2}$ e le altre funzioni iperboliche di $\frac{U}{2}$ $\left(\text{in particolare } \mathrm{Cos}\,\frac{U}{2}\right)$. La fig. 17 rappresenta appunto tali valori in funzione di D e di $\frac{H}{D}$.

In pratica occorre conoscere $\mathrm{Cos}\,\frac{U}{2}$ con notevole esattezza; la fig. 17 dovrebbe essere disegnata in dimensioni assai grandi e quindi praticamente poco comode. Il procedimento seguente tende ad eliminare questa difficoltà. Si ponga:

Con evidenti semplificazioni si può ricavare, dalla 5/10, la seguente formula approssimata:

$$\mathrm{Cos}\,\frac{U}{2} = \frac{1}{\cos\psi}\left\{1 - \frac{D^2}{24}\,\mathrm{sen}^2\,\psi\right\} \qquad (5/13\ bis)$$

Nel campo delle correnti applicazioni ($D < 0{,}5$, $\frac{H}{D} < 1$) questa formula può ritenersi senz'altro esatta, come facilmente può verificarsi.

ESEMPIO.

Si consideri la catenaria $d = 600$ m, $h = 100$ m, tesa con parametro $a = T_0/\delta = 1000$ m. Ne segue:

$$D = 0{,}600\ ,\ H = 0{,}100\ ,\ \frac{H}{D} = \frac{h}{d} = 0{,}16667\ ,\ \frac{H^2}{D^2} = 0{,}02777$$

$$\frac{1}{\cos\psi} = \sqrt{1 + \frac{H^2}{D^2}} = 1{,}01379.$$

Notando che per questi valori di D e di $\frac{H}{D}$, $\varepsilon = 0{,}04$ (fig. 18) si

ha subito (5/13):

$$\operatorname{Cos}\frac{U}{2} = \frac{1}{\cos\psi}\,\frac{100-\varepsilon}{100} = 1{,}01379 - \frac{0{,}04}{100}\,1{,}01379 = 1{,}01338.$$

Allo stesso risultato si sarebbe giunti colla 5/13 *bis*.

e) Calcolo di Z/D.

Dalla relazione 5/7:

$$\frac{Z}{D} = \frac{\operatorname{Cos}\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}}\operatorname{Cos}\frac{U}{2} = \frac{\operatorname{Cos}\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}}\sqrt{1+\frac{H^2}{D^2}\left(\frac{\frac{D}{2}}{\operatorname{Sen}\frac{D}{2}}\right)^2} \qquad (5/14)$$

si potrebbe ricavare un diagramma che esprima Z/D in funzione di D e di H/D.

Questo valore (sempre molto approssimato) di D ci consentirà di valutare ε e ε_2 (figg. 18 e 13) e quindi l'esatto valore di D colla 5/17. Nei casi più frequenti della pratica, le correzioni percentuali ε e ε_2 sono trascurabili: ne segue che, salvo casi eccezionali, la formula 5/18 è di impiego corrente, senza errore sensibile.

Se la catenaria è a livello $\cos\psi = 1$, $\varepsilon = 0$:

$$\frac{D_0}{2} = \frac{Z}{D} - \sqrt{\left[\frac{Z}{D}\right]^2 - 2\,\frac{100+\varepsilon_2}{100}} \qquad (5/19)$$

$$\frac{D_{0a}}{2} = \frac{Z}{D} - \sqrt{\left[\frac{Z}{D}\right]^2 - 2}. \qquad (5/20)$$

Un'altra formula assai pratica, il cui impiego è specialmente con-

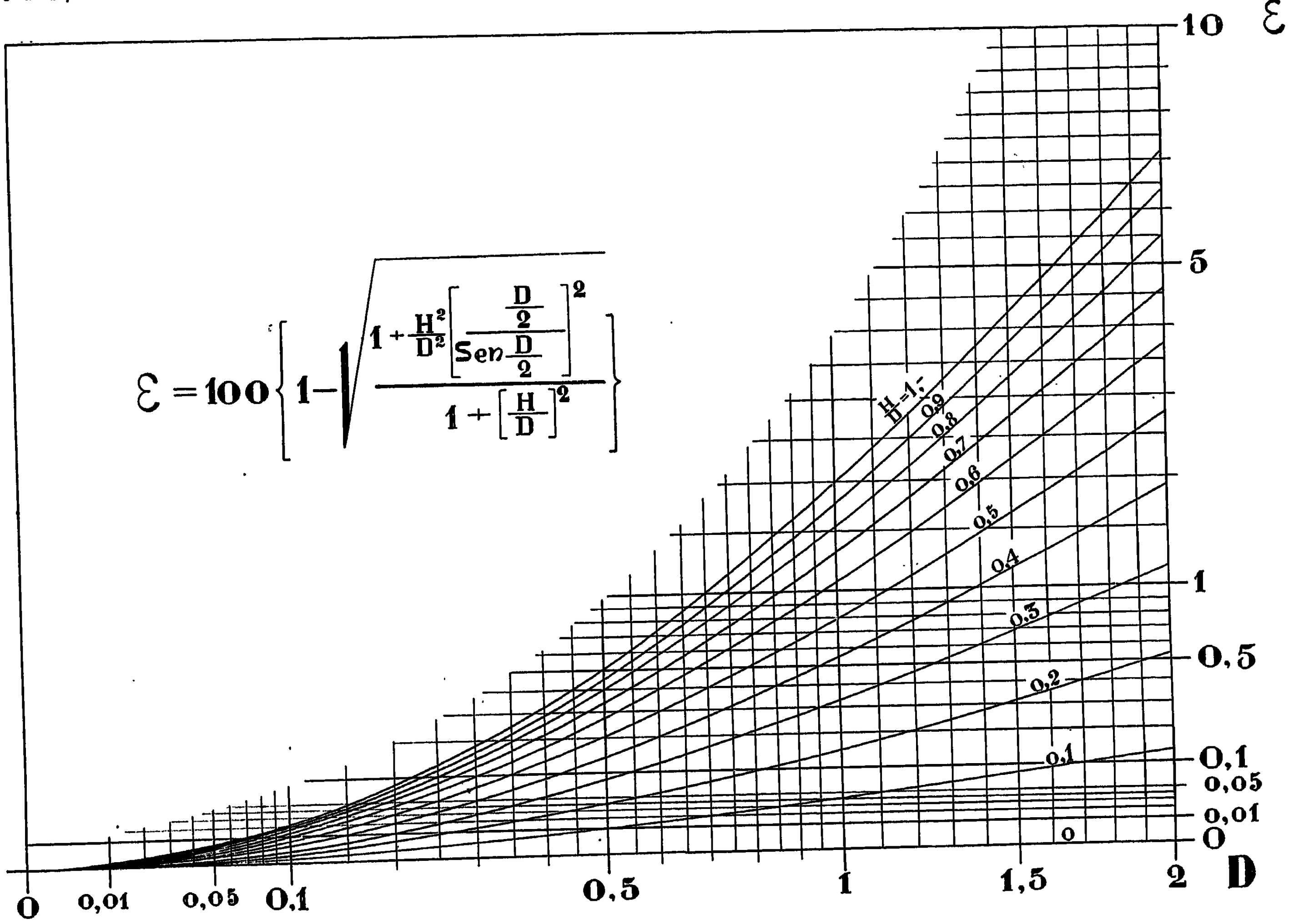


Fig. 18.

Potremo però esimerci dall'impiego di questo scomodo diagramma ricordando che la 4/10 e la 5/13 ci permettono di scrivere:

$$\frac{Z}{D} = \left[\frac{2}{D} + \frac{D}{4}\,\frac{100+\varepsilon_2}{100}\right]\frac{1}{\cos\psi}\,\frac{100-\varepsilon}{100} \qquad (5/15)$$

ove ε_2 e ε sono direttamente valutabili colle figg. 13 e 18. La formula 5/15 risolve il problema della determinazione di Z/D dato D e H/D.

Il *problema inverso* è di notevole importanza. Si tratta di determinare D dato Z/D e H/D. Essendo in tal caso (5/7, 5/13):

$$\frac{\operatorname{Cos}\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} = \frac{Z}{D}\cos\psi\,\frac{100+\varepsilon}{100} \qquad (5/16)$$

si avrà (4/12):

$$\frac{D}{2} = \frac{Z}{D}\cos\psi\,\frac{100+\varepsilon}{100} - \sqrt{\left[\frac{Z}{D}\cos\psi\,\frac{100+\varepsilon}{100}\right]^2 - 2\,\frac{100+\varepsilon_2}{100}} \qquad (5/17)$$

Si calcolerà un valore approssimato di D supponendo nulle le correzioni percentuali ε e ε_2, cioè colla relazione (parabolica):

$$\frac{D_a}{2} = \frac{Z}{D}\cos\psi - \sqrt{\left[\frac{Z}{D}\cos\psi\right]^2 - 2} \qquad (5/18)$$

sigliato per $D \leq 0{,}3$, è la seguente:

$$\frac{D_a}{2} = \frac{1}{\frac{Z}{D}\cos\psi}\operatorname{Cos}\frac{1}{\frac{Z}{D}\cos\psi} \qquad (5/21)$$

che per catenarie a livello diviene:

$$\frac{D_{0a}}{2} = \frac{1}{\frac{Z}{D}}\operatorname{Cos}\frac{1}{\frac{Z}{D}}. \qquad (5/22)$$

Esempio.

Si abbia la catenaria già considerata precedentemente:

$$d = 600\,\text{m}\ ,\quad h = 100\,\text{m}\ ,\quad \frac{H}{D} = 0{,}16667\ ,\quad a = 1000\,\text{m}\ ,$$

$$D = 0{,}600\ ,\quad H = 0{,}100\ ,\quad \frac{1}{\cos\psi} = 1{,}01379.$$

Si avrà (figg. 18 e 13):

$$\varepsilon = 0{,}04 \qquad \varepsilon_2 = 0{,}75$$

e quindi (5/15):

$$\frac{Z}{D} = \left[\frac{2}{0{,}6} + \frac{0{,}6}{4}\,\frac{100+0{,}75}{100}\right]1{,}01379\,\frac{100-0{,}04}{100} = 3{,}5314.$$

Il *problema inverso* è pure assai importante. Si abbia:

$$d = 600\,\text{m}\ ,\quad h = 100\,\text{m}\ ,\quad \frac{H}{D} = 0{,}16667\ ,$$

$$\frac{1}{\cos\psi} = 1{,}01379\ ,\quad \frac{Z}{D} = 3{,}5314$$

e si voglia determinare D. La formula approssimata 5/18 permette di riconoscere che D è dell'ordine di 0,6. Allora (figg. 18 e 13) $\epsilon = 0.04$, $\epsilon_2 = 0{,}75$, quindi (5/17):

$$\frac{D}{2} = \frac{3{,}5314}{1{,}01379}\ \frac{100 + 0{,}04}{100} +$$

$$-\sqrt{\left[\frac{3{,}5314}{1{,}01379}\ \frac{100 + 0{,}04}{100}\right]^2 - 2\,\frac{100 + 0{,}75}{100}} = 0{,}300$$

da cui:

$$D = 0{,}600\ ,\quad a = \frac{D}{d} = \frac{0{,}600}{600} = 1000\ \text{m}.$$

Il lettore noti che anche per questo valore già assai grande di D (0,600) la formula approssimata 5/18 avrebbe condotto ad un risultato praticamente identico al precedente.

Colla formula 5/21 si sarebbe invece ottenuto:

$$D_a = 0{,}5964.$$

f) Catenaria di minimo $\frac{Z}{D}$.

Per una data campata $\frac{Z}{D}$ è minimo per $H = 0$ ed assume il valore:

$$\frac{Z_0}{D} = 2\,\frac{Y_{B0}}{D} = \frac{\operatorname{Cos}\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}}$$

La catenaria di minimo $\frac{Z_0}{D}$ è quindi caratterizzata (parag. 4 *e*) da un valore ben determinato della campata assoluta

$$D = 2\,X_T = 2{,}400.$$

Si avrà:

$$\left.\begin{aligned} \left(\frac{Z_0}{D}\right)_{\text{min.}} &= \frac{\operatorname{Cos} X_T}{X_T} = 1{,}509 \\ \left(\frac{Y_{B0}}{D}\right)_{\text{min.}} &= \frac{1}{2}\,\frac{\operatorname{Cos} X_T}{X_T} = 0{,}754. \end{aligned}\right\} \qquad (5/23)$$

Per le catenarie non a livello valgono evidentemente le stesse conclusioni salvo i valori numerici 5/23. Se si ammette di sostituire a $\operatorname{Cos}\frac{U}{2} = \frac{1}{\cos\psi}$ il valore approssimato $\frac{1}{\cos\varphi}$ (che è indipendente da D):

$$\left.\begin{aligned} \left(\frac{Z}{D}\right)_{\text{min.}} &= \frac{\operatorname{Cos} X_T}{X_T}\,\frac{1}{\cos\psi} = \frac{1{,}509}{\cos\psi} \\ \left(\frac{Y_B}{D}\right)_{\text{min.}} &= \frac{1}{2}\left\{\frac{\operatorname{Cos} X_T}{X_T}\,\frac{1}{\cos\psi} + \frac{H}{D}\right\} \\ &= \frac{1}{2}\left\{\frac{1{,}509}{\cos\psi} + \frac{H}{D}\right\} \end{aligned}\right\} \qquad (5/24)$$

Si noti che delle due campate assolute D_1 e D_2 che corrispondono ad un unico valore di $\frac{Z}{D}$ e di $\frac{Y_B}{D}$ in generale si considererà solo quella minore.

6. - Lunghezza L dell'arco di catenaria.

a) Se L è la lunghezza dell'arco di catenaria

$$d\,L^2 = d\,X^2 + d\,Y^2 = (1 + \operatorname{Sen}^2 X)\,d\,X^2 = \operatorname{Cos}^2 X\,d\,X^2$$

cioè

$$d\,L = \operatorname{Cos} X\ d\,X$$

$$L = \operatorname{Sen} X + \text{cost.}$$

Avremo allora (fig. 3/6):

$$\left.\begin{aligned} L_{AV} &= \int_{X_A}^{o} \operatorname{Cos} X\,d\,X = -\operatorname{Sen} X_A \\ L_{VB} &= \int_{o}^{X_B} \operatorname{Cos} X\,d\,X = \operatorname{Sen} X_B \\ L_{AB} &= \int_{X_A}^{X_B} \operatorname{Cos} X\,d\,X = \operatorname{Sen} X_B - \operatorname{Sen} X_A \end{aligned}\right\} \qquad (6/1)$$

Se si ricorda che

$$\operatorname{Sen} X_A - \operatorname{Sen} X_B = 2\operatorname{Cos}\frac{X_B + X_A}{2}\operatorname{Sen}\frac{X_B - X_A}{2}$$

e si tengono presenti le formule 5/1, 5/2, 5/4, la lunghezza L dell'arco A B di catenaria diverrà:

$$\mathbf{L} = 2\operatorname{Sen}\frac{\mathbf{D}}{2}\operatorname{Cos}\frac{\mathbf{U}}{2} = \mathbf{H}\operatorname{Ctg}\frac{\mathbf{U}}{2} = \mathbf{Z}\operatorname{Tg}\frac{\mathbf{D}}{2}. \qquad (6/2)$$

Elevando a quadrato questa espressione e ricordando che

$$\operatorname{Cos}^2\frac{U}{2} = 1 + \operatorname{Sen}^2\frac{U}{2} = 1 + \frac{H^2}{4\operatorname{Sen}^2\frac{D}{2}}$$

si ottiene:

$$\mathbf{L}^2 = \mathbf{H}^2 + 4\operatorname{Sen}^2\frac{\mathbf{D}}{2}. \qquad (6/3)$$

Le equazioni 6/2 e 6/3 sono fondamentali per lo studio delle catenarie; esse esprimono in maniera assai semplice la lunghezza L del filo in funzione del dislivello H e della campata D.

Per il calcolo pratico è bene porre la 6/3 sotto forma:

$$L^2 = H^2 + 2\,(-1 + \operatorname{Cos} D). \qquad (6/4)$$

In misure volgari avremo:

$$\left.\begin{aligned} l &= 2\,a\operatorname{Sen}\frac{d}{2\,a}\operatorname{Cos}\frac{u}{2\,a} \\ l^2 &= h^2 + 4\,a^2\operatorname{Sen}^2\frac{d}{2\,a} = h^2 + 2\,a^2\left[-1 + \operatorname{Cos}\frac{d}{a}\right] \end{aligned}\right\} \qquad (6/5)$$

Il lettore noterà che la quantità $L^2 - H^2$ è indipendente dal dislivello, cioè è funzione della sola campata D.

Dalle formule 6/2, 6/3 si ottiene:

$$\frac{\mathbf{L}}{\mathbf{D}} = \frac{\operatorname{Sen}\frac{\mathbf{D}}{2}}{\frac{\mathbf{D}}{2}}\operatorname{Cos}\frac{\mathbf{U}}{2} = \frac{\mathbf{H}}{\mathbf{D}}\operatorname{Ctg}\frac{\mathbf{U}}{2} = \frac{\mathbf{Z}}{\mathbf{D}}\operatorname{Tg}\frac{\mathbf{D}}{2} \qquad (6/6)$$

$$\left[\frac{\mathbf{L}}{\mathbf{D}}\right]^2 = \left[\frac{\mathbf{H}}{\mathbf{D}}\right]^2 + \left[\frac{\operatorname{Sen}\frac{\mathbf{D}}{2}}{\frac{\mathbf{D}}{2}}\right]^2 = \left[\frac{\mathbf{H}}{\mathbf{D}}\right]^2 + \frac{2}{\mathbf{D}^2}(-1 + \operatorname{Cos}\mathbf{D}) \qquad (6/7)$$

In particolare la 6/7 permette di esprimere $L/D = l/d$ in funzione di D per diversi valori di $H/D = h/d$ (Tav. I).

Si noti che (6/6):

$$\frac{L}{Z} = \operatorname{Tg}\frac{D}{2}.$$

Il rapporto L/Z è dunque sempre minore dell'unità. All'aumentare di D, L tende al valore Z. Per $D/2 = 2{,}65$, L è eguale a Z a meno di 1/100.

Il lettore noterà che il rapporto L/Z è indipendente dal dislivello H.

b) Se la *catenaria* è a livello ($H = 0$, $U = 0$) avremo (6/2, 6/3):

$$\left.\begin{aligned} \mathrm{L}_0 &= 2\operatorname{Sen}\frac{D}{2} \\ l_0 &= 2a\operatorname{Sen}\frac{d}{2\,a} \end{aligned}\right\} \qquad (6/8)$$

che potevamo anche ottenere direttamente dalla 6/1 notando che, in questo caso,

$$-X_A = X_B = \frac{D}{2}.$$

Si avrà subito:

$$\frac{L_0}{D} = \frac{\text{Sen}\,\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} \quad , \quad \frac{L_0 - D}{D} = \frac{\text{Sen}\,\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} - 1 \qquad (6/9)$$

$$\frac{L}{L_0} = \text{Cos}\,\frac{U}{2} \quad , \quad \frac{L - L_0}{L_0} = \text{Cos}\,\frac{U}{2} - 1 = 2\,\text{Sen}^2\frac{U}{4} \qquad (6/10)$$

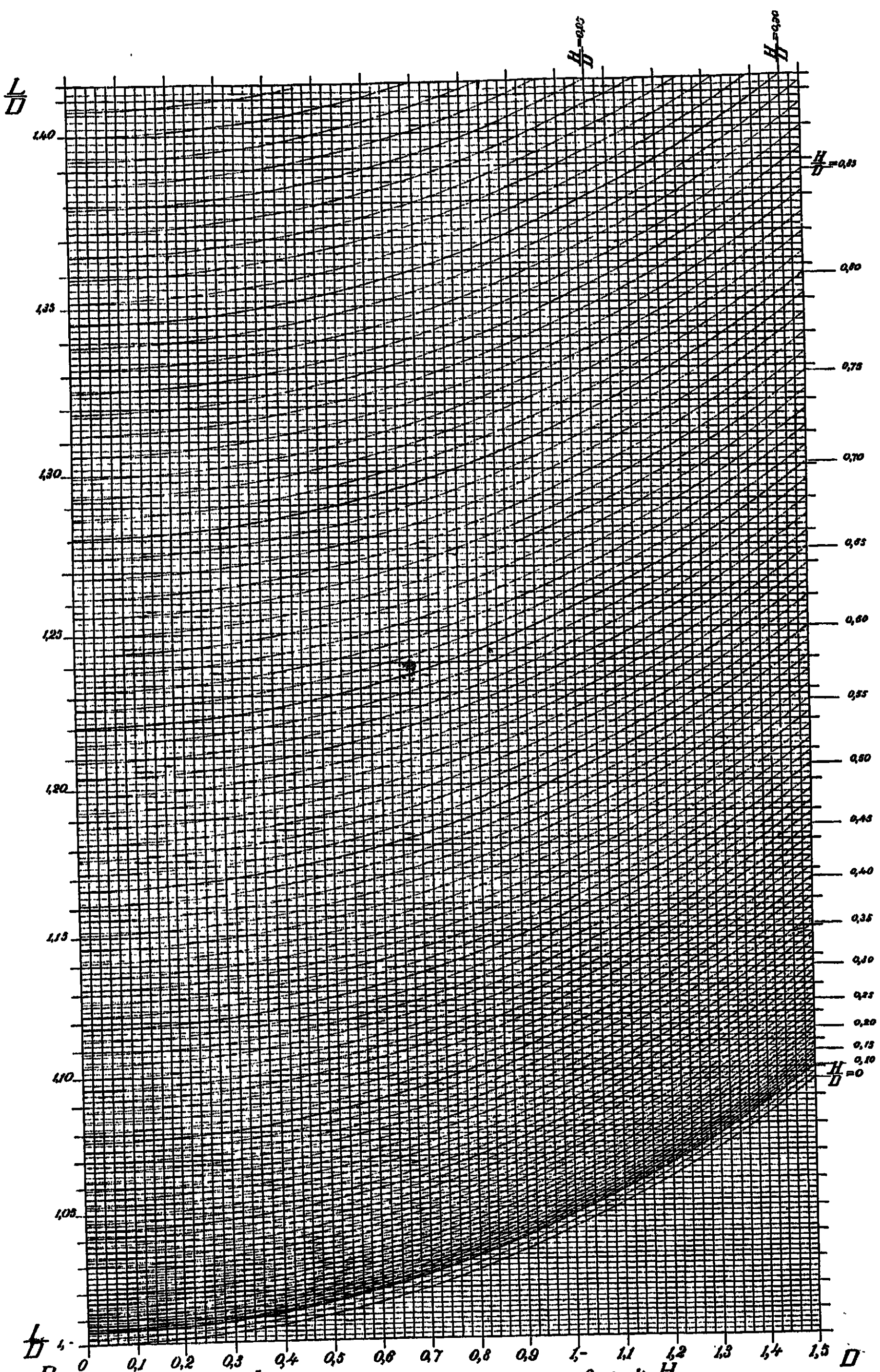
cioè:

$$\frac{L + H}{L - H} = \frac{\text{Ctg}\,\frac{U}{2} + 1}{\text{Ctg}\,\frac{U}{2} - 1} = e^u$$

Ne segue la relazione:

$$U = \lg\frac{L + H}{L - H} = $$

$$= 2\frac{H}{L}\left\{1 + \frac{1}{3}\left[\frac{H}{L}\right]^2 + \frac{1}{5}\left[\frac{H}{L}\right]^4 + \frac{1}{7}\left[\frac{H}{L}\right]^6 + \ldots\right\} \qquad (6/11)$$



$\frac{L}{D}$ in funzione di D per diversi valori di $\frac{H}{D}$

$$\frac{L}{D} = \sqrt{\frac{H^2}{D^2} + \frac{2}{D^2}(-1 + \text{Cos}\,D)}$$

Tav. I

c) La *coordinata U e la lunghezza L* compaiono in forma assai semplice nell'equazione 6/2, da cui:

$$\frac{L}{H} = \text{Ctg}\,\frac{U}{2}$$

e quindi il valore approssimato:

$$U_a = 2\frac{H}{L} \quad \text{(in difetto).}$$

d). *Alcune formule pratiche.* Ricordando gli *sviluppi in serie*

delle funzioni iperboliche (vedi Appendice) le formule risolutive 6/4, 6/7, 6/8, 6/9, possono scriversi come segue:

$$L^2 = H^2 + 2\,(-1 + \operatorname{Cos} D) = H^2 + D^2 + \frac{D^4}{12} + \frac{D^6}{360} + \frac{D^8}{20\,160} + \ldots \qquad (6/12)$$

$$\frac{L^2}{D^2} = \frac{H^2}{D^2} + \frac{2}{D^2}(-1 + \operatorname{Cos} D) = \frac{H^2}{D^2} + 1 + \frac{D^2}{12} + \frac{D^4}{360} + \frac{D^6}{20\,160} + \ldots \qquad (6/13)$$

$$L_0 = 2 \operatorname{Sen} \frac{D}{2} = D + \frac{D^3}{24} + \frac{D^5}{1\,920} + \frac{D^7}{322\,560} + \ldots \qquad (6/14)$$

$$\frac{L_0}{D} = \frac{\operatorname{Sen} \frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} = 1 + \frac{D^2}{24} + \frac{D^4}{1\,920} + \frac{D^6}{322\,560} + \ldots \qquad (6/15)$$

Da queste espressioni si possono ricavare le formule pratiche assumendo di ciascuna serie solo quel numero di termini che è sufficiente a garantire la richiesta approssimazione. L'ordine di grandezza dell'errore può ritenersi espresso, nei casi pratici che ci interessano, dal primo termine trascurato.

Si noti ancora che dalle relazioni 6/6, 5/13, 4/4, si ricava:

$$\frac{\mathbf{L}}{\mathbf{D}} = \left[1 + \frac{\mathbf{D}^2}{24}\,\frac{100 + \varepsilon_1}{100}\right] \frac{1}{\cos\psi}\,\frac{100 - \varepsilon}{100} \qquad (6/16)$$

che consente il rapido calcolo di L/D dati D e H/D (ε e ε_1, sono direttamente valutabili coi diagrammi delle figg. 18 e 13).

In luogo della 6/16 si può scrivere, ricordando la 5/13 *bis*:

$$\frac{L}{D} = \frac{1}{\cos\psi} \left\{ 1 + \frac{D^2}{24}\,\frac{100 + \varepsilon_1}{100} \right\} \left\{ 1 - \frac{D^2}{24} \operatorname{sen}^2\psi \right\}$$

Qualora si ritenga trascurabile la correzione ε_1 e si trascurino pure i termini in D con esponente superiore a 2, si ottiene la formula approssimata (in difetto):

$$\frac{L_a}{D} = \frac{1}{\cos\psi} \left\{ 1 + \frac{D^2}{24} \cos^2\psi \right\} \qquad (6/17)$$

che è la formula classica per *il calcolo parabolico delle catenarie con dislivello, di campata non troppo grande.*

Il *problema inverso* (dato L/D e H/D determinare D) è risolubile colla Tav. I. Se l'approssimazione consentita da tale Tavola non sembra sufficiente si tenga presente che (6/6, 5/13, 4/12):

$$\mathbf{D}^2 = 24 \left\{ \frac{\mathbf{L}}{\mathbf{D}} \cos\psi\,\frac{100 + \varepsilon}{100} - 1 \right\} \frac{100 - \varepsilon_3}{100}. \qquad (6/18)$$

Un valore approssimato di D è subito ottenibile dalla Tav. I o dalla relazione approssimata 6/17:

$$D_a^2 = \frac{24}{\cos^2\psi} \left\{ \frac{L}{D} \cos\psi - 1 \right\} \qquad (6/19)$$

Sono allora determinabili le correzioni ε e ε_3 (figg. 18 e 13) e quindi (6/18) il valore esatto di D [2].

e) Esempio.

Si abbia la catenaria già considerata negli esempi precedenti:

$$d = 600\,\text{m}\ ,\ h = 100\,\text{m}\ ,\ \frac{H}{D} = 0{,}16667\ ,\ a = 1000\,\text{m}\,,$$

$$D = 0{,}600\ ,\ H = 0{,}100\ ,\ \frac{1}{\cos\psi} = 1{,}01379.$$

Avremo subito (figg. 18 e 13): $\varepsilon = 0{,}04$, $\varepsilon_3 = \varepsilon_1 = 0{,}45$ e quindi (6/16):

$$\frac{L}{D} = \left[1 + \frac{\overline{0{,}6}^2}{24}\,\frac{100 + 0{,}45}{100}\right] 1{,}01379\,\frac{100 - 0{,}04}{100} = 1{,}02865$$

$$l = d\,\frac{L}{D} = 600 \cdot 1{,}02865 = 617{,}190 \text{ m.}$$

Colla formula 6/17 si sarebbe invece ottenuto $l = 617{,}152$.

[2] La formula 6/2 si trova in Marseguerra (1926). La formula 6/3 è ricordata da Picchi (1918), Bourseire (1920), Lavanchy (1925), Dewulf (1926), Marseguerra (1926), Silva (1929). Con diverso procedimento la formula 6/17 è stata ottenuta da Lavanchy (1925).

Problema inverso. Dato:

$$d = 600 \text{ m}\ ,\ h = 100 \text{ m}\ ,\ \frac{H}{D} = 0{,}16667\ ,\ \frac{1}{\cos\psi} = 1{,}01379$$

$$\frac{L}{D} = \frac{l}{d} = 1{,}02865\,,$$

determinare D e a. La Tav. I fa subito vedere che D è dell'ordine di 0,6; quindi (figg. 18 e 13): $\varepsilon = 0{,}04$, $\varepsilon_3 = 0{,}45$. Ne segue (6/18):

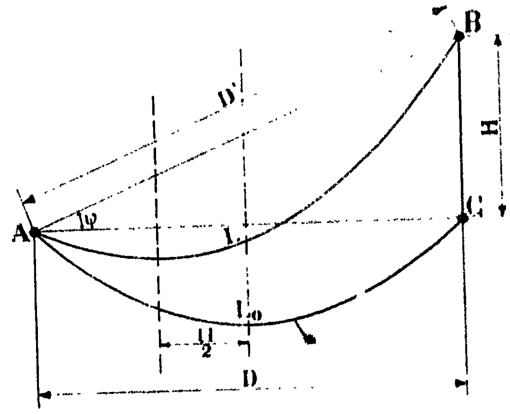
$$D^2 = 24 \left\{ \frac{1{,}02865}{1{,}01379}\,\frac{100 + 0{,}04}{100} - 1 \right\} \frac{100 - 0{,}45}{100} = 0{,}360$$

$$D = 0{,}600\ ,\ a = \frac{d}{D} = \frac{600}{0{,}600} = 1000 \text{ m.}$$

7. - Il triangolo catenario-rettangolo.

a) Si consideri la fig. 19. Le due catenarie $A\,C$ e $A\,B$ soddisfino alle seguenti condizioni:

— omogeneità (cioè eguale parametro),
— eguale campata $D = A\,C$,
— la prima ($A\,C$) dislivello nullo, la seconda ($A\,B$) dislivello H.



$$D'^2 = H^2 + D^2 \qquad \operatorname{tg}\psi = \frac{H}{D}$$
$$L^2 = H^2 + L_o^2$$

Fig. 19.

Il triangolo mistilineo $A\,B\,C$, i cui due lati $A\,B$ e $A\,C$ sono rappresentati dalle due catenarie precedenti, sarà detto *triangolo catenario-rettangolo.*

b) *Generalizzazione del Teorema di Pitagora* [3].

La equazione 6/3, tenuto conto della 6/8, ci permette di scrivere:

$$\widehat{A\,B}^2 = \widehat{A\,C}^2 + \overline{C\,B}^2$$

che è l'espressione del teorema di Pitagora applicato al triangolo catenario-rettangolo $A\,B\,C$ (fig. 19).

Il teorema di Pitagora è dunque ancora applicabile ad un triangolo-rettangolo $A\,B\,C$ quando all'ipotenusa $A\,B$ e al cateto $A\,C$ si sostituiscano due catenarie omogenee, supposto che la forza agisca in direzione parallela all'altro cateto $B\,C$.

In generale varrà il teorema:

«Scelti tre punti $A\,B\,C$ tali che da C si veda il segmento $A\,B$ «sotto un angolo retto, e tracciate le catenarie omogenee $A\,B$, $A\,C$ «colla condizione che la direzione della forza agente sia parallela a «$C\,B$ si ha:

$$\widehat{AB}^2 = \widehat{A\,C}^2 + \overline{C\,B}^2.$$

Oppure:

«La differenza dei quadrati delle lunghezze di due catenarie omo«genee e di eguale campata, di cui una a livello, è una costante (è «indipendente dalla campata e dal parametro) ed è eguale al qua«drato del dislivello dell'altra catenaria».

Se il parametro delle due catenarie omogenee $A\,B$ e $A\,C$ diviene infinitamente grande (filo infinitamente teso) le due catenarie stesse si sovrappongono ai segmenti $A\,B$ e $A\,C$. Quindi, in questo caso,

$$\overline{AB}^2 = \overline{A\,C}^2 + \overline{C\,B}^2.$$

Il teorema di Pitagora nella sua nota forma elementare è dunque un semplice caso particolare del teorema più sopra enunciato.

[3] Silva (1929).

c) La trigonometria del triangolo catenario-rettangolo.

Si sposti il punto A (fig. 19) lungo la retta $A\,C$ fino a raggiungere A_1 tale che $A_1 C = L_0$ (fig. 20). Per il teorema di Pitagora dovrà

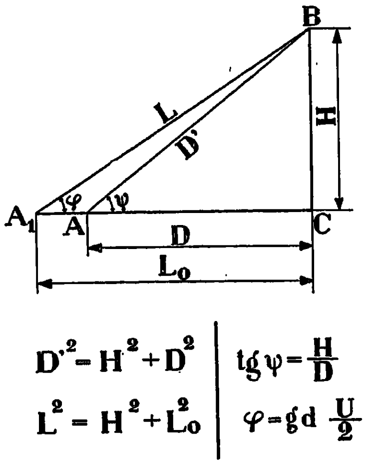


Fig. 20.

essere $A_1 B = L$. Inoltre ricordando le formule 5/4, 6/2, 6/8 si avrà:

$$\left.\begin{aligned}
&\frac{H}{L_0} = \operatorname{tg}\varphi = \operatorname{Sen}\frac{U}{2} = \frac{H}{D}\,\frac{\frac{D}{2}}{\operatorname{Sen}\frac{D}{2}}\\
&\frac{L}{L_0} = \frac{1}{\cos\varphi} = \operatorname{Cos}\frac{U}{2} = \sqrt{1+\frac{H^2}{D^2}\left(\frac{\frac{D}{2}}{\operatorname{Sen}\frac{D}{2}}\right)^2}\\
&\frac{H}{L} = \operatorname{sen}\varphi = \operatorname{Tg}\frac{U}{2} = \frac{H}{D}\,\frac{1}{\sqrt{\frac{H^2}{D^2}+\left(\frac{\operatorname{Sen}\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}}\right)^2}}
\end{aligned}\right\} \quad (7/1)$$

e cioè: *fra i lati del triangolo catenario-rettangolo A B C (fig. 19) valgono le solite relazioni trigonometriche dei triangoli ordinari, purchè esse siano riferite ad un angolo (convenzionale)* $B\,A\,C = \varphi$. Risulta subito dalle 7/1 che detto angolo è il *gudermanniano* di $U/2$ (vedi Appendice I: « Funzioni iperboliche »); scriveremo quindi:

$$\varphi = \operatorname{gd}\frac{U}{2}.$$

Ricordiamo che:

$U/2$ = ascissa del punto medio della campata rispetto agli assi della catenaria $A\,B$,

= distanza fra gli assi (delle ordinate) delle due catenarie $A\,B$ e $A\,C$.

La fig. 20 precisa il significato geometrico dell'angolo φ.

Dalla stessa figura risulta:

$$\left.\begin{aligned}
&\operatorname{tg}\psi = \frac{H}{D}\\
&\frac{1}{\cos\psi} = \sqrt{1+\frac{H^2}{D^2}}\\
&\operatorname{sen}\psi = \frac{H}{D}\,\frac{1}{\sqrt{1+\frac{H^2}{D^2}}}
\end{aligned}\right\} \quad (7/2)$$

Si noti che le funzioni trigonometriche dell'angolo ψ essendo funzioni solo di $H/D = h/d$ sono sempre *quantità note*. Il lettore confronti le funzioni trigonometriche di ψ (7/2) con quelle corrispondenti di φ (7/1). Per $H = 0$, $\varphi = \psi = 0$.

Se ricordiamo inoltre che

$$\left.\begin{aligned}
Z_0 &= 2\operatorname{Cos}\frac{D}{2} \qquad & Z &= Z_0\operatorname{Cos}\frac{U}{2}\\
L_0 &= 2\operatorname{Sen}\frac{D}{2} \qquad & L &= L_0\operatorname{Cos}\frac{U}{2}
\end{aligned}\right\} \quad (7/3)$$

avremo:

$$\frac{Z}{Z_0} = \frac{L}{L_0} = \operatorname{Cos}\frac{U}{2} = \frac{1}{\cos\varphi} \qquad (7/4)$$

$$\frac{Z}{L} = \frac{Z_0}{L_0} = \operatorname{Ctg}\frac{D}{2} \qquad (7/5)$$

Il triangolo-rettangolo $A_1 B\,C$ della fig. 20 può quindi completarsi come indicato nella fig. 21.

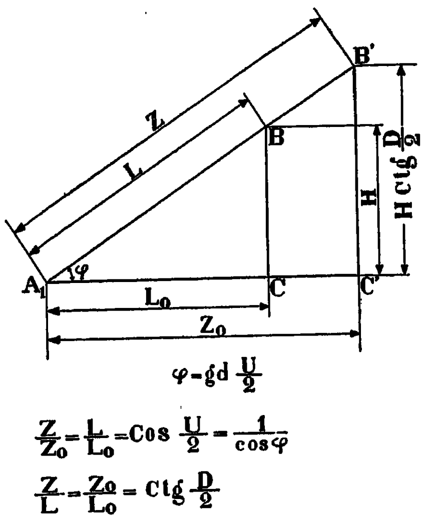


Fig. 21.

d) Gli angoli φ e ψ.

L'angolo φ è sicuramente minore di ψ (fig. 20). Però in pratica $L_0 - D = A\,A_1$ è assai piccolo nei confronti di D (vedi formule 6/9, 6/15); inoltre le catenarie in cui H/D raggiunge valori notevoli, per esempio maggiori di 0,5, appaiono già come veramente eccezionali, quindi in pratica gli angoli φ e ψ sono entrambi assai piccoli e i loro coseni assai prossimi al valore massimo 1. Ne segue che la piccola differenza fra gli angoli φ e ψ condurrà, in generale, a differenze trascurabili tra $\cos\varphi$ e $\cos\psi$. L'errore che si commette scrivendo:

$$\cos\varphi = \cos\psi$$

è espresso nella formula 5/12 e dal diagramma della fig. 18. Varrà dunque la 5/13:

$$\operatorname{Cos}\frac{U}{2} = \frac{1}{\cos\varphi} = \frac{1}{\cos\psi}\,\frac{100-\varepsilon}{100}$$

che permette di evitare il laborioso calcolo di $\operatorname{Cos}\dfrac{U}{2} = \dfrac{1}{\cos\varphi}$, riconducendolo a quello semplicissimo di $\dfrac{1}{\cos\psi}$ (7/2) colla correzione correzione ε % (fig. 18) (correzione sovente trascurabile).

Abbiamo già visto ai parag. 5 e 6 alcune notevoli applicazioni di questo procedimento per il calcolo di Z/D e di L/D. Notiamo ancora che risulta subito:

$$\frac{L}{D'} = \frac{L_0}{D}\,\frac{100-\varepsilon}{100}$$

ove $D' = \dfrac{D}{\cos\psi}$ esprime la distanza fra gli appoggi $A\,B$ (fig. 19 e 20). Essendo ε sempre molto piccolo potremo dire che il rapporto:

$$\frac{\text{lunghezza catenaria}}{\text{distanza fra gli appoggi}}$$

per archi di catenaria omogenei e di eguale campata è *praticamente indipendente dal dislivello.*

8. - Le coordinate X_A, Y_A, X_B, Y_B.

a) Una catenaria definita da valori noti di D e di H non si può ancora tracciare perchè non conosciamo la posizione degli assi coordinati (ai quali devesi riferire la catenaria stessa) per rapporto agli appoggi fissi A e B. Occorre dunque determinare X_A, Y_A, X_B, Y_B (fig. 6).

Dalle formule 5/3, 5/5, 6/2 risulta :

$$\left.\begin{aligned} Y_A &= \mathrm{Cos}\, X_A = \frac{1}{2}(-H+Z) = \frac{1}{2}\left\{-H + 2\mathrm{Cos}\frac{D}{2}\mathrm{Cos}\frac{U}{2}\right\} = \\ &= \frac{1}{2}\left\{-H + \frac{L}{\mathrm{Tg}\frac{D}{2}}\right\} \\ Y_B &= \mathrm{Cos}\, X_B = \frac{1}{2}(+H+Z) = \frac{1}{2}\left\{+H + 2\mathrm{Cos}\frac{D}{2}\mathrm{Cos}\frac{U}{2}\right\} = \\ &= \frac{1}{2}\left\{+H + \frac{L}{\mathrm{Tg}\frac{D}{2}}\right\} \end{aligned}\right\} \quad (8/1)$$

b) Calcolo di Y_B.

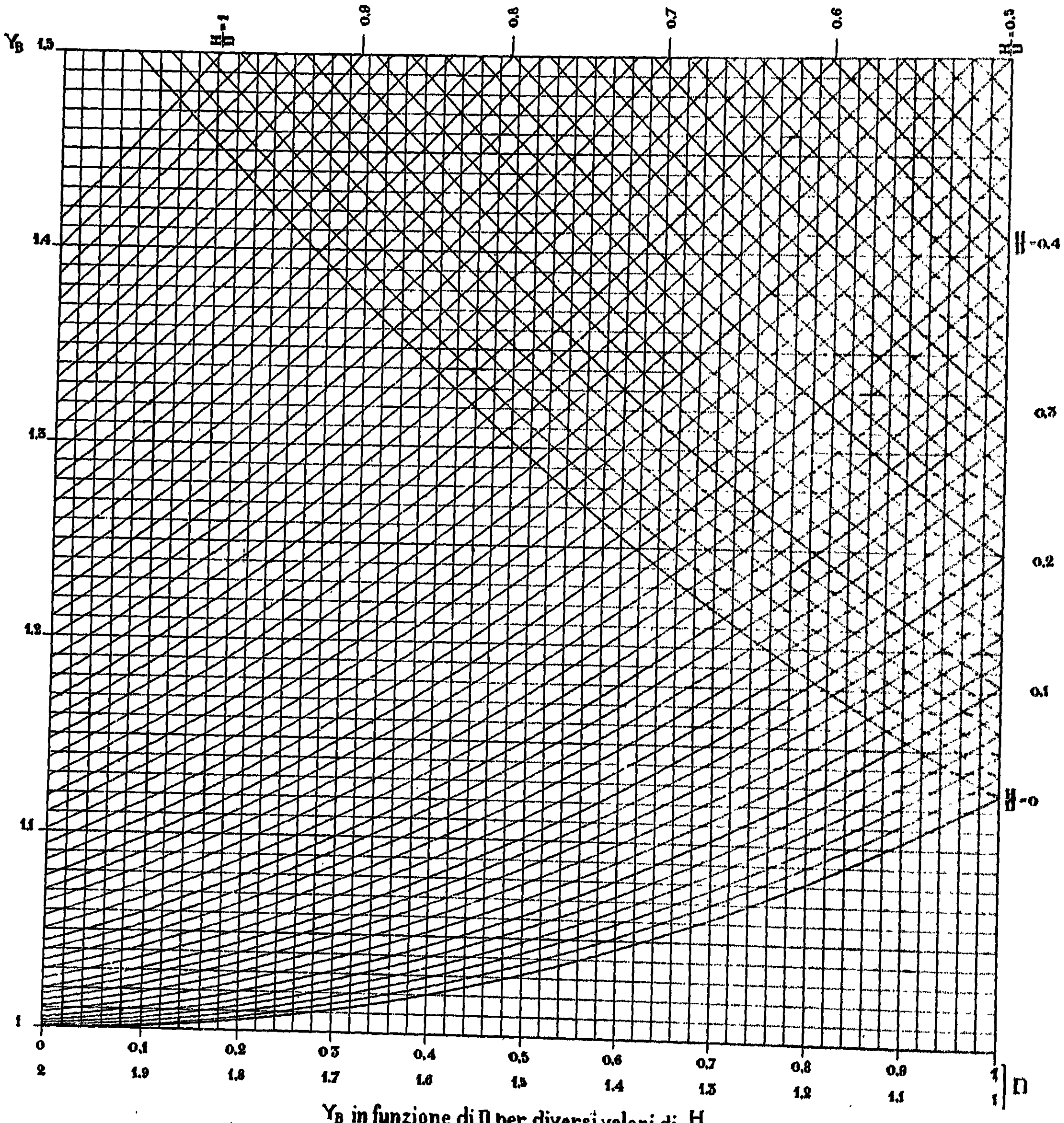
La seconda delle formule 8/1 si presta al calcolo di Y_B. Da essa è stata ricavata la Tav. II. Determinato Y_B risulta subito :

$$\begin{aligned} Y_A &= Y_B - H \\ X_B &= Ar\,\mathrm{Cos}\, Y_B \text{ colla condizione } X_B > 0 \\ X_A &= Ar\,\mathrm{Cos}\, Y_A \quad \text{»} \quad \text{»} \quad -X_A + X_B = D. \end{aligned}$$

c) Calcolo di Y_B/D.

Per ragioni che vedremo meglio in seguito è particolarmente interessante considerare l'espressione :

$$\frac{Y_B}{D} = \frac{1}{2}\left\{\frac{H}{D} + \frac{\mathrm{Cos}\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}}\mathrm{Cos}\frac{U}{2}\right\} = \frac{1}{2}\left\{\frac{H}{D} + \frac{L}{D}\frac{1}{\mathrm{Tg}\frac{D}{2}}\right\} \quad (8/3)$$



Y_B in funzione di D per diversi valori di $\frac{H}{D}$

$$Y_B = \frac{D}{2}\left[\frac{H}{D} + \frac{L}{D\,\mathrm{Tg}\frac{D}{2}}\right]$$

Tav. II

Per ogni valore di Y_A (o di Y_B) sono possibili due valori di X_A (o di X_B) eguali ma di segno contrario. Avendo però supposto di indicare sempre con B l'appoggio superiore e di assumere $X_B > 0$, ogni ambiguità scompare, dovendosi scegliere per X_A un segno tale che (5/1) :

$$X_B - X_A = D.$$

Cambiando H in $-H$, Y_A e Y_B, X_A e X_B si scambiano fra loro, come poteva prevedersi. Se la catenaria è a livello ($H = 0$, $U = 0$) :

$$\left.\begin{aligned} -X_A &= X_B = \frac{D}{2} \\ Y_A &= Y_B = \mathrm{Cos}\frac{D}{2}. \end{aligned}\right\} \quad (8/2)$$

dalla quale è stata ricavata la Tav. III che permette di ricavare Y_B/D in funzione di D per differenti valori di H/D.

d) Sovente l'approssimazione consentita dalla Tav. III non è sufficiente (soprattutto per i piccoli valori di D), nè per ragioni di praticità sarebbe opportuno aumentare notevolmente le dimensioni del diagramma. Basterà osservare che la determinazione di Y_B/D si riconduce a quella di Z/D giacchè (5/3) :

$$\left.\begin{aligned} \frac{Z}{D} &= 2\frac{Y_B}{D} - \frac{H}{D} \\ \frac{Y_B}{D} &= \frac{1}{2}\left[\frac{Z}{D} + \frac{H}{D}\right]. \end{aligned}\right\} \quad (8/4)$$

Ricordiamo che Z/D è calcolabile coi procedimenti indicati al paragrafo 5 *e*.

e) ESEMPIO.

Si consideri ancora la catenaria:

$$d = 600 \text{ m} \ , \ h = 100 \text{ m} \ , \ a = 1000$$

$$D = 0{,}600 \ , \ H = 0{,}100 \ , \ \frac{H}{D} = 0{,}16667$$

$$\frac{1}{\cos\psi} = 1{,}01379$$

per la quale al paragr. 5 *e*) abbiamo già determinato.

$$\frac{Z}{D} = 3{,}5314.$$

Il *problema inverso* che più sovente si presenta è del tipo seguente. Dato:

$$d = 600 \text{ m} \ , \ h = 100 \text{ m} \ , \ \frac{H}{D} = \frac{h}{d} = 0{,}16667 \ , \ \frac{Y_B}{D} = 1{,}8490$$

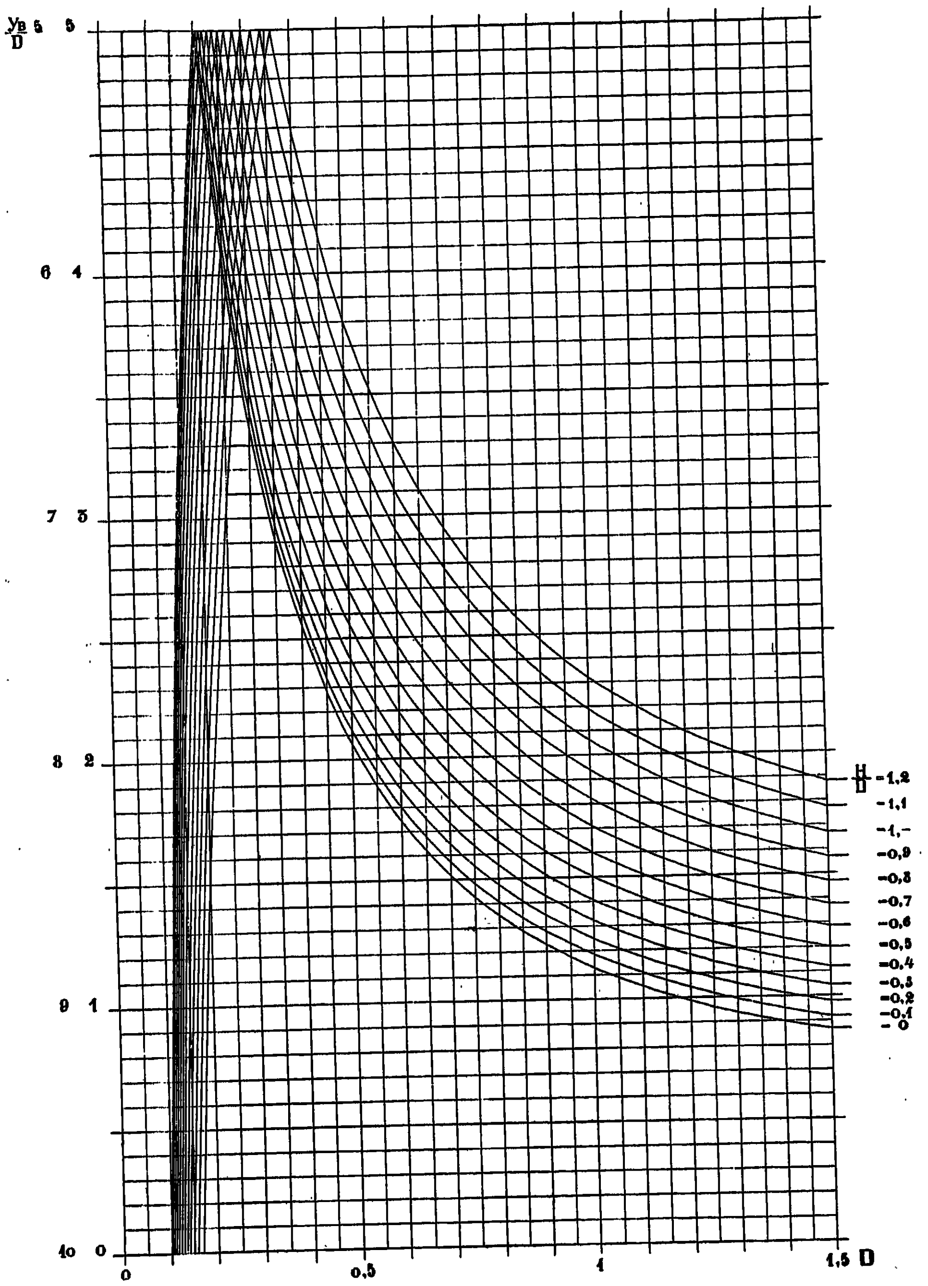
determinare D e quindi a. Si calcoli (8/4):

$$\frac{Z}{D} = 2\frac{Y_B}{D} - \frac{H}{D} = 2 \cdot 1{,}8490 - 0{,}1666 = 3{,}5314$$

Il problema ricade quindi in quello già visto al parag. 5 *e*.

9. - La freccia F.

a) Dalla fig. 3/1 in virtù delle definizioni adottate risulta:



$\frac{y_B}{D}$ in funzione di D per diversi valori di $\frac{H}{D}$

$$\frac{y_B}{D} = \frac{1}{2}\left[\frac{H}{D} + \frac{L}{D \operatorname{Tg}\frac{D}{2}}\right]$$

Tav. III

Si avrà subito (8/4):

$$\frac{Y_B}{D} = \frac{1}{2}\left[\frac{Z}{D} + \frac{H}{D}\right] = \frac{1}{2}\,(3{,}5314 + 0{,}1666) = 1{,}8490$$

e quindi:

$$\begin{aligned}
Y_B &= 1{,}8490 \times 0{,}600 = &&= 1{,}10940 \\
Y_A &= Y_B - H = 1{,}10946 - 0{,}10000 &&= 1{,}00940 \\
X_B &= Ar\,\text{Cos}\, Y_B = Ar\,\text{Cos} \quad 1{,}10946 &&= 0{,}4638 \\
X_A &= Ar\,\text{Cos}\, Y_A = Ar\,\text{Cos} \quad 1{,}00946 &&= -0{,}1370
\end{aligned}$$

Il valore di Y_B si può anche ricavare dalla Tav. III.
Si verifichi che, a meno di un errore piccolissimo, è proprio

$$-X_A + X_B = D.$$

$$\left.\begin{aligned}
F &= Y_A - 1 = Y_B - H - 1 \\
f &= y_A - a = y_B - h - a
\end{aligned}\right\} \quad (9/1)$$

e quindi (5/3) (8/1):

$$\left.\begin{aligned}
F &= -1 + Y_A = -1 + \text{Cos}\,\frac{U-D}{2} = 2\,\text{Sen}^2\,\frac{U-D}{4} \\
&= \frac{1}{2}\left\{-H + \frac{L}{\text{Tg}\,\frac{D}{2}}\right\} - 1 \\
&= \frac{1}{2}\left\{-H + 2\,\text{Cos}\,\frac{D}{2}\,\text{Cos}\,\frac{U}{2}\right\} - 1
\end{aligned}\right\} \quad (9/2)$$

Le equazioni 9/2 raccolgono le varie formule generali che permettono di esprimere F in funzione di H, D, U. Si noti però che in virtù delle 9/1 il calcolo di F è immediato quando si conosca Y_A o Y_B (che abbiamo imparato a valutare nel paragrafo precedente).

b) Calcolo di F/D.

Possiamo scrivere (9/1):

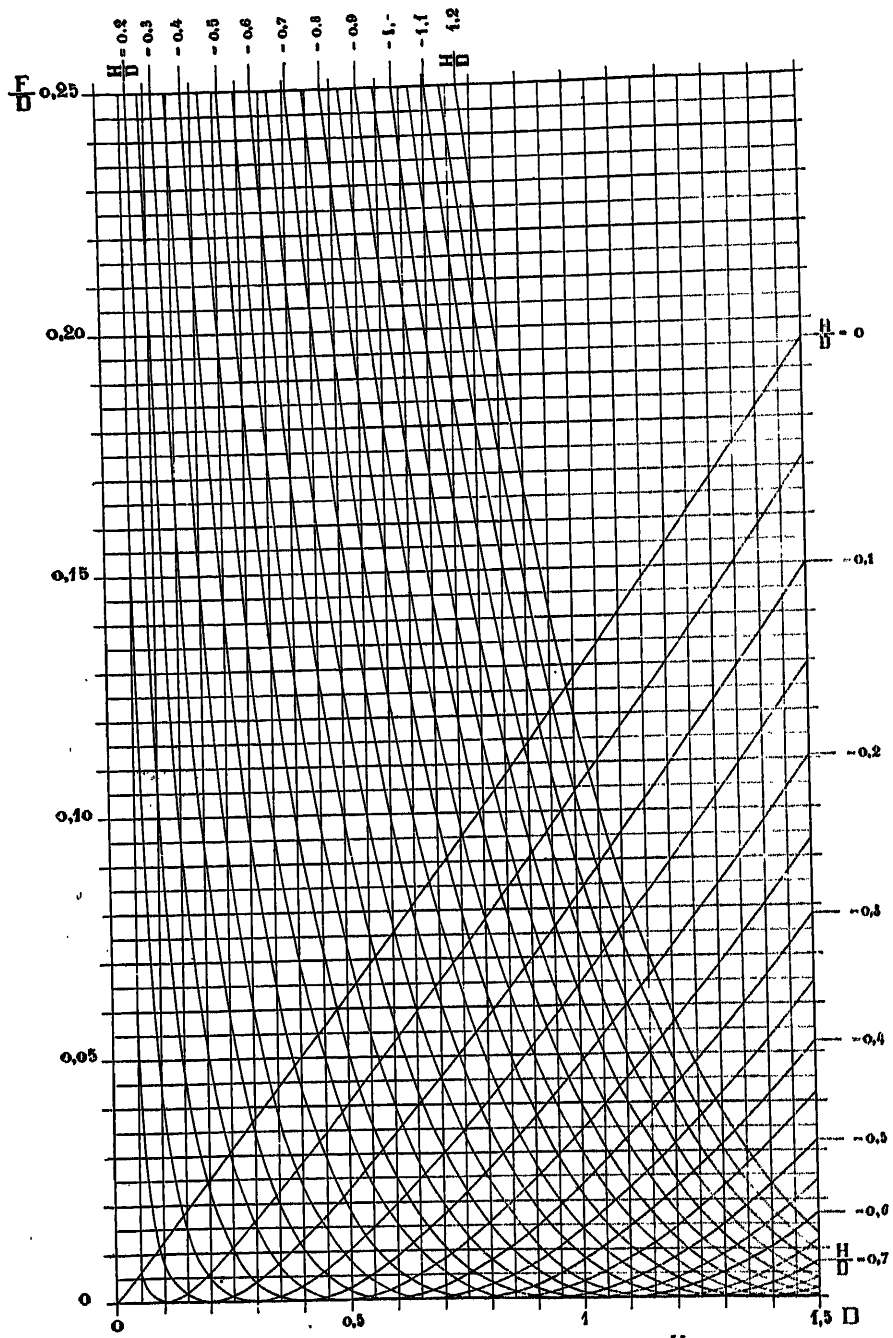
$$\frac{F}{D} = \frac{Y_B}{D} - \frac{H}{D} - \frac{1}{D} \qquad (9/3)$$

oppure:

$$\frac{H}{D} = \frac{D}{2}\left[\frac{\text{Sen}\,\frac{D}{2}}{\frac{D}{2}}\right]^2 . \qquad (9/4)$$

E' facile verificare che per:

$X_A < 0$ cioè $H < -1 + \text{Cos}\, D$ la freccia è *reale* e il vertice V cade nell'arco di catenaria $A\,B$ (fig. 22 *a*);



$\frac{F}{D}$ *in funzione di D per diversi valori di* $\frac{H}{D}$

$$\frac{F}{D} = \frac{Y_B}{D} - \frac{H}{D} - \frac{1}{D}$$

Tav. IV

Questa relazione si presta al calcolo di F/D dato che i valori di Y_B/D ci sono già noti (v. paragr. 8). La Tav. IV permette di valutare F/D in funzione di D per diversi valori di H/D. Per $H/D = 0$ la curva rappresentante F/D è praticamente la retta:

$$\frac{F_0}{D} = \frac{D}{8}.$$

c) Freccia reale, nulla, virtuale. — E' interessante notare in quali condizioni la catenaria presenta freccia nulla. Si noti che se $F = 0$, V cade in A (fig. 6), $U = D$, $X_A = 0$, $Y_A = 1$, $X_B = D$, $Y_B = Cos\, D = H + 1$.

La freccia sarà dunque nulla quando fra H e D varrà la relazione:

$$H = -1 + \text{Cos}\, D = 2\,\text{Sen}^2 \frac{D}{2}$$

$X_A = 0$ » $H = -1 + \text{Cos}\, D$ la freccia è *nulla* e il vertice V cade sull'appoggio inferiore A (fig. 22 *b*);

$X_A > 0$ » $H > -1 + \text{Cos}\, D$ la freccia è *virtuale* e il vertice V fuori dell'arco $A\,B$, in un tratto virtuale della catenaria (fig. 22 *c*).

La relazione 9/4 si presta alla rappresentazione della fig. 23. Un semplice sguardo a questa figura consentirà di riconoscere per un dato H/D e un dato D se la freccia è reale o virtuale. La distinzione è importante per lo studio delle tensioni che sollecitano il filo e degli sforzi sugli appoggi A e B.

La Tav. IV mette bene in evidenza il fenomeno in questione. Ad ogni valore di H/D corrisponde una curva della freccia il cui punto di tangenza coll'asse delle D soddisfa alla 9/4. Il ramo a destra di questo punto di tangenza rappresenza freccie reali, quello a sinistra freccie virtuali.

La (sola) catenaria a livello non può avere che freccie reali, come era prevedibile.

Nel caso della freccia nulla la lunghezza L può esprimersi come segue:

$$L = (2 + H)\,\mathrm{Tg}\frac{D}{2} = \sqrt{H^2 + 2H} = \mathrm{Sen}\,D. \qquad (9/5)$$

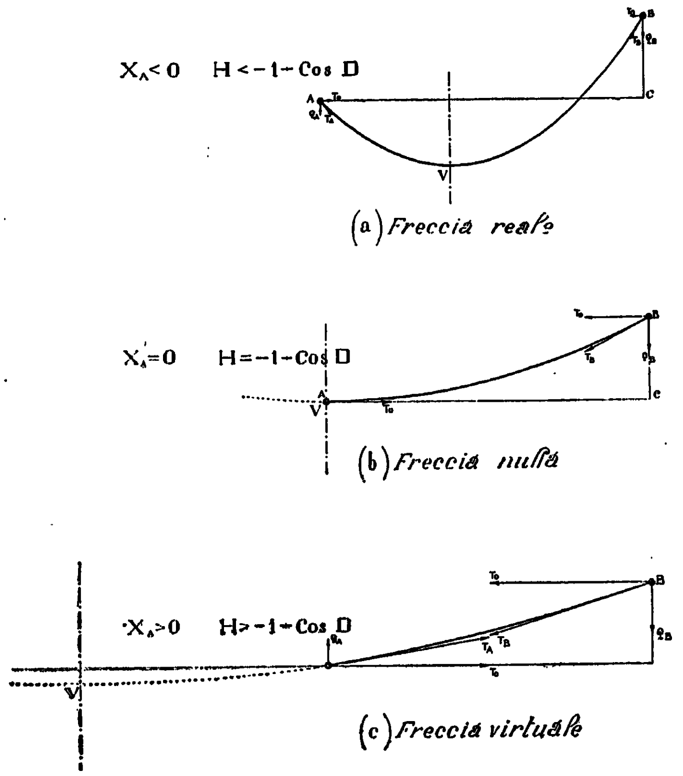


Fig. 22.

d) Catenaria a livello. — Se $H = 0$ deve essere:

$$U = o\ ,\ -X_A = X_B = \frac{D}{2}\ ,\ Y_A = Y_B = \mathrm{Cos}\frac{D}{2}.$$

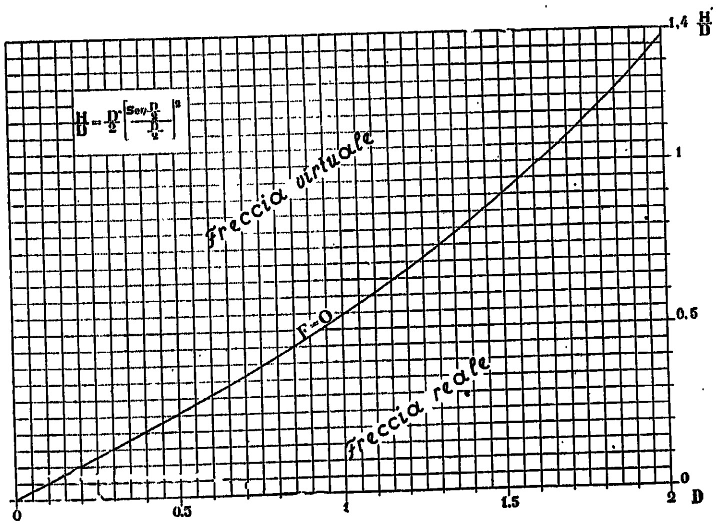


Fig. 23.

La freccia assume l'espressione semplicissima:

$$\left.\begin{aligned} F_0 &= -1 + \mathrm{Cos}\frac{D}{2} = 2\,\mathrm{Sen}^2\frac{D}{4} \\ f_0 &= \qquad\qquad = 2\,a\,\mathrm{Sen}^2\frac{d}{4\,a} \end{aligned}\right\} \qquad (9/6)$$

da cui:

$$\frac{F_0}{D} = \frac{D}{8}\left[\frac{\mathrm{Sen}\frac{D}{4}}{\frac{D}{4}}\right]^2 = \frac{D}{8}\left[1 + \frac{D^2}{48} + \frac{D^4}{5760} + \dots\right] \qquad (9/7)$$

Potremo quindi scrivere:

$$\frac{F_0}{D} = \frac{D}{8}\,\frac{100 + \varepsilon_2}{100} \qquad (9/8)$$

ove ε_2 è espresso dalla 4/11 ed è direttamente valutabile col diagramma della fig. 13.

Ne seguono le formule pratiche di impiego corrente:

$$F_0 = \frac{D^2}{8}\,\frac{100 + \varepsilon_2}{100} \qquad (9/9)$$

$$f_0 = \frac{d\,D}{8}\,\frac{100 + \varepsilon_2}{100} = \frac{d^2}{8}\,\frac{\delta}{T_0}\,\frac{100 + \varepsilon_2}{100}. \qquad (9/10)$$ (4)

Sempre per catenarie a livello valgono poi le relazioni:

$$L_0 = 2\sqrt{F_0^2 + 2\,F_0} \qquad (9/11)$$

$$\frac{L_0}{F_0 + 1} = 2\,\mathrm{Tg}\frac{D}{2} \qquad (9/12)$$

$$\frac{d\,F_0}{d\,D} = \frac{1}{2}\,\mathrm{Sen}\frac{D}{2} = \frac{L_0}{4} \qquad (9/13)$$

$$\left.\begin{aligned} L_0 &= D + \frac{8}{3}\,\frac{F_0^2}{D}\,\frac{100 + \varepsilon_1 - 2\,\varepsilon_2}{100} \\ l_0 &= d + \frac{8}{3}\,\frac{f_0^2}{d}\,\frac{100 + \varepsilon_1 - 2\,\varepsilon_2}{100} \end{aligned}\right\} \qquad (9/14)$$

Dalla 9/12 (ricordando che $\mathrm{Tg}\,X$ tende a 1 col crescere di X) deduciamo che il rapporto:

$$\frac{L_0}{F_0 + 1} = \frac{l_0}{f_0 + a}$$

tende a 2 col crescere della campata assoluta. (Per $D/2$ = 2,65 il detto rapporto è uguale a 2 a meno di 1/100.

Dalla 9/13 ricaviamo invece che la catenaria a livello gode di una singolare proprietà: la curva F_0 in funzione di D è, in una scala opportuna, l'integrale della curva L_0 in funzione di D. Dato che per valori non troppo grandi di D la curva L_0 ha andamento praticamente rettilineo, la curva F_0 nello stesso campo di valori di D deve praticamente coincidere con una parabola.

Dalle 9/14 posto $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0$ (catenarie relativamente corte) si deduce la formula di uso tanto diffuso nel calcolo parabolico:

$$l_{0a} = d + \frac{8}{3}\,\frac{f_0^2}{d}.$$

e) ESEMPIO.

Si consideri ancora la catenaria degli esempi precedenti:

$$d = 600\ \mathrm{m}\ ,\quad h = 100\ \mathrm{m}\ ,\quad a = 1000$$

$$D = 0{,}600\ ,\quad H = 0{,}100\ ,\quad \frac{H}{D} = 0{,}16667$$

per la quale abbiamo già determinato (paragr. 8 *e*):

$$Y_A = 1{,}00940.$$

Si avrà subito (9/1):

$$F = Y_A - 1 = 1{,}00940 - 1 = 0{,}00940$$

e quindi:

$$f = a\,F = 1000 \cdot 0{,}00940 = 9{,}40\ \mathrm{m}.$$

---

(4) La 9/10 conduce alla formula approssimata conosciutissima:

$$f_{0a} = \frac{d^2}{8}\cdot\frac{\delta}{T_0}, \qquad (a)$$

che, per la 11/5, diviene:

$$f_{0a} = Y_B\,\frac{d^2}{8}\,\frac{\delta}{T_B}. \qquad (b)$$

Scrivere dunque, in luogo della (*a*) la relazione:

$$f_{0a} = \frac{d^2}{8}\,\frac{\delta}{T_B}$$

equivale a supporre $Y_B = 1$, ciò che è lecito solo per campate molto corte. Per campate lunghe l'errore può essere assai forte (Tav. II). (Vedasi Costes, 1930).

Più rapidamente dalla Tav. IV si sarebbe ricavato:

$$\frac{F}{D} = \frac{f}{d} = \sim 0{,}0155$$

e quindi:

$$f = \sim 0{,}0155 \times 600 = \sim 9{,}30 \text{ m.}$$

Il *problema inverso,* di scarso interesse, si risolve colla Tav. IV. Dato f e cioè f/d, essendo sempre noto $H/D = h/d$ si determina subito D.

10. - Saetta S.

a) In pratica la freccia f costituisce un elemento di difficile valutazione. Infatti (fig. 24) per regolare la catenaria in base alla freccia un osservatore dovrebbe spotarsi lungo il palo I fino a raggiungere un punto V' tale che $AV' = f$, e far tendere il filo fino a che l'orizzontale per V' sia tangente alla catenaria. L'osservatore dovrebbe essere munito di livello. Invece traguardando secondo la visuale $M' M''$ (ove $A M' = B M'' = s$) la saetta sarà proprio s quando la catenaria sarà tangente a detta visuale $M' M''$.

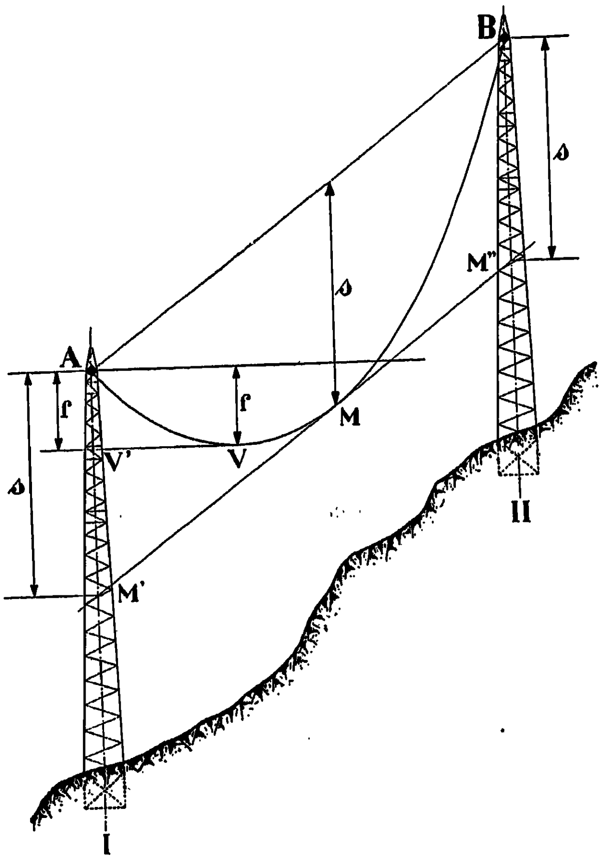


Fig. 24.

Da ciò risulta il maggiore interesse della saetta nei confronti della freccia. Risulta anche che le saette maggiori dell'altezza del palo sono, in generale, prive di impiego pratico.

b) Calcolo della saetta S.

Per definizione (parag. 3) la tangente MT (fig. 25) deve essere parallela alla retta AB cioè $B\hat{A}C = M\hat{T}O = \psi$. La retta MT essendo tangente in M alla catenaria, si avrà (parag. 4 *c*):

$$\psi = g\,d\;X_M.$$

Abbiamo già avuto occasione di notare che l'angolo ψ differisce assai poco da:

$$\varphi = g\,d\,\frac{U}{2}.$$

In questo caso, anche un leggero errore nella valutazione del punto di tangenza M non può portare un errore aprezzabile nel calcolo di $S = MN$. Porremo dunque:

$$\psi = \varphi \quad , \quad X_M = \frac{U}{2} \qquad (10/1)$$

cioè ammetteremo che ***il punto M cada nel punto medio della campata.*** Il lettore potrà utilmente verificare questa regola pratica su archi di catenaria esattamente tracciati (per es., su quelli della Tav. VI), scegliendo a caso i punti A e B.

Ne segue (fig. 25):

$$S = Y_A + \frac{1}{2} H - \text{Cos}\,\frac{U}{2} =$$

$$= \text{Cos}\,\frac{U-D}{2} + \text{Sen}\,\frac{U}{2}\,\text{Sen}\,\frac{D}{2} - \text{Cos}\,\frac{U}{2}$$

cioè:

$$S = 2\,\text{Sen}^2\frac{D}{4}\,\text{Cos}\,\frac{U}{2} \qquad (10/2)$$

$$\frac{S}{D} = \frac{D}{8}\left[\frac{\text{Sen}\,\frac{D}{4}}{\frac{D}{4}}\right]^2 \text{Cos}\,\frac{U}{2} \qquad (10/3)$$

Confrontando la 10/3 colla 9/7 risulta:

$$\frac{S}{D} = \frac{F_0}{D}\,\text{Cos}\,\frac{U}{2} \qquad (10/4)$$

Cioè:

$$\frac{\mathbf{S}}{\mathbf{D}} = \frac{\mathbf{D}}{\mathbf{8}}\,\frac{\mathbf{1}}{\cos\psi}\,\frac{\mathbf{100} - \varepsilon + \varepsilon_2}{\mathbf{100}} \qquad (10/5)$$

ove le correzioni percentuali ε e ε_2 (sovente trascurabili) sono ricavabili dai diagrammi (figg. 18 e 13).

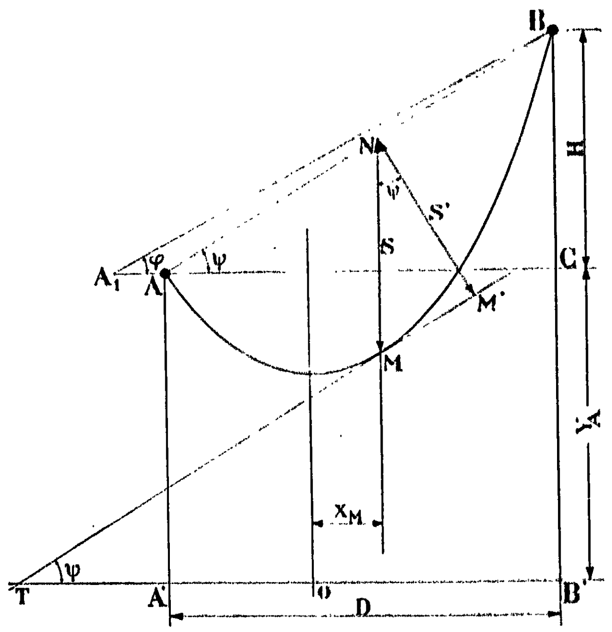


Fig. 25.

Ne seguono le formule pratiche, di uso corrente:

$$\left.\begin{aligned} \mathbf{S} &= \frac{1}{8}\,\mathbf{D}^2\,\frac{1}{\cos\psi}\,\frac{100 - \varepsilon + \varepsilon_2}{100} \\ \mathbf{s} &= \frac{1}{8}\,\mathbf{d\,D}\,\frac{1}{\cos\psi}\,\frac{100 - \varepsilon + \varepsilon_2}{100} = \\ &= \frac{1}{8}\,\mathbf{d}^2\,\frac{\delta}{\mathbf{T}_0}\,\frac{1}{\cos\psi}\,\frac{100 - \varepsilon + \varepsilon_2}{100} \end{aligned}\right\} \qquad (10/6)$$

Per $H = 0$, $S_0 = F_0$ come era prevedibile.

Il lettore noti che i rapporti L/S, Z/S, L/Z sono indipendenti dal dislivello e che L, S, Z sono legate da un'equazione assai semplice:

$$(Z - S)\,S = \left(\frac{L}{2}\right)^2.$$

c) Se in luogo del segmento $S = MN$ interessasse il segmento (fig. 25):

$$S' = M'N \quad \text{(normale ad } AB)$$

si avrebbe subito:

$$S' = S\cos\psi = F_0\,\frac{100 - \varepsilon}{100} \qquad (10/7)$$

e quindi le formule pratiche:

$$\left.\begin{aligned} S' &= \frac{1}{8} D^2 \frac{100-\varepsilon+\varepsilon_2}{100} \\ s' &= \frac{1}{8} d D \frac{100-\varepsilon+\varepsilon_2}{100} = \frac{1}{8} d^2 \frac{\delta}{T_0} \frac{100-\varepsilon+\varepsilon_2}{100}. \end{aligned}\right\} \quad (10/8)$$

d) Verifica della saetta (e del tiro) in una linea già costruita.

Può eseguirsi detta verifica imprimendo al filo delle oscillazioni pendolari o degli impulsi. Vedasi: HELY (1919), ABEL YOBIN (1919), MAZZONI (1929).

e) ESEMPIO.

Si consideri la catenaria:

$$d = 600\,\text{m} \quad , \quad h = 100\,\text{m} \quad , \quad a = 1000$$

$$D = 0{,}600 \quad , \quad H = 0{,}100 \quad , \quad \frac{H}{D} = 0{,}16667$$

$$\frac{1}{\cos\psi} = 1{,}01379.$$

Le figg. 18 e 13 consentono di determinare $\varepsilon = 0{,}04$, $\varepsilon_2 = 0{,}75$, quindi (10/5):

$$\frac{S}{D} = \frac{0{,}600}{8} \cdot 1{,}01379 \, \frac{100 - 0{,}04 + 0{,}75}{100} = 0{,}07657$$

$$s = d \frac{S}{D} = 600 \cdot 0{,}07657 = 45{,}942\ \text{m}.$$

11. - Tensione del filo e sforzo sugli appoggi.

a) Abbiamo detto (parag. 3) che la tensione T_P in ogni punto P del filo può scomporsi nelle sue componenti T_0 e Q_P, la prima normale, l'altra parallela alla direzione della forza agente (fig. 6). La catenaria gode della proprietà caratteristica di avere in ogni suo punto T_0 = costante.

T_P essendo diretto secondo la tangente alla curva avremo:

$$\operatorname{tg}\varphi_P = \left[\frac{dY}{dX}\right]_P = \operatorname{Sen} X_P \qquad (11/1)$$

e quindi:

$$\cos^2\varphi_P = \frac{1}{1+\operatorname{tg}^2\varphi_P} = \frac{1}{1+\operatorname{Sen}^2 X_P} = \frac{1}{\operatorname{Cos}^2 X_P} = \frac{1}{Y^2_P}$$

cioè (a meno del segno):

$$\cos\varphi_P = \frac{1}{Y_P}. \qquad (11/2)$$

Ne segue:

$$T_P = \frac{T_0}{\cos\varphi_P} = T_0 Y_P. \qquad (11/3)$$

Dato che T_0 è costante ne deduciamo che il valore della tensione in ciascun punto del filo può rappresentarsi coll'ordinata del punto stesso, nel sistema di assi ortogonali da noi scelto. In altre parole: *il diagramma delle tensioni è la catenaria stessa.* Scala delle tensioni: $OV = a$ (metri) $= T_0$ kg/mm² (fig. 6).

La tensione è dunque massima nel punto ove Y_P è massimo (cioè nell'appoggio superiore B), ed è minima in V ove assume il valore $T_V = T_0$. Notiamo ancora che (a meno del segno):

$$Q_P = T_0 \operatorname{tg}\varphi_P = T_0 \operatorname{Sen} X_P = T_0 L_{VP} = T_0 \frac{l_{VP}}{a} = \delta\, l_{VP}. \qquad (11/4)$$

La tensione Q sarà assunta positiva quando è diretta nello stesso senso della forza agente.

b) Tensione del filo agli appoggi in kg/mm².

Appoggio superiore B:

Tensione totale	$T_B = T_0 \operatorname{Cos} X_B = T_0 Y_B$	(11/5)
Componente normale alla direzione forza agente	$T_0 = \qquad = T_0$	
Componente parallela alla direzione forza agente	$Q_B = T_0 \operatorname{Sen} X_B = T_0 L_{VB}$	

Appoggio inferiore A:

Tensione totale	$T_A = T_0 \operatorname{Cos} X_A = T_0 Y_A$	(11/6)
Componente normale alla direzione forza agente	$T_0 = \qquad = T_0$	
Componente parallela alla direzione forza agente	$Q_A = -T_0 \operatorname{Sen} X_A = T_0 L_{VA}$	

Ne seguono le espressioni seguenti che legano le tensioni T_A, T_B, T_0 nei tre punti singolari del filo (appoggi A, B e vertice V):

$$T_A - T_0 = \delta f \qquad = T_0 F \qquad (11/7)$$

$$T_B - T_0 = \delta (h + f) = T_0 (H + F) \qquad (11/8)$$

$$T_B - T_A = \delta h \qquad = T_0 H \qquad (11/9)$$

$$Q_A + Q_B = \delta\, l_{AB} \qquad = T_0 L_{AB} \qquad (11/10)$$

Tutte queste espressioni hanno un contenuto fisico evidente.

c) Sforzi sui sostegni.

Si noti che (fig. 22):

— se la freccia è reale, cioè se V cade fra A e B, le due forze Q_A e Q_B hanno lo stesso senso. Diremo che i due appoggi sono *compressi;*

— se la freccia è nulla, cioè V cade in A, $Q_A = 0$, l'appoggio superiore B è compresso, quello inferiore è solo sollecitato dalla componente normale (costante) T_0;

— se la freccia è virtuale, cioè V è esterno al tratto AB di catenaria, Q_A e Q_B hanno segno contrario: l'appoggio superiore B è compresso, quello inferiore A è *strappato.*

Gli sforzi in kg che agiscono sui sostegni sono i seguenti, se σ è la sezione del filo in mm²:

Sostegno superiore B: Sforzo totale	$\sigma\, T_B$	11/11
Componente normale alla direz. forza agente . . .	$\sigma\, T_0$	
Componente parallela alla direz. forza agente . . .	$\sigma\, Q_B$	
Sostegno inferiore A: Sforzo totale	$\sigma\, T_A$	11/12
Componente normale alla direz. forza agente . . .	$\sigma\, T_0$	
Componente parallela alla direz. forza agente . . .	$\sigma\, Q_A$	

d) Calcolo di T_B.

Essendo (11/5):

$$T_B = T_0 Y_B = \delta d \frac{Y_B}{D} = \frac{1}{2}\delta d \left[\frac{Z}{D} + \frac{H}{D}\right] \qquad (11/13)$$

il calcolo di T_B è ricondotto a quello di Z/D (che già abbiamo considerato al paragr. 5 *e*).

In particolare potremo dire che la Tav. III rappresenta, in una scala opportuna, *il diagramma universale delle tensioni T_B.* Ciò è assai importante per la pronta determinazione della tensione (massima) T_B.

Analogamente: conosciuto T_0 la Tav. II consente di determinare $T_B = T_0 Y_B$. La Tav. II è dunque il *diagramma universale delle tensioni massime T_B* quando si assuma *T_0 come unità di tiro.*

Non sarà superfluo ricordare che i diagrammi delle Tav. II e III valgono qualunque sia il filo, la campata, il dislivello, il carico.

e) Problema inverso: dato T_B determinare Y_B/D o Z/D e quindi D. Si hanno subito dalle 11/13 le formule risolutive:

$$\frac{Y_B}{D} = \frac{T_B}{\delta d} \qquad (11/14)$$

$$\frac{Z}{D} = 2\frac{T_B}{\delta d} - \frac{H}{D} \qquad (11/15)$$

e quindi D col procedimento già noto (parag. 8 *b*, 5 *e*).

Se ricordiamo quanto abbiamo visto al paragr. 5 *f* possiamo scrivere che:

— vi sono due catenarie diverse per un dato tiro massimo (in pratica si considera solo quella con parametro maggiore o con D minore);

— per un dato d e un dato carico δ vi è una catenaria che assicura la *minima sollecitazione del filo.* Questa sollecitazione minima sarà espressa dalle formule (5/23, 5/24, 11/13):

$$\left.\begin{aligned} T_B &= \frac{1}{2}\left[\frac{1{,}509}{\cos\psi} + \frac{H}{D}\right]\delta d \quad \text{per } H \neq 0 \text{ (approssimata)} \\ T_B &= 0{,}754\,\delta d \qquad\qquad\qquad \text{per } H = 0 \text{ (esatta)} \end{aligned}\right\} \quad (11/16)$$

Le formule 11/16 consentono di valutare la *massima campata d* che si può ammettere con un dato carico δ e con un certo tiro T_B. Per esempio, per la catenaria a livello ($H = 0$) si avrà:

$$d = 1{,}326 \frac{T_B}{\delta}. \qquad (11/17)$$

Questa condizione di minimo tiro o di massima campata d è caratterizzata da un particolare valore della campata assoluta D, precisamente (paragr. 4 *e*, 5 *f*):

$$D = 2{,}400 \qquad (\text{per } H = 0).$$

La freccia F_0 sarà dunque espressa da:

$$F_0 = -1 + \mathrm{Cos}\frac{D}{2} = 0{,}811$$

e quindi:

$$\frac{F_0}{D} = \frac{0{,}811}{2{,}400} = 0{,}338. \qquad (11/18)$$

La freccia è circa 1/3 della campata. La condizione di minimo tiro non non ha dunque che un valore teorico; in pratica non è tollerabile un così grande valore della freccia e quindi occorre tendere maggiormente il filo, scegliendo valori di d assai inferiori a quelli massimi definiti dalla 11/17.

f) ESEMPI.

Calcolo di T_B: Si abbia la catenaria:

$$d = 600\ \mathrm{m}\ ,\ h = 100\ \mathrm{m}\ ,\ a = 1000\ \mathrm{m}\ ,\ \delta = 2{,}8 \times 10^{-3}\ \mathrm{kg/m\ mm^2}$$

$$D = 0{,}600\ ,\ H = 0{,}100\ ,\ \frac{H}{D} = 0{,}16667,\ \frac{1}{\cos\psi} = 1{,}01379.$$

Otteniamo subito (Tav. II) con sufficiente approssimazione per questo genere di calcoli:

$$Y_B = 1{,}11$$

e quindi:

$$T_0 = a\,\delta = 1000 \cdot 2{,}8 \cdot 10^{-3} = 2{,}800\ \mathrm{kg/mm^2}$$

$$T_B = T_0 Y_B = 2{,}8 \cdot 1{,}11 = 3{,}108\ \mathrm{kg/mm^2}.$$

Problema inverso: Questo problema è del più alto interesse pratico. Dato:

$$d = 600\ \mathrm{m}\ ,\ h = 100\ \mathrm{m}\ ,\ T_B = 3{,}108\ \mathrm{kg/mm^2}\ ,\ \delta = 2{,}8 \times 10^{-3}\ \mathrm{kg/m.mm^2}$$

$$\frac{H}{D} = \frac{h}{d} = 0{,}16667\ ,\ \frac{1}{\cos\psi} = 1{,}01379$$

si voglia determinare D e a.

Si avrà (11/14, 11/15):

$$\frac{Y_B}{D} = \frac{T_B}{\delta d} = \frac{3{,}108}{2{,}8 \cdot 10^{-3} \cdot 600} = 1{,}850$$

oppure:

$$\frac{Z}{D} = 2\frac{T_B}{\delta d} - \frac{H}{D} = 2 \cdot 1{,}850 - 0{,}167 = 3{,}533$$

e quindi si ricade in problemi già risolti ai paragr. 8 *b*) e 5 *e*).

Per questo calcolo non occorre una scrupolosa esattezza. In generale esso potrà eseguirsi col regolo, trascurando anche le solite correzioni ε.

Campata massima (5).

A titolo di semplice curiosità calcoliamo la massima campata (a livello) che si può ammettere per i fili dei materiali usuali.

Si supponga dapprima che siano nulli gli eventuali sovraccarichi (vento, ghiaccio, neve); il carico δ si ridurrà allora al solo peso proprio. Le campate massime possibili, e le frecce corrispondenti, *sollecitando il filo fino alla rottura*, sono consegnate nella seguente tabella:

MATERIALE	δ	T_B (carico rottura)	$\frac{T_B}{\delta}$	d (11/17)	f_0 (11/18)
	Kg/m.mm²	Kg/mm²	m	m	m
	$\cdot 10^{-3}$		$\cdot 10^3$		
Rame	8,9	35	3,93	5 210	1 760
Bronzo	8,9	60	6,74	8 940	3 040
Alluminio	2,7	19	7,04	9 340	3 160
Aldrey	2,8	32	11,42	15 140	5 120
Acciaio	7,8	120	15,38	20 400	6 820

Se si volesse garantire un certo coefficiente di sicurezza con un dato sovraccarico i valori T_B/δ dovrebbero essere convenientemente modificati e i valori di d e di f_0 subirebbero delle variazioni proporzionali.

Si voglia, ad esempio, garantire un coefficiente di sicurezza eguale a 3 per un filo di rame al carico massimo $\delta = 16 \times 10^{-3}$ kg/m. mm². Allora:

$$\frac{T_B}{\delta} = \frac{35}{3} \cdot \frac{1}{16 \times 10^{-3}} = 0{,}73 \times 10^3$$

e quindi:

$$d = 5210\frac{0{,}73}{3{,}93} = 967\ \mathrm{m}$$

$$f_0 = 1760\frac{0{,}73}{3{,}93} = 327\ \mathrm{m}.$$

(5) V. Schenkel (1922).

Dunque (qualora si faccia astrazione dalla freccia) una campata a livello di 967 m è la massima possibile col rame, nelle condizioni di sicurezza e di sovraccarico sopraindicate.

In pratica la necessità di mantenere la freccia entro limiti assai più ristretti obbligherà a tendere maggiormente il filo e quindi a ridurre la campata molto al disotto del valore sopraindicato.

12. - Tensione media τ.

a) Tensione media τ_D *rispetto alla campata* $D = X_B - X_A$:

$$\tau_D = \frac{1}{X_B - X_A}\int_{X_A}^{X_B} T\,dX = \frac{T_0}{D}\int_{X_A}^{X_B} Y\,dX = \frac{T_0}{D}(\mathrm{Sen}\,X_B - \mathrm{Sen}\,X_A)$$

cioè (6/1):

$$\tau_D = T_0\frac{L}{D} = T_0\frac{l}{d}. \qquad (12/1)$$

Questo valore di τ è l'*ordinata media del diagramma delle tensioni* al quale abbiamo accennato precedentemente (paragr. 11 *a*).

b) Tensione media τ_L *rispetto alla lunghezza del filo* L:

$$\tau_L = \frac{1}{L}\int_0^L T\,dL = \frac{T_0}{L}\int_0^L Y\,dL$$

Essendo:

$$Y = \mathrm{Cos}\,X\ ,\ dL = \mathrm{Cos}\,X\,dX$$

avremo:

$$\tau_L = \frac{T_0}{L}\int_{X_A}^{X_B} \mathrm{Cos}^2 X\,dX =$$

$$= \frac{T_0}{2L}\left\{D + \frac{L^2 + H^2}{2\,\mathrm{Tg}\frac{D}{2}}\right\} \qquad (12/2)$$

e, in misure volgari:

$$\tau_L = \frac{T_0}{2l}\left\{d + \frac{l^2 + h^2}{2a\,\mathrm{Tg}\frac{d}{2a}}\right\}. \qquad (12/3)$$

c) Studio del rapporto $\frac{\tau_L}{\tau_D}$.

Dalle relazioni 12/1 e 12/2 ricaviamo:

$$\frac{\tau_L}{\tau_D} = \frac{D}{2L^2}\left\{D + \frac{L^2 + H^2}{2\,\mathrm{Tg}\frac{D}{2}}\right\}. \qquad (12/4)$$

Si noti intanto che per tutti i valori non troppo grandi di D, per i quali si possa ritenere:

$$\mathrm{Tg}\frac{D}{2} = \mathrm{Sen}\frac{D}{2} = \frac{D}{2}$$

cioè:

$$L^2 = H^2 + D^2$$

il rapporto precedente è eguale all'unità, e le due tensioni medie sono praticamente uguali.

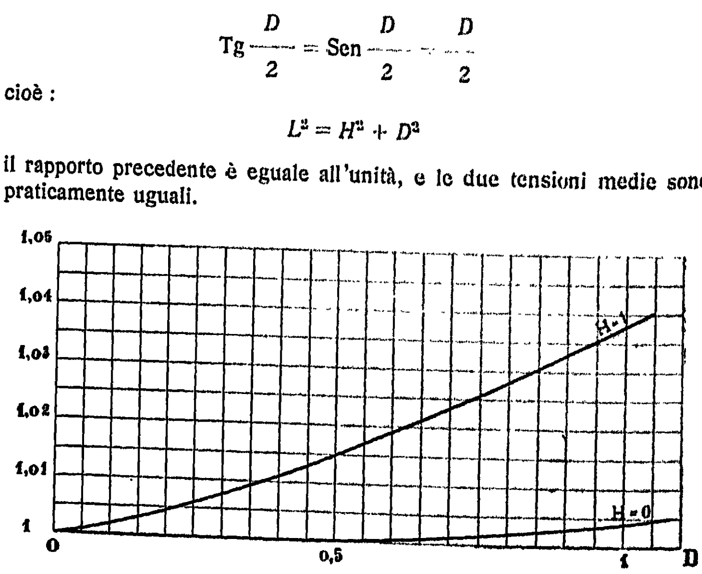


Fig. 26.

Per i valori maggiori di D, il rapporto τ_L/τ_D cresce (vedi fig. 26). Però è da notare che anche per una catenaria avente $D = 1$ e $H = 1$ (valori assai grandi), $\tau_L/\tau_D = 1{,}038$. L'errore che si commette assumendo τ_D in luogo di τ_L è inferiore al 4 %.

In generale noi assumeremo come valore della tensione media quello τ_D approssimato in difetto.

13. - Dilatazione del filo.

Abbiamo finora supposto il filo inestensibile. Però in pratica, il filo si dilata elasticamente per effetto dello sforzo di tensione che lo sollecita in ogni punto, e si dilata termicamente per effetto della temperatura ambiente.

La tensione non essendo costante lungo il filo, la dilatazione elastica non sarà uniforme. In altre parole il peso per metro lineare non sarà costante e *la curva di equilibrio non sarà una catenaria.*

Però è logico ammettere che per i fili a dilatazione elastica relativamente piccola (quali ad es., i fili di rame, di acciaio e di alluminio) l'effetto della dilatazione sulla sezione del filo (cioè sul peso per metro lineare) sia trascurabile. *In altre parole ammettiamo che la curva di equilibrio dei fili che noi consideriamo sia sempre una catenaria.*

E' evidente invece che se si dovesse tendere fra due punti fissi A e B un filo di gomma, la curva di equilibrio sarebbe assai diversa da una catenaria e le formule precedenti non potrebbero trovare applicazione.

Notiamo ancora che la piccolissima variazione del peso proprio dovuta alla dilatazione non uniforme, sarà tanto più trascurabile quanto più sarà grande il sovraccarico uniformemente ripartito lungo il filo (neve, vento, ecc.). In altre parole la curva di equilibrio è tanto più prossima alla catenaria quanto più il sovraccarico è grande.

Ricordiamo anche che, in pratica, i sovraccarichi dovuti al vento, alla neve, al ghiaccio, non possono avere carattere di assoluta uniformità lungo il filo.

Il tener conto quindi della leggerissima variazione del peso lineare (dovuta alla dilatazione elastica non uniforme) ha dunque soltanto un valore teorico, giacchè in pratica intervengono cause di errore ben altrimenti importanti, *delle quali non è possibile tener conto.*

14. - Dilatazione elastica e lunghezza a riposo.

a) Detta λ la lunghezza del filo «a riposo», cioè la lunghezza del filo non sollecitato da alcuna tensione, sarà:

$$l - \lambda = l \frac{\tau_L}{E} \qquad (14/1)$$

ove E è il modulo di elasticità in kg/mm² del materiale costituente il filo, e τ_L rappresenta la tensione media riferita alla lunghezza del filo, cioè quella espressa alla relazione 12/2.

Al parag. 12 abbiamo fatto vedere quanto poco τ_L differisca da τ_D. Notiamo qui, per incidenza, che la rigorosa determinazione di τ_D è superflua, dato che di E conosciamo solo valori medi, quali i seguenti:

per il rame	$E = 13\,000$ kg/mm²
» il bronzo . . .	$E = 12\,000$ »
» l'alluminio . . .	$E = 6\,400$ »
» l'acciaio . . .	$E = 21\,000$ »

Possiamo dunque con tutta tranquillità sostituire τ_D a τ_L, e scrivere la 14/1 nel modo seguente:

$$l - \lambda = l \frac{T_0}{E} \frac{l}{d}$$

cioè:

$$\boldsymbol{\lambda = l \left[1 - \frac{T_0}{E} \frac{l}{d} \right]}. \qquad (14/2)$$

In luogo della 9/1 avremmo potuto considerare l'equazione equivalente:

$$l - \lambda = \lambda \frac{\tau_L}{E}$$

che ci avrebbe condotti all'espressione:

$$l = \lambda \left[1 + \frac{T_0}{E} \frac{l}{d} \right]$$

oppure, senza errore apprezzabile:

$$\boldsymbol{l = \lambda \left[1 + \frac{T_0}{E} \frac{\lambda}{d} \right]}. \qquad (14/3)$$

La 14/2 ci permette di calcolare λ se è nota l, mentre la 14/3 ci permette di calcolare l se è nota λ.

I calcoli relativi sono facilitati dalla conoscenza del rapporto l/d o λ/d, rapporto che bisogna qui conoscere anche solo grossolanamente, dato che anche di E conosciamo solo valori medi.

Sovente anzi per le linee elettriche (che costituiscono catenarie molto tese) si può, senza errore sensibile, *nel calcolo della dilatazione*, confondere la lunghezza del filo colla distanza fra gli appoggi:

$$\frac{l}{d} = \frac{\lambda}{d} = \frac{AB}{AC} = \frac{1}{\cos\psi},$$

riducendo quindi le equazioni 14/2 e 14/3 alle forme più semplici.

$$\left.\begin{aligned} \lambda_a &= l \left[1 - \frac{T_0}{E} \frac{1}{\cos\psi} \right] \quad \text{(in eccesso)} \\ l_a &= \lambda \left[1 + \frac{T_0}{E} \frac{1}{\cos\psi} \right] \quad \text{(in difetto)} \end{aligned}\right\} \qquad (14/4)$$

Per le catenarie a livello $\cos\psi = 1$ quindi:

$$\left.\begin{aligned} \lambda_a &= l \left[1 - \frac{T_0}{E} \right] \quad \text{(in eccesso)} \\ l_a &= \lambda \left[1 + \frac{T_0}{E} \right] \quad \text{(in difetto)} \end{aligned}\right\} \qquad (14/5)$$

Ciò equivale dunque a supporre, per il calcolo della dilatazione, la tensione media τ eguale a quella minima T_0.

Ad ogni modo dal semplice confronto colle relazioni 14/2 e 14/3 sarà sempre possibile valutare, ove ciò si ritenesse necessario, l'errore commesso.

b) *Problema inverso*: dato λ determinare D. Dalla 14/3 ricaviamo:

$$\frac{l}{d} = \frac{\lambda}{d} \left[1 + \frac{T_0}{E} \frac{\lambda}{d} \right]$$

quindi (6/18):

$$D^2 = \frac{d^2}{a^2} = \frac{\delta^2 d^2}{T_0^2} =$$

$$= 24 \left\{ \frac{\lambda}{d} \cos\psi \left[1 + \frac{T_0}{E} \frac{\lambda}{d} \right] \frac{100 + \varepsilon}{100} - 1 \right\} \frac{100 - \varepsilon_3}{100}$$

da cui:

$$\mathbf{T_0^2 = \frac{K_1}{K_2 + T_0}} \qquad (14/6)$$

ove:

$$\left.\begin{aligned} \mathbf{K_1} &= \mathbf{E \frac{d^2}{\lambda^2} \frac{\delta^2 d^2}{24 \cos\psi} \frac{100 - \varepsilon + \varepsilon_3}{100}} \\ \mathbf{K_2} &= \mathbf{E \frac{d^2}{\lambda^2} \left[\frac{\lambda}{d} - \frac{1}{\cos\psi} \frac{100 - \varepsilon}{100} \right]} \end{aligned}\right\} \qquad (14/7)$$

L'equazione 14/6 risolve il problema. Per la sua risoluzione pratica si può costruire un abaco semplicissimo (Tav. V). Però notiamo che il regolo ordinario consente la facile soluzione della 14/6, senza far uso di questo abaco. Basterà porre nel secondo membro della 14/6 un valore di T_0 anche grossolanamente approssimato, per ottenere un valore di T_0 molto più esatto; quindi, partendo da questo nuovo valore di T_0 se ne ricaverà, collo stesso sistema, un altro ancora più approssimato. I coefficienti correttori ε si introdurranno nel calcolo dopo aver trovato un valore di T_0 (e quindi di D) sufficientemente approssimato, e si calcoleranno colle figg. 18 e 13.

Determinato T_0 si ha subito:

$$D = \frac{\delta d}{T_0} \quad , \quad a = \frac{T_0}{\delta}.$$

Formule approssimate. — Se in luogo della 6/18 avessimo adottato la formula approssimata 6/19 avremmo ottenuto ancora la 14/6, ove però:

$$\left.\begin{aligned} K_1 &= E \frac{d^2}{\lambda^2} \frac{\delta^2 d^2}{24} \cos\psi \\ K_2 &= E \frac{d^2}{\lambda^2} \left(\frac{\lambda}{d} - \frac{1}{\cos\psi} \right) \end{aligned}\right\} \qquad (14/8)$$

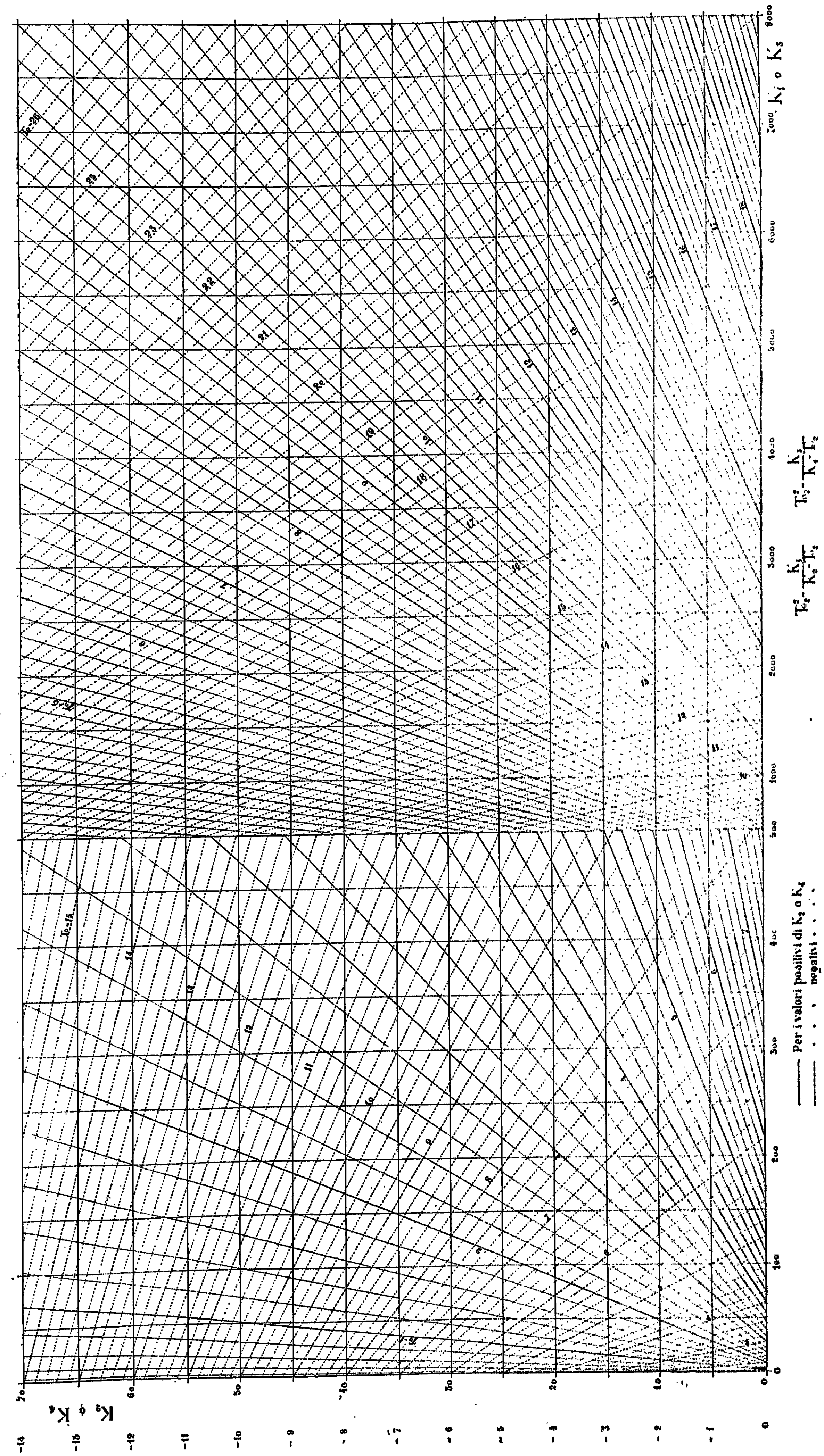

K_1 o K'_3
$T_{02}^2 = \frac{K_1}{K_2 - T_2}$
$T_{02}^2 = \frac{K_3}{K_4 - T_2}$
Per i valori positivi di K_2 o K_4
" " " negativi " "
K_2 o K_4

Tavola V.

e per catenarie a livello ($\cos\psi = 1$):

$$\left.\begin{aligned} K_1 &= E\frac{d^2}{\lambda^2} \quad \frac{\delta^2 d^2}{24} \\ K_2 &= E\frac{d^2}{\lambda^2}\left(\frac{\lambda}{d} - 1\right) \end{aligned}\right\} \qquad 14/9$$

Si noti che per campate molto corte può essere $\frac{\lambda}{d} < \frac{1}{\cos\psi}$ e quindi K_2 negativo.

ESEMPIO.

Calcolo di λ. — Si abbia la catenaria già considerata precedentemente:

$d = 600$ m , $h = 100$ m , $a = 1000$ m , $\delta = 2{,}8 \times 10^{-3}$ kg/m . mm²

$D = 0{,}600$, $H = 0{,}100$, $\frac{H}{D} = 0{,}1667$, $E = 6400$ kg/mm²

$$\frac{1}{\cos\psi} = 1{,}01379$$

per la quale abbiamo già calcolato (paragr. 6 *e*):

$$l = 617.190 \text{ m.}$$

Essendo:

$$T_0 = a\,\delta = 2{,}8 \cdot 10^{-3} \cdot 1000 = 2{,}8 \text{ kg/mm}^2$$

ne risulterà la dilatazione elastica:

$$l - \lambda = l\frac{T_0}{E}\,\frac{l}{d} = 617{,}190\frac{2{,}8}{6400}1{,}029 = 0{,}278 \text{ m}$$

e quindi:

$$\lambda = 617{,}190 - 0{,}278 = 616{,}912 \text{ m.}$$

Problema inverso. — Sia dato:

$d = 600$ m , $h = 100$ m , $\delta = 2{,}8 \times 10^{-3}$ kg/m . mm²

$\lambda = 616{,}912$, $E = 6400$ km/mm²

e si domandi il valore di D. Si calcoli:

$$\frac{H}{D} = \frac{h}{d} = 0{,}16667 \quad , \quad \frac{1}{\cos\psi} = 1{,}01379$$

$$\frac{\lambda}{d} = 1{,}02819 \quad , \quad \frac{\lambda^2}{d^2} = 1{,}05717$$

quindi (14/7)

$$K_1 = 724{,}7^1 \qquad K_2 = 89{,}66$$

e (14/6 Tav. V)

$$T_0 = 2{,}80.$$

Ne segue:

$$D = \frac{\delta\, d}{T_0} = \frac{2\,80 \cdot 600}{2{,}80} \times 10^{-3} = 0{,}600$$

$$a = \frac{d}{D} = \frac{600}{0{,}600} = 1000 \text{ m.}$$

Colle formule 14/8 si sarebbe ottenuto più rapidamente:

$$K_1 = 702 \qquad K_2 = 87$$

da cui (14/6) $T_0 = 2{,}80$. Questo esempio mette in evidenza il notevole grado di esattezza delle formule approssimate 14/8.

15. - Dilatazione termica.

Se alla temperatura θ_1 corrisponde la lunghezza a riposo λ_1, alla temperatura θ_2 corrisponderà la lunghezza a riposo λ_2 tale che:

$$\lambda_2 = \lambda_1\left[(1 + \alpha\,(\theta_2 - \theta_1)\right] \qquad (15/1)$$

ove α è il coefficiente di dilatazione lineare del materiale costituente il filo. In pratica si può assumere:

per il rame . . . . . . $\alpha = 17 \times 10^{-6}$
» il bronzo . . . . . $\alpha = 17$ »
» l'alluminio . . . . . $\alpha = 23$ »
» l'acciaio . . . . . . $\alpha = 12$ »

(*Continua*).

ISOLATORI SOSPESI SENZA CEMENTAZIONE

A. PICCHI

Dopo avere indicato quali debbono essere le caratteristiche di un buon isolatore sospeso senza cementazione si descrive il nuovo modello Picchi-Benedetti nel quale l'isolante soggetto a sola compressione presenta grandissima resistenza meccanica e anche se frantumato non lascia cadere il conduttore come avviene spesso cogli isolatori cementati.

Il nuovo tipo nel quale le parti meccaniche si montano e si smontano colla massima facilità potendo essere riutilizzate immediatamente, dato il costo limitato e la sicurezza assoluta, supera gli altri tipi e, per ammarraggi e attraversamenti non richiede la doppia catena.

In una comunicazione fatta nel giugno 1928 alla Sezione di Firenze dell'A.E.I. circa la tecnica degli isolatori sospesi accennavo agli inconvenienti che si lamentavano negli isolatori cementati ed alla tendenza che già allora si manifestava per l'adozione di tipi non cementati.

Detti inconvenienti erano talvolta attribuiti all'invecchiamento degli isolatori ma l'esperienza di questi ultimi anni ha sempre meglio dimostrato che le rotture sono generalmente dovute a dilatazione del cemento che produce spaccature diametrali nella campana e conseguentemente rottura della porcellana in corrispondenza della strozzatura alla base della cappa con filamento del perno e caduta a terra del filo come risulta dalle figg. 1 e 2.

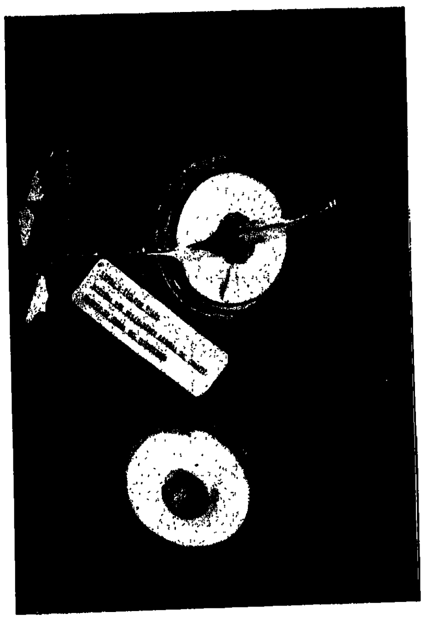


Fig. 1.

Se tali rotture, più frequenti di quel che non si creda non hanno causato in generale disgrazie mortali ciò è dovuto probabilmente al fatto che, trattandosi di condutture ad altissima tensione quasi sempre con centro a terra, la caduta del filo provoca l'immediato scatto degli automatici e quindi resta notevolmente diminuita la probabilità di casuale contatto con persone.

Per tensioni medie il pericolo è invece maggiore per la possibilità che, pur trovandosi una fase a terra, non funzionino gli automatici. Occorre anche tener presente a proposito dei pericoli in caso di rottura di isolatori che, nel caso del tipo rigido, se si fulmina l'isolatore generalmente si rompe anche il filo in corrispondenza dell'attacco provocando l'interruzione della corrente, mentre per gli isolatori sospesi può avvenire quando le campate sono brevi che, rotto l'isolatore, il conduttore resti sospeso a mezz'aria con gravissimo e prolungato pericolo per i passanti.

E' quindi naturale che si sia cercato in questi ultimi anni di ottenere isolatori sospesi senza cemento e costruiti in modo da eliminare il pericolo dello sfilamento del perno. Perchè si possa giudicare quale dei diversi modelli attualmente in commercio risolve meglio il problema è opportuno tener presenti quali possano essere le caratteristiche che per il sicuro ed economico esercizio di una linea di trasmissione possono essere imposte ai fornitori di isolatori di tale tipo.

Onde garantire che il filo non possa cadere anche frantumandosi il dielettrico occorre anzitutto che questo sia soggetto a soli sforzi di compressione potendo così l'isolatore resistere a sforzi di trazione molto più alti che nei tipi ordinari e che sia impedito ai frantumi del dielettrico di sfuggire dopo avvenuta la rottura. E' poi necessario che gli appoggi fra le parti metalliche della cappa e del perno coll'isolante, non ostacolino le dilatazioni e contrazioni dovute a variazioni di temperatura e conviene che il montaggio di esse possa farsi agevolmente senza speciali attrezzature e che dette parti possano essere recuperate senza difficoltà dagli isolatori fulminati rendendo così minima la necessità di isolatori montati di riserva potendosi fare la sostituzione anche sul posto.

E' anche opportuno che detti isolatori non differiscano nelle dimensioni generali e nei dettagli degli attacchi dai tipi standard in modo da potere essere sostituiti ad essi senza difficoltà.

Infine è desiderabile che non vi sia differenza sensibile fra il loro costo e quello degli isolatori cementati.

A tutti questi requisiti, eccetto gli ultimi due, risponde il modello P.B. da me descritto nella citata comunicazione e che già da tempo è in corso di esperimento presso importantissime Società Elettriche dell'Alta Italia e Italia Centrale con ottimi resultati. La fig. 3 rappresenta appunto catene di isolatori P.B. applicati ad un palo d'angolo della linea a 60.000 e 135.000 volt della Società Elettrica del Valdarno con campate di 214 e 280 metri e conduttori di 100 mm². Ottimi sono con detto tipo i resultati delle prove meccaniche ed elettriche. Essi hanno infatti resistito a 9600-9800 kg restando intatta la porcellana ma rompendosi il perno e nelle prove sotto pioggia una catena di 9 elementi P.B. ha resistito a 400 kV mentre 10 elementi normali di altro tipo sono giunti solo a 320 kV.

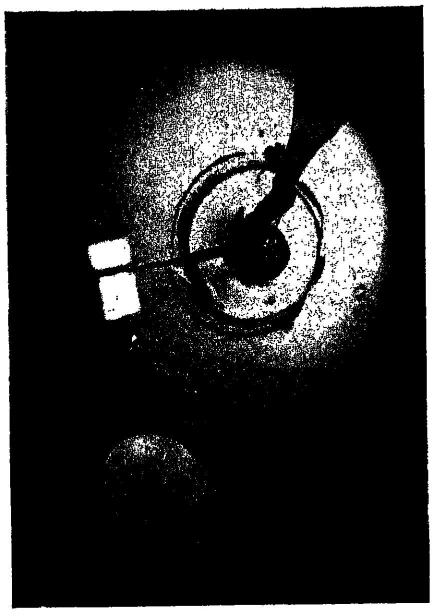


Fig. 2.

Coll'intento però di corrispondere a tutte le esigenze sono stati studiati alcuni perfezionamenti al modello suindicato ottenendosi una notevole semplificazione di costruzione e di montaggio con grande economia nel costo.

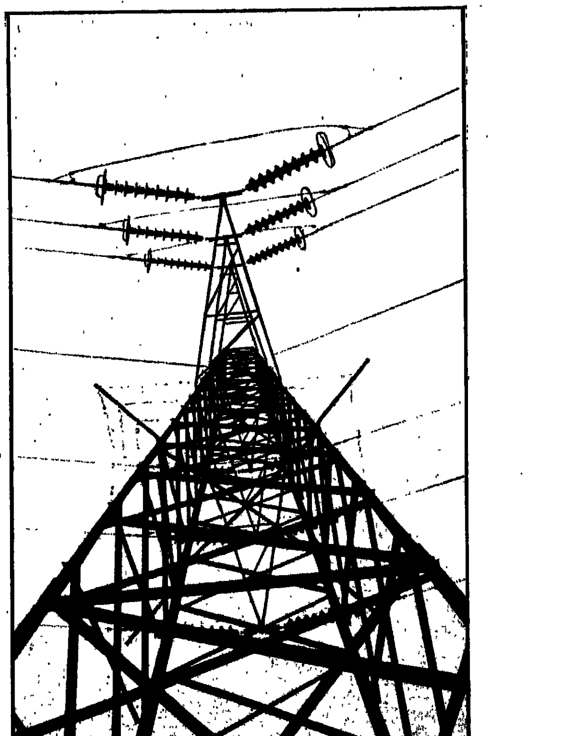


Fig. 3.

In detto tipo che è rappresentato dalla fig. 4 si ha anche il vantaggio di non avere discontinuità negli appoggi delle alette interne alla porcellana rendendosi più regolare la sollecitazione meccanica di questa e aumentandosi così la resistenza. L'essere poi la cappa in un sol pezzo ne aumenta notevolmente la resistenza togliendosi ogni dubbio circa possibilità di rottura degli anelli che erano stati adottati nel tipo precedente e che potevano anche rappresentare qualche inconveniente relativamente alle prove elettriche.

L'anello a superficie conica che nel nuovo tipo resta a contrasto fra bordo della cappa e isolante e che essendo diviso in due settori è di semplicissimo montaggio presenta come le alette interne un appoggio continuo colla porcellana.

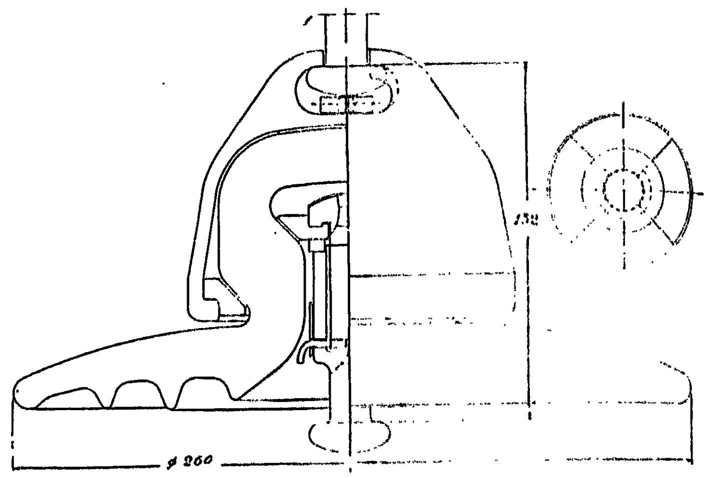


Fig. 4.

Il nuovo modello può evidentemente oltre che sostituire vantaggiosamente gli isolatori comuni nelle linee ad altissima tensione, trovare largo impiego anche per le tensioni medie e specialmente negli attraversamenti di strade, telefoni, telegrafi, tranvie e ferrovie essendo evidente la assoluta sicurezza raggiunta con detto tipo anche usando una sola catena in confronto di una coppia di isolatori rigidi o di una doppia catena di isolatori cementati pei quali, se pur poco probabile, non è impossibile la rottura simultanea di ambedue le catene e la caduta del filo.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sulla fondazione dei pali in ferro.

Riceviamo:

Nel n. 20 del 15 luglio 1931 de L'Elettrotecnica, *a pagina 481 e seguenti, si trova una breve memoria dell'Ing. L. Bonazzi, il quale illustrando un sistema dell'Ing. Salerni per fissare i sostegni dei tralicci in ferro ai blocchi di fondazione dice testualmente:* «.... L'idea non era nuova, ma l'applicazione pratica dei sistemi precedentemente tentati non aveva dato risultati soddisfacenti...

Vorrei invitare l'Ing. Bonazzi, per il cortese tramite di codesta On.le Redazione, a leggere la Memoria da me pubblicata negli Atti della Associazione Elettrotecnica, fin dal 15 novembre 1913, vol. XVII, pag. 1069 *col titolo:* «Come il buon senso e l'economia consigliano di progettare e costruire le fondazioni per pali metallici di linee elettriche». *Vi troverà la descrizione di tutti i pregi che egli attribuisce al sistema molto posteriore dell'Ing. Salerni. E vorrei anche pregarlo di venire una volta quaggiù a Napoli, ove troverà che il mio sistema è stato felicemente applicato nella linea dell'Ente Volturno, sulla quale abbiamo anche eseguito spostamenti e recuperi di pali, e non abbiamo mai avuto alcun inconveniente, sebbene i blocchi di fondazione siano stati eseguiti molto economicamente con murature di pozzolana.*

Dopo che avrà letto la mia memoria e verificato quanto sopra confido vorrà riconoscere la priorità del mio sistema ed il fatto che i suoi apprezzamenti sfavorevoli non possono riferirsi ad esso.

Prego codesta On.le Direzione di scusarmi per il disturbo e gradire i miei atti di ossequio.

Dev.mo

Ing. GIUSEPPE DOMENICO CANGIA.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimensile che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

XXXVI RIUNIONE ANNUALE

PERUGIA - 9-15 Ottobre 1931

Riassunti di Relazioni e Memorie presentate al Congresso

N. 8.

ISOLATORI PASSANTI PER ALTA TENSIONE

E. PUGNO VANONI.

Ho prospettato in questa relazione i problemi relativi alla costruzione degli isolatori passanti; sopratutto al fine di chiarirne il comportamento in esercizio, e di mostrare la via da seguire per il loro collaudo.

I. - Lo studio del campo elettrostatico.

Essendo questo problema già stato ampiamente trattato nella relazione presentata dall'Ing. Silva alla XXXII^a^ Riunione tenutasi a Como, ho qui semplicemente riassunto le formule ed i concetti fondamentali di elettrostatica su cui si basano i diversi tipi di passanti attualmente costruiti, indicando gli artifici utilizzati per ottenere la voluta distribuzione radiale e longitudinale dei campi.

Ho inoltre fornite indicazioni per il calcolo del valore reale delle capacità che formano i passanti a condensatore, tenendo presente la concentrazione del campo ai bordi delle armature, ed ho indicati quali sono i metodi sperimentali per studiare la ripartizione longitudinale nei passanti già costruiti.

Ho ricordato infine i metodi elettrolitici per lo studio completo del campo su appositi modelli di passanti, e richiamata l'attenzione sulla necessità di progettare il passante non come un apparecchio a sè, ma come parte della macchina su cui andrà montato, per poter valutare la reale distribuzione del campo in esercizio.

II. - I dielettrici usati nei passanti.

Premesso ai dati numerici che formano questa seconda parte della memoria qualche considerazione sulle proprietà dei dielettrici e sul significato dei coefficienti che si impiegano per definire queste proprietà, mi sono esteso a parlare del tanto incerto coefficiente di rigidità dielettrica, e dei vari modi di caratterizzare i dielettrici attraverso alla potenza in essi dissipata.

Ho dato poi dei valori numerici relativi all'aria, all'olio minerale, alla carta impregnata con resine artificiali e con olio, alle miscelle di olio e resine, alla porcellana.

III. - Il problema termico dei passanti.

Lo studio della ripartizione della temperatura nella massa del dielettrico che forma il passante, sotto l'azione del riscaldamento prodotto dalle perdite dielettriche e dalla corrente che percorre il conduttore centrale, può essere fatto da due punti di vista: la determinazione della tensione limite corrispondente alla perforazione di origine termica; oppure la determinazione delle temperature che si ottengono in esercizio, al fine di prevedere il comportamento del passante e calcolare la tensione massima applicabile.

Il primo problema è già stato da tempo trattato con risultati interessanti, benchè non completamente rispondenti alla realtà per il fatto che è difficile porre in equazione il complesso fenomeno che avviene all'atto della perforazione. Mi sono quindi limitato a riportare e discutere brevemente i risultati trovati dai vari autori che si sono occupati della questione.

Ho invece ritenuto interessante studiare a fondo il secondo problema, scrivendo l'equazione generale che si può porre per la zona del passante che è più sollecitata (entro il collare), e dandone la soluzione per alcuni casi fondamentali: passante con perdite notevoli nel rame e trascurabili nel dielettrico; passante con perdite trascurabili nel rame rispetto a quelle nel dielettrico, nei due casi della distribuzione radiale del campo, logaritmico ed uniforme.

Per semplificare l'uso delle formole risultanti che dànno la temperatura nelle singole parti della massa in funzione del raggio, della tensione applicata, delle proprietà del dielettrico e della temperatura della superficie, ho tracciato dei grafici.

Riassumendo le principali conclusioni di questo studio teorico, su quanto avviene nella massa del dielettrico, rileverò come nel caso del campo logaritmico la temperatura del conduttore interno (supposte nulle le perdite nel rame), è indipendente dallo spessore del dielettrico. Nel caso del campo radiale uniforme ciò non avviene, e le temperature risultano minori che nel caso precedente. I watt dissipati nella massa del dielettrico risultano però maggiori con il campo uniforme che con quello logaritmico.

Ho poi considerato il problema della trasmissione del calore dalla parete calda del passante al mezzo ambiente.

In base a considerazioni teoriche il coefficiente di conduzione esterna risulta diverso per la posizione verticale ed orizzontale del passante.

Per il diametro di cm 6,14 le due posizioni sono equivalenti dal punto di vista della trasmissione esterna del calore; per diametri superiori risulta più raffreddato il passante verticale, per diametri inferiori (ciò che però ha poca importanza nel caso reale) è più raffreddato il passante orizzontale. Queste differenze ho potuto constatare con alcune esperienze.

IV. - I diversi tipi costruttivi dei passanti moderni per alta tensione.

Accennato ai vecchi tipi di passanti a dielettrico massiccio senza armature, ho ricordato, mettendo in rilievo le loro proprietà, i tre tipi fondamentali di passanti che oggi si costruiscono, cioè:

— i passanti a dielettrico solido a condensatore (in carta impregnata di resine sintetiche, o di porcellana);

— i passanti a riempimento d'olio fluido;

— i passanti a riempimento con miscele.

Discussi i pregi ed i difetti di questi vari tipi, ho ricordato quali sono state le vie seguite per ottenere costruzioni sempre meglio rispondenti alle richieste della continuità d'esercizio.

Infine ho accennato molto brevemente all'utilizzazione dei passanti per il comando di istrumenti di misura e di relais.

V. - La prova dei passanti in sede di collaudo.

La verifica in sede di collaudo delle proprietà del passante viene compiuta normalmente quasi solo dal punto di vista elettrostatico, e più precisamente della distribuzione del campo longitudinale.

Infatti generalmente si collaudano i passanti considerandoli alla stessa stregua degli isolatori di linea, e quindi prescrivendo l'applicazione per un tempo variabile da 1 a 5 minuti della tensione di prova, e la determinazione della tensione critica (a secco, o sotto pioggia se si tratta di passanti per installazioni all'aperto).

Giova rilevare la differenza sostanziale che esiste tra le norme dei vari paesi. Le une danno in base alla tensione d'esercizio le tensioni di prova; le altre, più razionalmente, stabiliscono solo i metodi di prova e lasciano il coefficiente di sicurezza ad arbitrio del progettista dell'impianto.

Ho riportati in grafici i valori delle tensioni di prova e di scarica prescritte dalle norme italiane, inglesi, e tedesche, nonchè quelle adottate da alcune Case costruttrici, facendo qualche osservazione sulla esecuzione pratica della loro determinazione. Ho svolto poi qualche considerazioni sulla misura del «fattore d'impulso», e riferiti i dati sperimentali in proposito.

Accennato in seguito alle prove di durata, ho considerato le prove basate sulla misura delle perdite dielettriche, soffermandomi sulle modalità di queste misure e sugli errori che in esse si commettono.

Mostrata la non praticità di fissare un valore delle perdite per giudicare la bontà del passante, ho considerato alcuni cicli di misure (perdite in funzione della tensione — perdite in funzione della temperatura — perdite in funzione del tempo di applicazione della tensione nelle prove di durata) che servono assai bene a caratterizzare la qualità del dielettrico usato e la bontà della costruzione.

Ho chiuso esponendo uno schema di prove di collaudo che ritengo possa rispondere bene allo scopo, e che applicato alle forniture di passanti garantirebbe , a mio parere, contro le sorprese che spesso queste parti dell'apparecchiatura hanno dato in esercizio dopo aver superato brillantemente le ordinarie prove di tensione.

N. 9.

TRASFORMATORI PER IMPIANTI DI DISTRIBUZIONE A CORRENTE COSTANTE

G. SOMEDA.

La trasformazione da tensione costante a corrente costante, o meglio la derivazione da una rete ordinaria di distribuzione a tensione costante, di un circuito, di solito monofase, regolato a corrente costante, può farsi a mezzo di vari artifizi che vengono passati in rapida rassegna nella memoria. Il trasformatore a bobina mobile, malgrado i suoi inconvenienti, segnatamente quello di assorbire dalla rete una potenza apparente quasi costante e quindi di provocare elevati sfasamenti a carico ridotto, rappresenta la soluzione di uso comune, presentando notevoli pregi fra i quali va segnalata l'attitudine a man-

tenere la costanza della corrente secondaria, anche in presenza di sensibili oscillazioni della tensione primaria.

I vari tipi di trasformatori regolatori (in aria, in olio; a traslazione o a divaricamento della bobina) vengono presi in considerazione, per descriverne le caratteristiche costruttive e funzionali e dedurne i limiti di più conveniente applicazione; alcuni punti relativi ai procedimenti di calcolo sono pure illustrati e discussi.

Un particolare rilievo viene dato allo studio delle perdite nelle diverse condizioni di carico; esse appaiono ben determinabili in base alla misura delle perdite nel ferro a vuoto, delle perdite nel rame, nonchè delle perdite totali in corto circuito.

Alcune precauzioni e disposizioni costruttive per contenere le perdite addizionali entro limiti molto ristretti sono pure esposte, con l'indicazione di risultati sperimentali. La nota, che è corredata da varie fotografie, si completa con una breve trattazione sui trasformatori serie, dei quali si richiamano le principali caratteristiche, forme, limitazioni costruttive, in dipendenza della loro duplice finalità: di suddividere la tensione totale, generalmente elevata, dei circuiti principali (realizzando così un più facile e sicuro isolamento dell'impianto) e di adeguare in ogni zona della distribuzione il valore della corrente alle esigenze di miglior funzionamento delle lampade.

Questioni che riguardano più l'impianto nel suo insieme, che i trasformatori (come l'impiego di condensatori statici per rifasamento, la regolazione a mezza luce nelle tarde ore notturne, ecc.) sono semplicemente accennate.

N. 11.

TRASFORMATORI A PIU' AVVOLGIMENTI

C. Palestrino.

Coll'estendersi delle grandi reti di distribuzione ad altissima tensione e colla possibilità derivatane di alimentare in più punti reti di distribuzione esistenti a tensioni minori, per aumentarne la loro efficienza, si sono dimostrati molto utili nella pratica i trasformatori a tre e più avvolgimenti i quali permettono di evitare doppie trasformazioni e conseguenti maggiori perdite e maggiori spese. I trasformatori a tre avvolgimenti hanno già avuta larga applicazione, non così i trasformatori a quattro avvolgimenti che sono di rara installazione, perchè è caso difficile che in un punto convergano quattro tensioni diverse di alimentazione.

I trasformatori a tre avvolgimenti hanno trovato le loro prime applicazioni per la regolazione delle lunghe linee, data la possibilità che essi offrono di allacciare sul terziario i sincroni correttori di fase. Per questo particolare scopo da anni sono entrati in funzione là dove occorre compensare le cadute di tensione delle linee e dei trasformatori, come pure per aumentare l'efficienza degli impianti riducendo le correnti in quadratura.

Per evidenti ragioni pratiche ed economiche i sincroni si trovano nei punti più importanti e nei nodi caratteristici delle reti: questi punti in generale coincidono con impianti di trasformazione e si comprende come, per la necessità costruttiva di alimentare i sincroni a tensione ridotta, sia nata l'idea di combinare il trasformatore di distribuzione col trasformatore di alimentazione del sincrono.

L'altro caso assai interessante è quello corrispondente ad impianti nei quali si tratta di connettere fra di loro tre distinte reti.

I tre avvolgimenti potranno essere inseriti contemporaneamente, oppure a due a due; le potenze potranno essere trasformate in un senso o nell'altro, e nelle diverse combinazioni dei tre avvolgimenti le prestazioni dei singoli avvolgimenti dovranno essere studiate volta a volta a seconda delle condizioni particolari dell'impianto.

Trasformatori a tre avvolgimenti sono stati costruiti anche per avere un terziario a triangolo semplicemente come equilibratore. In Italia sono stati fino ad ora raramente impiegati trasformatori di tal genere.

Ciò molto probabilmente è dovuto al fatto che da noi sono pochi ancora i casi in cui si usa connettere direttamente alla terra il centro stella dei trasformatori monofasi connessi in trifase.

L'uso del terziario come ammortizzatore delle armoniche, ha pure trovato favore specialmente in America. Da noi solo in pochi casi esso è stato richiesto. Bisogna però riconoscere che tale applicazione oggi si rende superflua, perchè coi progressi delle costruzioni elettromeccaniche, le armoniche sono di effetti del tutto trascurabili.

Un argomento molto importante nella costruzione dei trasformatori a tre o più avvolgimenti si è quello della disposizione degli avvolgimenti sul nucleo. Considerazioni relative alle cadute di tensioni, e agli sforzi elettrodinamici che si sviluppano durante i cortocircuiti non portano alle stesse conclusioni per scegliere la più adatta disposizione degli avvolgimenti. In generale si segue il concetto di mettere il terziario all'interno verso il ferro, sia che abbia funzioni di compensatore, di egualizzatore o di ammortizzatore, come pure nel caso in cui serva da rifasatore. Invece, se il terziario non rappresenta che un secondo secondario, per ottenere che la trasformazione di energia avvenga in modo che il carico su uno dei secondari non influenzi la tensione dell'altro e viceversa, il terziario può essere all'esterno.

Bisogna ricordare che l'avvolgimento nella posizione intermedia, si trova nella più sfavorevole condizione per gli sforzi elettrodinamici, inquantochè sull'avvolgimento centrale si hanno i massimi sforzi in caso di corto circuito, quando si consideri questo avvolgimento alimentante e gli altri due circuiti si suppongano alimentati o viceversa. E' perciò bene porre nella posizione intermedia fra gli altri due quell'avvolgimento che può raggiungere le migliori qualità meccaniche di resistenza.

Quando il primario è in mezzo agli altri due, conviene, dal punto di vista dell'isolamento, disporre il terziario interno ed il secondario esterno.

Dal punto di vista dell'esercizio però può tornare utile qualche volta fare l'inverso, cioè disporre il terziario all'esterno. Ciò si verifica quando per es. le condizioni dell'impianto siano tali che al terziario si debba effettuare una regolazione della tensione migliore che non al secondario.

*

Il concetto della potenza di un trasformatore a tre o più avvolgimenti non è ancora stato chiarito.

Infatti non è possibile confrontare senz'altro la potenza di un trasformatore a tre avvolgimenti con quella di un trasformatore normale.

Nei trasformatori con terziario destinato alla compensazione del fattore di potenza del secondario, la potenza in kVA dovrebbe essere determinata dalla prestazione del secondario, la quale in molti casi è maggiore di quella del primario. Nei trasformatori invece con due secondari, la potenza in kVA dovrebbe esser quella del primario che corrisponde alla somma dei due secondari.

*

I trasformatori a tre e più avvolgimenti hanno caratteristiche di funzionamento piuttosto complesse, che mal si prestano ad essere rappresentate mediante diagrammi analoghi a quelli in uso per i trasformatori a due avvolgimenti. La presenza del terziario apporta, nelle relazioni che rappresentano il funzionamento della macchina, una nuova variabile indipendente, e le ordinarie espressioni risolutive diventano quindi assai complicate, e difficilmente rappresentabili mediante diagrammi semplici.

Viceversa dal punto di vista dell'esercizio, un dato che ha molta importanza pratica e che occorre poter ricavare con facilità, è il valore della caduta di tensione tra primario e secondario o tra primario e terziario con carichi variabili e sfasamenti diversi.

Tali valori si possono ricavare unicamente, per mezzo d'appositi diagrammi.

Coll'uso di tali diagrammi dedotti da quello a tutti ben noto del Kapp, si possono avere con molta facilità le cadute di tensione e quindi le condizioni di funzionamento dei trasformatori a tre avvolgimenti nell'esercizio.

Nella relazione sono riportati i concetti principali su cui si basa la costruzione del diagramma (*Energia Elettrica*, fasc. IX, volume VII - Ingg. C. Palestrino e C. Caminiti: « Determinazione delle cadute di tensione nei trasformatori a 3 avvolgimenti »).

La costruzione di tale diagramma è molto semplice, ma si riferisce al solo caso del circuito terziario alimentante un sincrono che funzioni da rifasatore con intensità in quadratura anticipo: dal diagramma si ricava rapidamente la caduta di tensione tra primario e secondario come in un comune diagramma di Kapp.

Si riporta anche il diagramma dell'Ing. Angelini testè pubblicato sull'*Energia Elettrica,* giugno 1931. Quest'altro diagramma si riferisce a qualunque condizione di carico per il terziario, con sfasamenti di qualsiasi valore; le cadute di tensione fra primario e secondario e fra primario e terziario si leggono direttamente su apposita scala. Tutti questi diagrammi sono risultati molto utili nella pratica.

*

Molte sono le applicazioni già avvenute di trasformatori a tre avvolgimenti, essenzialmente per il collegamento di sincroni nelle grandi cabine di trasformazione.

Nelle grandi reti di distribuzione della S.I.P., della Edison, dell'Adriatica, della Valdarno, dell'Elettricità e Gas di Roma e della Meridionale si hanno molti esempi di queste installazioni.

Esistono anche casi di collegamento di tre reti a tensioni diverse, e qualche caso di trasformatori con terziario compensatore.

Tali trasformatori vengono sommariamente descritti nella relazione.

*

Per i trasformatori a quattro avvolgimenti le considerazioni che si possono fare, sono le stesse di quelle per i trasformatori a tre avvolgimenti.

Sono però rari i casi di installazioni di trasformatori a quattro avvolgimenti.

Può presentarsi il caso di un primario alimentante due secondari con un quarto avvolgimento per un sincrono correttore di fase. In grandi cabine di trasformazione ad altissima tensione può essere necessario il quarto avvolgimento unicamente per il motore di lancio del sincrono e per i servizi ausiliari, ed allora in questo caso il quarto avvolgimento ha una potenza ridotta e corrispondente unicamente allo scopo. Per la disposizione degli avvolgimentii valgono le stesse considerazioni fatte per i trasformatori a tre avvolgimenti, così pure con procedimenti analoghi a quelli seguiti, si può risolvere il problema delle cadute di tensione in un trasformatore con un numero qualsiasi di avvolgimenti.

In Italia non esistono al giorno d'oggi trasformatori a 4 avvolgimenti, se non per laboratori e sale prove. Qualche rara applicazione si è avuta all'estero, e precisamente trasformatori a 4 avvolgimenti sono stati costruiti per centrali di produzione che devono connettersi a tre reti a tensioni diverse.

Questo è il caso della modernissima centrale di Rygburg-Schworstädt che è costruita nell'alveo del Reno, presso Reinfelden. Per questa centrale sono stati costruiti i più grandi trasformatori a quattro avvolgimenti, che oggi esistano in Europa. Tali macchine sono di cocostruzione Brown Boveri ed Oerlikon. Ogni trasformatore è della potenza di 32.500 kVA a quattro avvolgimenti di pari prestazione (4 × 32.500) per le tensioni 10,5/48/116/145 kV - 50 periodi. Tali trasformatori sono suscettibili di sovraccarico a 35.000 kVA per ogni avvolgimento e presentano la possibilità di funzionare come due effettivi trasformatori riuniti in uno solo. Possono infatti tutti e quattro gli avvolgimenti essere portati contemporaneamente a pieno carico, ed allora risulta in gioco una potenza complessiva di 70.000 kVA, divisa in due trasformazioni di 35.000 kVA ciascuna, su un nucleo magnetico unico.

Il progresso nella costruzione dei grandi trasformatori, e la raggiunta sicurezza del loro esercizio, hanno efficacemente contribuito a risolvere con modernità di concetti i nuovi problemi del trasporto e della grande distribuzione dell'energia elettrica, nonchè quelli inerenti ai collegamenti delle reti per scambio di energia per migliorare l'utilizzazione del nostro patrimonio idrico.

N. 12.

PROGETTO, COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DELLE PICCOLE CABINE DI TRASFORMAZIONE

R. Bessi.

Generalità.

Le piccole cabine di trasformazione delle zone rurali e dei centri cittadini minori, pur non differendo sostanzialmente da quelle dei grandi centri urbani hanno caratteristiche proprie, che da queste le distinguono. Tra tali caratteristiche si possono ricordare i modesti valori delle potenze installate e delle utilizzazioni, le minori esigenze per quanto riguarda la continuità del servizio e la mancanza di costruzioni sotterranee e di linee primarie in cavo, frequentissime invece nelle città più popolose.

Le cabine, dovendo soddisfare innumerevoli necessità pratiche nelle più svariate circostanze presentano forme e tipi differenti da caso a caso; si possono nondimeno classificare o in base ai materiali impiegati o ad alcune particolarità d'impianto. In relazione al materiale impiegato nella costruzione che accoglie i trasformatori si hanno cabine in muratura, in cemento armato ed in ferro; tenendo presente il tipo dei trasformatori ed il modo di ricoverarli si hanno cabine con locali chiusi, all'aperto e su palo; rispetto alle possibilità di rimuovere più o meno facilmente l'intera costruzione si hanno cabine fisse, smontabili e mobili. Ognuno dei tipi menzionati ha particolarità che lo rendono adatto e conveniente ad assolvere un dato compito in armonia con le leggi della convenienza industriale.

Cabine in muratura - Le parti murarie.

Le cabine in muratura, a prescindere da ragioni di spesa, sono le migliori perchè se ben costruite e dimensionate si prestano ad un esercizio comodo e sicuro. Il fabbricato ha pianta pressochè quadrata con dimensioni esterne variabili secondo la tensione, la potenza e il numero dei trasformatori da m 2 × 2 a m 3,50 × 4, è alto da m 6,50 a m 8, onde consentire ai conduttori della linea primaria una distanza minima dal suolo di m 6, e viene generalmente costruito con le pareti in mattoni ad una o due teste con i paramenti esterni a faccia vista e quelli interni intonacati. La linea primaria può essere portata ad un'altezza da terra superiore a quella massima consentita dal fabbricato mediante impiego di mensole a paletto. Il tetto il più delle volte è piano, in cemento armato e protetto da uno strato d'asfalto; meno spesso è a due falde inclinate e costituito da correntini in ferro, tavelline e materiale di coperta in cotto; il pavimento, tenuto a qualche decina di centimetri al disopra del piano di campagna, viene eseguito in cemento rullato, in pianelle comuni e in piastrelle; il solaio, tra il pianterreno e il primo piano, quando esiste, è in cemento armato, e qualche volta in travetti di ferro e volterrane. Le porte, di dimensioni normali, spesso divise in due ante, possono essere in ferro o in legno, le prime sono raccomandabili per la durevolezza, le seconde per l'economia.

Gli organi di chiusura delle porte e delle recinzioni, debbono essere studiati e custoditi in modo che la chiusura sia ottima, difficile a guastarsi e che le chiavi siano poco ingombranti, non troppo numerose e facilmente reperibili. Per tali applicazioni sono comodissime le serrature a doppia chiave, quella particolare e quella universale.

Oltre al vano d'accesso alla cabina questa deve essere provvista di altre aperture per l'illuminazione, per la ventilazione e per le entrate e le uscite delle linee ad alta e bassa tensione. Il pregio migliore del tipo di cabina in muratura è quello di tenere tutti gli apparecchi al riparo dagli agenti atmosferici per cui, ad evitare che questo scopo venga frustato, è necessario disporre e proteggere le suddette aperture con vetri, reti metalliche, dischi e lastre isolanti, in guisa tale da impedire più che sia possibile l'entrata dell'acqua, della polvere e degli animali, tanto più dannosi quanto più è alta la tensione primaria d'esercizio.

Quadro ad alta tensione.

Gli apparecchi ad alta tensione sono quelli che maggiormente abbisognano di spazio, si cerca pertanto di disporli lungo una delle pareti più ampie. Con ciò si facilita anche il collocamento dei ripari per la prevenzione degli infortuni. Quando per la relativa complessità del quadro le apparecchiature si estendono molto in altezza, la cabina viene provvista di un palco di manovra o viene divisa in due locali, il superiore contiene generalmente i sezionatori di linea, gli scaricatori e le sbarre, e l'inferiore i coltelli dei trasformatori, le bobine di reattanza e le valvole fusibili.

Quando si sopprimono gli apparecchi di protezione contro le sovratensioni la struttura dell'impianto viene ad essere notevolmente semplificata, e i colteli di linea possono essere messi ad un'altezza tale da terra da rendere inutile la divisione della cabina in due piani o il palco di manovra. Per semplificare ulteriormente il quadro ed economizzare e spazio e denari, s'impiegano sovente sull'alta tensione delle valvole a patrona estraibili a fioretto che compiono anche l'ufficio di coltelli separatori, oppure si adottano dei trasformatori, di potenza limitata, con valvole interne agli isolatori passanti e con bobine di reattanza immerse nell'olio.

Il mensolame può essere costituito da un'unico telaio con poche murature sul quale viene fissato il complesso degli isolatori e delle apparecchiature, oppure da più mensole separate ognuna delle quali serve di sostegno ad una terna di isolatori. Per le cabine a schema un po' complesso è conveniente seguire il primo criterio, per le altre il secondo che fa conseguire un certo risparmio nel peso del ferro.

Quadro a bassa tensione.

Tutti gli apparecchi a bassa tensione vengono montati su di una lastra in marmo pressochè nello stesso ordine in cui si succedono nello schema; si hanno perciò in file sovrapposte le valvole e gli interruttori dei trasformatori, le valvole e gli interruttori di linea, gli strumenti di misura e nell'orlo superiore del marmo gli scaricatori a rulli delle linee.

Per economia si sopprimono sovente gli amperometri, il voltometro e gli interruttori dei trasformatori quando ne sono provviste le linee e quando questi sono protetti da valvole estraibili.

Le valvole più comunemente impiegate sono quelle a lamelle fusibili con testate adatte per essere strette direttamente su bulloncini fissati al quadro di marmo, oppure quelle estraibili a patrona o a maniglia. Si debbono preferire queste ultime quando i loro morsetti non possono essere messi fuori tensione aprendo i rispettivi interruttori. Sono molto convenienti le valvole a lamelle fusibili in alluminio che possono servire per più portate, multiple della portata di una lamella, asportando colle mani il numero appropriato di lamelle fusibili.

Cabine in cemento armato smontabili.

Le cabine in cemento armato non sono molto diffuse, e vengono adottate qualche volta dove alla necessità di una rapidissima esecu-

zione si accoppia una particolare semplicità d'impianto. Esse sono generalmente costituite da una fondazione di carattere permanente alla quale vengono fissati quattro pilastri in cemento armato di cm 25 per cm 25 provvisti di scanalature longitudinali dove vengono infilate delle lastre, pure di cemento armato, dello spessore di $8 \div 10$ cm e delle dimensioni di cm 50×150 cm, che formano le pareti della costruzione, al disopra delle quali viene poggiato il tetto in un sol pezzo. Opportuni tiranti in ferro assicurano la necessaria solidità a tutto l'insieme.

In caso di spostamento dalla loro primitiva sede un buon quarto degli elementi costruttivi va rinnovato. Il loro costo, ivi compreso il gravame dei trasporti, non è molto differente da quello delle cabine in muratura eseguite con gli stessi criteri di economia.

Cabine in ferro.

Queste stanno acquistando sempre maggior favore presso le aziende elettriche perchè oltre all'economia d'impianto rispetto alle cabine in muratura raggiungono, se ben costruite, una tranquillante sicurezza e comodità di esercizio, sì che vengono largamente impiegate nelle distribuzioni in zone rurali, dove la scarsezza degli utenti e la esiguità dei consumi non consentono costruzioni che richiedono un notevole immobilizzo di capitali. I loro pregi principali, oltre quello dell'economia, sono la rapidità di costruzione, la facilità del loro trasporto, la possibilità di toglierle d'opera e riutilizzarle integralmente in altre località e il loro modesto ingombro per cui possono essere installate dovunque senza dovere acquistare l'area sulla quale debbono sorgere. Possono essere progettate per trasformatori per interno o per esterno, le prime sono tuttora le più diffuse per tradizione e perchè molte aziende si trovano nella necessità di dovere utilizzare dei vecchi trasformatori che non sono adatti per il servizio all'esterno, le seconde avranno un migliore avvenire e saranno le preferite, perchè più semplici, più ventilate e più facili a mantenersi pulite.

Sono formate da una intelaiatura a traliccio le cui faccie, parzialmente coperte da lamiera metallica, costituiscono le pareti del piccolo locale ove si alloga il trasformatore. Il traliccio viene fissato al blocco di fondazione in maniera da poterlo rimuovere facilmente senza demolire quest'ultimo. La semplicità d'impianto ed un buon isolamento nell'apparecchiatura e nel trasformatore sono i criteri direttivi coi quali vanno progettate e costruite.

Cabine su palo.

Queste sono le cabine più economiche e adatte soltanto per le potenze più modeste e per i servizi meno esigenti. Sono costituite da un sostegno di linea semplice o doppio, in legno o in ferro, sul quale viene issato il trasformatore del tipo per esterno, che per tal maniera viene reso inaccessibile al personale non addetto all'esercizio senza bisogno di recinzione alcuna. I trasformatori sono spesso provvisti di valvole interne agli isolatori passanti e di bobine di reattanza sotto olio.

Gli inconvenienti principali di tali cabine sono la difficoltà dell'ispezione e dell'accesso ai trasformatori, la messa in posto e l'eventuale sostituzione di questi ultimi.

L'isolamento e le protezioni.

In questi ultimi anni si è manifestata tra i tecnici addetti all'esercizio delle reti di distribuzione la tendenza ad abolire qualsiasi protezione contro le sovratensioni e ad aumentare il coefficiente di sicurezza elettrico nelle linee, nelle apparecchiature e più ancora nel macchinario. Tale tendenza è particolarmente giustificata nelle piccole cabine di trasformazione, giacchè le limitate tensioni d'esercizio e la semplicità dell'impianto consentono, con una spesa non superiore a quella necessaria per l'installazione di apparecchi di protezione, di aumentare notevolmente il grado d'isolamento delle apparecchiature e dei trasformatori. Si ottiene con tale mezzo una sensibile diminuzione di incidenti al servizio per fulminazioni di isolatori e macchinario.

Potenza e tipo dei trasformatori.

Le aziende elettriche trovano la convenienza a limitare la serie normale delle potenze dei trasformatori ai seguenti valori: 10, 20, 50, 100 kVA ai quali, per tensioni inferiori a 10 kV, si può aggiungere 5 kVA. Nelle cabine delle zone rurali dove l'estate il carico è notevolmente superiore a quello che si verifica nella restante parte dell'anno, il più delle volte conviene installare un solo trasformatore capace della potenza richiesta nei mesi di massimo carico.

Nella generalità dei casi s'impiegano i trasformatori del tipo in olio, senza recipiente di espansione e con rapporto di trasformazione variabile a mezzo di commutatori.

Il controllo del carico durante l'esercizio può essere fatto con gli amperometri installati nel quadro a bassa tensione, con amperometri muniti di indicatori di massima inseriti sui conduttori dell'alta tensione, con amperometri portatili a tenaglia e con amperometri portatili registratori. Questi ultimi meglio degli altri consentono di commisurare la potenza del macchinario al carico richiesto.

Sorveglianza delle cabine.

L'ispezione delle cabine può essere fatta unitamente alla revisione periodica delle linee, separatamente secondo turni prestabiliti oppure saltuariamente ogni volta che il personale ha occasione di intervenire per rimettere in efficienza il servizio interrotto per fusioni di valvole o per altri incidenti. E' necessario in ogni caso compiere una revisione accurata una o due volte all'anno, nei momenti in cui maggiormente può rendersi utile in relazione all'andamento del carico ed ai periodi in cui più spesso capitano delle interruzioni. Tali revisioni debbono essere rivolte a constatare in primo luogo l'integrità degli isolatori, poi lo stato generale di pulizia, il carico dei trasformatori, lo stato di conservazione dell'apparecchiatura e della costruzione e la possibilità di funzionamento degli scaricatori. A distanze di tempo più grandi si verificano le resistenze di terra e quando lo si crede necessario, le proprietà dielettriche dell'olio per sottoporlo eventualmente ad un trattamento di disidratazione.

Progetto.

La scelta del tipo d'impianto va fatta in relazione all'economia che si vuole conseguire e al carattere delle utenze servite, si adotterà quindi il tipo in muratura entro le città e quando in cabina convergono più linee ad alta tensione; negli altri casi è utile ricorrere a tipi più economici ed in particolare alle cabine in ferro all'aperto. Dove il fattore economico è prevalente su tutti gli altri è giustificata l'applicazione delle cabine su palo. In ogni caso è opportuno largheggiare nelle spese d'impianto pur di assicurare la continuità del servizio e ridurre al minimo possibile le necessità d'intervento del personale. Le aziende distributrici che eserciscono le proprie reti primarie a due tensioni, debbono tenere presente la eventualità, sia pure lontana, di unificarle adottando quella più alta ed isolando le nuove cabine in relazione a quest'ultima.

L'ubicazione della cabina deve essere scelta in prossimità del baricentro dei carichi e possibilmente alla periferia della zona abitata, da quella parte ove è da presumersi un maggiore sviluppo edilizio e perciò una maggiore possibilità di ampliamento della rete di distribuzione.

Riassunto.

I tipi di cabina più comunemente adottati sono quelli in muratura, in ferro e su palo. Il tipo in muratura è il migliore per comodità e sicurezza d'esercizio; quello su palo è il più economico ma è adatto soltanto per le potenze più modeste e per i servizi meno esigenti. Le cabine in ferro, meno costose di quelle in muratura, sono facilmente smontabili e trasportabili e, se ben progettate e costruite, si prestano ad un esercizio facile e regolare; pregi questi che le rendono particolarmente utili nelle zone rurali.

Possono essere del tipo chiuso con trasformatore per interno, o del tipo aperto con trasformatore per esterno.

Queste ultime sono preferibili perchè più semplici, più ventilate e più facili a mantenersi pulite.

N. 14.

LA PROTEZIONE DELLE COSTRUZIONI IN FERRO SPECIALMENTE COLL'IMPIEGO DI VERNICI

E. STRAMBI.

Il sorgere e diffondersi delle sottostazioni elettriche di trasformazione all'aperto ha portato con se anche il problema — già esistente per ogni costruzione in ferro — della protezione di tutta la massa metallica che vi è impiegata; problema che presenta pure degli aspetti particolari (a parte gli inconvenienti cui può dar luogo una corrosione spinta dei pezzi in opera) per quanto riguarda difficoltà e costo di sorveglianza e manutenzione delle intralicciature, incastellature, ecc. di una sottostazione all'aperto.

La necessità di proteggere il ferro dal suo peggiore nemico, la ruggine, appare ben evidente quando si considerino le notevoli perdite di materiale e di capitale causate ogni anno dal detto agente di distruzione.

Dopo richiamate le teorie emesse per spiegare il processo di arrugginimento, e le cause che lo determinano, vengono accennati i vari sistemi di protezione del ferro mediante rivestimenti metallici, e i principali difetti e inconvenienti propri di ognuno di essi.

Si accenna poi alla protezione per via chimica mediante la Parkerizzazione e la Bonderizzazione.

Si dà notizia di esperimenti iniziati dalle Ferrovie dello Stato coll'impiego di ferro Armco, usato per i piedini di «tralicci» di linee primarie e per sospensioni elettriche in galleria.

Per i materiali di ferro correnti adoperati in costruzioni (come sottostazioni all'aperto, tralicci, ponti, ecc.) esposte agli agenti atmosferici la protezione contro la ruggine è ottenuta generalmente mercè l'impiego di vernici.

Si accennano le proprietà e le caratteristiche principali delle tinte di fondo e di copertura. Per la tinta di fondo è sempre da preferire il minio di piombo, che fino ad oggi si è dimostrato il miglior pigmento per la protezione del ferro; anche le Ferrovie tedesche prescrivono l'uso del minio di Pb per le vernici di fondo. Gli ossidi di ferro proteggono meno bene; per ottenere con essi buoni risultati è necessario che siano ad alta percentuale e ben purificati; sembra che il loro comportamento possa essere migliorato mediante aggiunta di ossido di antimonio o anche di olio di legno. In America sono molto usati i solfati basici di piombo o mescolanze di essi con altri pigmenti.

Le tinte di copertura devono rispondere a vari requisiti, come impermeabilità, potere di riflessione, aspetto estetico, ecc. Oggi hanno preso diffusione come vernici di copertura, quelle all'alluminio, nelle quali la forma delle particelle metalliche costituenti la polvere, e il modo di disporsi di esse nella pellicola di pittura aumentano le proprietà protettive; tali vernici presentano anche un buon potere di riflessione. In questi ultimi tempi è stata annunciata a Londra la scoperta di una nuova forma di piombo colloidale (da applicarsi, mescolato ad olio, con pennello) che penetrando nel ferro lo proteggerebbe dall'ossidazione.

Per l'esame delle vernici antiruggine si ricorre all'analisi chimica e alla prova naturale; quest'ultima richiede però troppo tempo e per abbreviarla si può ricorrere a dei metodi rapidi che vengono indicati.

Per una buona protezione del ferro mediante pitture, occorrono due applicazioni, eseguite a regola d'arte e su superfici sbarazzate dalla ruggine eventualmente preesistente; si accennano gli inconveniente cui può dar luogo una verniciatura male eseguita, e le precauzioni da prendere anche per quanto riguarda la protezione delle superfici di contatto degli elementi in ferro di una costruzione, tra loro inchiodati o comunque congiunti.

La manutenzione di superfici pitturate — che hanno sempre una durata limitata — deve costare il minimo possibile, se non si vogliono annullare i vantaggi pratici ed economici che presenta tale sistema di protezione.

Si accennano poi i principali vantaggi degli acciai al rame che oltre a presentare, rispetto a quelli comuni, una maggiore resistenza all'ossidazione, offrono anche una migliore aderenza e maggiore durata delle pellicole di pittura. Si dà notizia di esperimenti fatti anche dalle Ferrovie dello Stato con tali qualità di acciai.

Nel caso di sottostazioni elettriche di trasformazione all'aperto, il numero, la forma e la disposizione dei tralicci e delle travature rendono molte difficoltose e lunghe le operazioni di riverniciatura (con un aumento quindi del costo di manutenzione).

Se si aggiungono gli altri inconvenienti particolari (precauzioni nell'esecuzione del lavoro — soggezzione nello svolgimento del lavoro stesso alle necessità di esercizio — sospensione almeno parziale dell'attività della sottostazione, ecc.) si comprende come sia necessario far si che il rivestimento di pittura duri il più a lungo possibile.

Per i vantaggi citati, per il loro basso aumento di costo e per il fatto che la loro preparazione non presenta particolari difficoltà, gli acciai al rame sembrano offrire una soluzione conveniente anche per le intralicciature delle sottostazioni all'aperto, di linee primarie, ecc. Si ritiene che un esperimento pratico con tale qualità di acciaio meriti di essere fatto.

N. 15.

CENNI STORICI SULLO SVILUPPO DELLE SOTTOSTAZIONI

R. San Nicolo'.

Le prime cabine di trasformazione propriamente dette cominciano ad apparire col diffondersi degli impianti di trasmissione di energia a corrente alternata ad alta tensione, cioè nei primi anni del secolo nostro, e il loro sviluppo procede rapidissimo insieme a quello della apparecchiatura in generale e specialmente dell'interruttore in olio che compare quasi contemporaneamente alle prime cabine.

Il primo tipo tecnicamente soddisfacente, venuto dalla evoluzione dei precedenti tentativi rudimentali, fu quello a costruzione cellulare, che dominò per parecchi anni affermandosi in impianti molto importanti.

La necessità di una maggiore visibilità, il grande ingombra generato dall'uso di altissime tensioni e il desiderio di risparmiare il costo dell'edificio murario, portarono all'adozione delle cabine all'aperto. Esse, apparse per la prima volta in America verso il 1911, vennero introdotte in Europa soltanto dopo la guerra verso il 1920 o 1921. Esse si sono affermate rapidamente specialmente per le tensioni più elevate, sebbene sia ancora aperta la discussione sulla loro convenienza economica.

Contemporaneamente si evolveva il tipo di cabina chiuso, abbandonando la struttura cellulare e adottando una disposizione di circuiti e apparecchi in unico locale analogamente a quanto praticato nelle cabine all'aperto. Un tipo intermedio, tentato verso il 1922 ma presto abbandonato, fu quello delle cabine aperte ma coperte, ottenendo una parziale protezione dalle vicissitudini metereologiche.

Di recente introduzione e relativamente poco applicato ancora da noi, è il tipo di cabina con apparecchiatura blindata, che raggiunge un alto grado di sicurezza, facilità di ricambi, minimo spazio occupato. Viene adottato sia per sottostazioni all'aperto, sia di tipo chiuso.

L'ultimo progresso è quello delle cabine automatiche. Esse derivano dalle cabine comandate a distanza, di cui il primo esempio si ebbe negli Stati Uniti già intorno al 1912, mentre in Europa non se ne trovano se non sul finire della guerra verso il 1918. Esse possono essere a comando orario o dipendenti direttamente dalle variazioni del carico. Sono in rapida diffusione specialmente per i servizi di trazione.

Pure ai servizi di trazione sono destinate le cabine di trasformazione ambulanti sulle linee ferroviarie di cui i primi esempi si ebbero probabilmente in Italia nel 1926. Successivamente apparvero, al Canadà nel 1929, le cabine ambulanti di trasformazione e conversione, delle quali gli esempi tecnicamente più perfetti sono quelle costruite nel 1930 per le Ferrovie dello Stato italiane.

N. 16.

BREVI NOTE SULL'USO DEI TRASFORMATORI NEGLI IMPIANTI CON RADDRIZZATORI A VAPORE DI MERCURIO

A. Lamma.

Il contenuto della comunicazione, come l'A. stesso accenna, è stato volutamente contenuto nella forma illustrativa e descrittiva, nè vi è la pretesa di esporre niente di specialmente nuovo.

L'A. ha cercato principalmente di illustrare, in una forma che spera completa, per le disposizioni più in uso; come si comporta e si modifica il trasformatore, considerato a sè, quando debba essere previsto per l'alimentazione di raddrizzatori a vapor di mercurio.

Accennati brevemente i vantaggi che offre questo sistema statico di conversione, rispetto a quelli ruotanti più in uso (per le qualità stesse del raddrizzatore ed anche del trasformatore) specialmente nel campo dell'esercizio ferroviario, l'A. tratta, sinteticamente, il principio del raddrizzamento della corrente per avere modo di accennare alle prime particolarità di questi trasformatori: del diverso carico, cioè che deve essere preso in considerazione sul primario e sul secondario; in base al valore del carico lato *c. c.*, e del diverso tipo di alimentazione prevista per il raddrizzatore, speciamente per quanto si riferisce al criterio di utilizzazione parziale di avvolgimento, e totale del trasformatore.

Divide perciò, e tratta separatamente, i diversi tipi di alimentazione al raddrizzatore, nelle tre inserzioni caratteristiche del trasformatore, 1) inserzione trifase al primario e trifase a secondario; 2) inserzione trifase al primario ed esafase al secondario; 3) inserzione trifase al primario e dodecafase al secondario.

Per ogni tipo di inserzione l'A. completa la descrizione con schemi che cercano il più possibile di illustrare quale deve essere la disposizione delle varie bobine ritenuta più razionale, e dei relativi collegamenti da eseguire, aggiungendo, specialmente per i primi tipi di inserzioni, delle tabelle quantitative di come variano le caratteristiche, le dimensioni ed il prezzo dei materiali, per trasformatori previsti per l'alimentazione di uno stesso raddrizzatore, ma collegati al secondario, con le diverse connessioni trifasi ed esafasi più in uso.

Per l'inserzione trifase dodecafase, che non trova grande applicazione per le complicazioni che risultano ai trasformatori, quando non si utilizzino due sistemi esafasi spostati di mezza fase fra di loro, l'A. accenna, in special modo, l'inserzione che viene adottata all'Estero, per non creare disturbi nel campo delle correnti deboli. Vengono esposti i principali criteri che devono essere tenuti presenti nel dimensionare l'insieme del trasformatore agli effetti dei corto circuiti che, per l'effetto valvolare del raddrizzatore, sottopongono i trasformatori a continue sollecitazioni meccaniche, che possono raggiungere valori considerevoli.

Sempre dal punto di vista delle diverse disposizioni di avvolgimenti e di collegamenti l'A. tratta anche il caso di due o più raddrizzatori fun-

zionanti in parallelo, considerando principalmente lo schema di un unico trasformatore, con tanti avvolgimenti secondari distinti, quanti sono i raddrizzatori che funzionano in parallelo.

Il parallelo, infatti, di gruppi distinti di trasformatori-raddrizzatori, viene considerato come un problema esterno al trasformatore stesso e dipende, specialmente, dall'insieme d'impianto e dalla diversa inserzione, nel circuito di parallelo, delle opportune induttanze a nucleo di ferro.

Per il parallelo di più raddrizzatori alimentati da un unico trasformatore l'A. illustra vari schemi più in uso e le relative disposizioni dei singoli avvolgimenti secondari che devono trovarsi tra di loro nelle identiche condizioni rispetto al primario alimentante.

Vengono indicati anche due schemi generali di parallelo per due e tre raddrizzatori con inserzione, al trasformatore, stella-esafase.

Trattando poi brevemente della variazione della tensione nei gruppi di conversione, vengono passati in rassegna i criteri più in uso per la variazione di rapporto al trasformatore, essendo il raddrizzatore privo di qualsiasi possibilità di regolazione ed essendo il rapporto di trasformazione, fra corrente alternata di alimentazione e corrente continua erogata dal raddrizzatore, rigido.

Vengono così anche incidentalmente accennati i criteri della regolazione a mano, mediante morsetti diversamente connessi sul trasformatore, e della regolazione dall'esterno del cassone con l'uso dei comuni variatori di tensione, o commutatori, per manovra a trasformatore disinserito, e la possibilità di applicare anche a questi inseritori la manovra sotto carico.

L'A. espone poi i concetti generali di funzionamento che devono essere tenuti presenti nel dimensionare il trasformatore nelle sue parti, in relazione, specialmente dei notevoli sovraccarichi che sono richiesti per questi gruppi di conversione; sovraccarichi che interessano solamente il trasformatore poichè il raddrizzatore può sopportare sovraccarichi anche elevati, senza subire danno alcuno e senza speciali cure di progetto, essendo l'effetto valvolare indipendente dall'intensità della corrente richiesta.

Vengono, infine, accennate quali possono essere le parti di calcolo e di regolazione, che interessano principalmente il complesso trasformatore-raddrizzatore, per l'analisi esatta del funzionamento del complesso nelle diverse condizioni di servizio. Alcune fotografie di trasformatori costruiti, completano le descrizioni delle più comuni inserzioni adottate, in questo campo, per i trasformatori.

CRONACA

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

Un nuovo regolo per il calcolo rapidissimo degli impianti di illuminazione e della sezione dei conduttori è stato preparato dal Dott. Ing. Seehase. Il regolo è senza cursore ma è provvisto di due scorrevoli. Con esso e senza cognizioni di sorta si possono avere con sicurezza tutte le soluzioni praticamente considerabili subito dopo avere messo a punto i valori dati per un singolo caso. La parte anteriore del regolo serve per gli impianti di illuminazione, quella posteriore per il calcolo dei conduttori. Si possono ad esempio risolvere con una manovra del regolo, problemi del genere seguente: Quante lampade da quanti watt occorrono per illuminare con 50 lux un'aula di 300 m²? ; oppure: Che cavo necessita per un motore da 90 amp. 220 volt, cos φ 0,8 posto a 300 m dal quadro per avere una caduta di tensione del 5 %, 11 volt; e altri simili che si prestano nella pratica degli impianti.

APPLICAZIONI VARIE.

Nel numero di ottobre 1930 di *A.E.G. Mitteilungen*, W. Bette descrive brevemente il sistema *d'alimentazione d'acqua della città di Wuppertal-Elberfeld*, particolarmente complicato dal fatto che l'alimentazione è fatta da diversi bacini: all'est lo sbarramento di Herbringhausen; all'ovest il Reno nella sua nappa sotterranea. L'A. si ferma a considerare specialmente la stazione di pompe di Nutzenberg la quale era originariamente comandata da motori a gas ed è stata completamente trasformata adottando invece di quelle a pistone, delle pompe centrifughe per una portata oraria di 350 m³ e per una prevalenza di 70 m comandate da motori elettrici. *A. Bs.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

Allo scopo di *regolare la quantità d'acqua necessaria per la refrigerazione dei raddrizzatori a vapore di mercurio* in funzione del carico, si può impiegare utilmente una valvola di regolazione combinata con un termostato. Secondo una disposizione descritta nella *Révue Brown Boveri* del gennaio 1931, la valvola è montata direttamente nella condotta d'immissione dell'acqua fredda, mentre il termostato è montato sulla condotta di uscita dell'acqua calda. Il termostato, influenzato dalla temperatura di quest'ultima, comanda, mediante un fluido motore, le valvole di regolazione in modo da adeguare il consumo d'acqua al carico, mantenendo la temperatura di regime del raddrizzatore praticamente costante. *V. D. Ma.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

Sull'henry e sulle altre unità magnetiche pratiche disserta Blondel in *R. G. E.* del 27 dicembre 1930, pagg. 1033-1037, completando il quadro delle unità magnetiche Q. E. S. quadrante, 10^{-11} grammo, secondo) mostrando che la definizione di henry in base alla relazione $\phi = LI$ impone la scelta dell'unità pratica di flusso magnetico eguale a 1 henry-ampere ossia a 10^8 unità C. G. S. Con lui polemizza Brylinski (*R. G. E.*, 7 febbraio 1931, pagg. 209-213) illustrando un suo sistema presentato all'Accademia delle Scienze di Francia che conduce a multipli delle unità pratiche attuali. *G. Cc.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Secondo quanto pubblicano le *Transactions of Illuminating Engineering Society* del gennaio 1931, il primo *impianto d'illuminazione pubblica di New-York* risale al 1752 e consisteva in 3 lampade ad olio poste davanti al City-Hall. Nel 1826 furono istallate le prime flamme a gas, nel 1881 le prime lampade ad arco, nel 1895 le prime lampade ad incandescenza a filamento di carbone, nel 1907 le prime lampade a filamento di tungsteno nel vuoto e nel 1913 le prime lampade a filamento di tungsteno nel gas. All'inizio del 1930 erano in funzione 124.226 lampade illuminanti circa 6.200 km di strade e durante quest'anno furono aggiunte o sostituite con altre di maggior potenza luminosa 20.000 lampade, illuminando così 160 km di nuove strade. La spesa annuale per l'illuminazione pubblica è di 5.465.720 dollari, che grava sul bilancio della città in proporzione inferiore all'1 %, e, poichè la popolazione di New-York è di 6. 930.446 anime, corrisponde ad una spesa di 80 cents per abitante. *G. Co.*

IMPIANTI.

Il trattamento razionale degli oli si realizza con l'applicazione simultanea dei procedimenti di centrifugazione, per estrarre le impurità e l'umidità in sospensione, e di riscaldamento a vuoto per estrarre l'acqua in soluzione o pseudo-soluzione. Un apparecchio è descritto da Soceart in *R. G. E.* (3 gennaio 1931, pag. 185). L'apparecchio si può impiegare anche per l'epurazione, in luogo, dell'olio dei trasformatori; con quantità di olio da 10 a 20 tonn. l'operazione dura da 15 a 30 ore e le rigidità dielettriche che si raggiungono sono dell'ordine di 150-250 kV/cm. *G. Cc.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

La possibilità di *trasmettere l'energia elettrica a distanza* sotto forma di corrente continua è accennata nella *Révue Brown Boveri* del gennaio 1930. Si mette in rilievo il fatto che, a tutt'oggi, coll'impiego dei raddrizzatori a vapore di mercurio si è riusciti ad ottenere, senza difficoltà, tensioni raddrizzate di 30.000 V per unità. Questo valore della tensione continua non è, per altro, da ritenersi come un massimo. *V. D. Ma.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Una *locomotiva Diesel Elettrica della Compagnie P. L. M.* è descritta nella *Révue Brown Boveri* del gennaio 1931. Si tratta di un locomotore di un interesse affatto particolare per le caratteristiche del suo comando. L'equipaggiamento elettrico di esso comprende una dinamo principale da 340 kW a 700 giri/min, una generatrice ausiliaria e quattro motori di trazione, autoventilati. Il motore Diesel è previsto per tre velocità di marcia: 300, 450 e 700 giri/min; la sua potenza normale resta approssimativamente proporzionale a queste velocità. La regolazione della velocità del veicolo è ottenuta regolando la velocità è la coppia motrice del motore Diesel. *V. D. Ma.*

I tentativi per costruire un motore di trazione a caratteristica serie, capace di funzionare alimentato da una rete monofase a frequenza industriale di 50, 60 per/sec, lasciano intravedere una interessante applicazione della *valvola a vapore di mercurio*. Quest'ultima, secondo quanto cita la *Révue Brown Boveri* del gennaio 1931, conduce allo scopo sostituendo il collettore e le spazzole del motore. Quest'ultimo prende l'aspetto di un normale motore sincrono. Secondo il collegamento sviluppato nella sala prove della Brown Boveri, la valvola elettrica funziona da avviatore, da raddrizzatore e da collettore. E' pertanto possibile sopprimere l'interruttore a gradini, l'invertitore di marcia ed i contatti mobili nel circuito del motore. *V. D. Ma.*

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

NB. - Durante l'ultima decade (agosto-settembre) non è pervenuto alcun annuncio di Riunioni da parte delle Sezioni.

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.*

(I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 15 Settembre 1931 - ANNO IX N. 26

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

COMITATO DIRETTIVO: A. BARBAGELATA, DIRETTORE DELLA RIVISTA - U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

REDAZIONE: R. SAN NICOLO', REDATTORE CAPO - F. NERI - G. SILVA, REDATTORI - M. BOELLA - P. LOMBARDI, COLLABORATORI ORDINARI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI
GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.
I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Le discussioni nella prossima Riunione di Perugia.

Abbiamo detto, nello scorso fascicolo, che il successo tecnico della XXXVI[a] riunione annuale dell'A.E.I., che si inaugurerà a Perugia il 9 ottobre, è ormai assicurato: una cinquantina di relazioni e memorie, di cui oltre due terzi già stampate o sotto stampa, costituiscono infatti un risultato veramente cospicuo. Ma, volendo sottilizzare, è successo più per il futuro volume dei rendiconti — che costituirà a suo tempo una magnifica opera di consultazione — che non per il Congresso vero e proprio, i cui risultati potranno essere valutati solo a posteriori, in base alle discussioni che si saranno sviluppate nella superba Sala dei Notari di quel palazzo Comunale.

Sono ormai superati i tempi nei quali i congressi, secondo la tradizione derivata dall'epoca in cui ancora non esisteva la stampa, consistevano in riunioni più o meno solenni nelle quali i convenuti ascoltavano (o qualche volta fingevano d'ascoltare) gli oratori che successivamente esponevano o, peggio, leggevano i risultati dei loro studi. Per quanto ancora ogni tanto si tengano simili riunioni, si è ormai compreso dalla generalità che non varrebbe proprio la spesa di spostare masse notevoli di persone solo per far loro ascoltare quello che ciascuno dei convenuti potrebbe leggere assai più utilmente ed assai più comodamente a casa propria. Interesse e tornaconto saranno invece indiscutibili se i convenuti avranno già prima letto a casa propria le singole relazioni e memorie e nella riunione vorranno esporre le osservazioni, gli appunti, le domande che la lettura avrà loro suggerito. Ciascun congressista nel campo comunque limitato della propria esperienza, della propria attività, ha certamente qualche interessante osservazione da fare: la totalizzazione di tutte queste osservazioni individuali e l'esame delle inevitabili divergenze di modi di vedere, devono costituire il vero scopo, il vero successo di una riunione tecnica come le nostre. La Presidenza curerà senza dubbio nel modo migliore di guidare, equilibrare e riassumere le discussioni; ma evidentemente solo i soci, colla loro buona volontà, con la loro preparazione, col loro intervento nelle discussioni, potranno fare assurgere la riunione all'altezza a cui ognuno desiderebbe vederla.

*

Quello che già si può dire è che gli argomenti di discussione non dovrebbero mancare. Basta scorrere il programma tecnico, riportato anche in questo numero, nei primi fogli di pubblicità, per rendersene conto.

I criteri generali di progetto delle grandi stazioni (chiuse o all'aperto), e delle piccole cabine (in muratura, da palo); la scelta dei tipi più convenienti per i trasformatori nei riguardi soprattutto del raffreddamento (a circolazione d'acqua, ad aria soffiata, a raffreddamento naturale); i vantaggi e gli inconvenienti dei diversi tipi e sistemi di apparecchiature che oggi si contendono il campo; le disposizioni ed i sistemi di protezione destinati a meglio garantire la sicurezza degli impianti e la continuità del servizio, potrebbero già da soli — senza contare cioè tutte le questioni particolari — dare campo ad interessantissimi scambi di idee, data la ben nota competenza ed esperienza personale di molti dei convenuti.

Possiamo dunque bene sperare.

Intanto, per i lettori che non potranno venire a Perugia ed in attesa del volume dei Rendiconti, a cui ben pochi vorranno rinunciare, continuiamo la pubblicazione dei riassunti delle relazioni destinate al Congresso. La relazione dell'Ing. MOTTI è una di quelle pubblicazioni descrittive che certamente poco si prestano ad essere riassunte: L'originale costituisce una completa illustrazione di alcune importantissime sottostazioni del Mezzogiorno.

Anche la relazione degli Ingg. FOCACCIA e TOLOMEO poco si presta al riassunto contenendo molti sviluppi di carattere teorico-analitico. I Colleghi ne potranno tuttavia rilevare l'importanza anche dal punto di vista pratico in quanto gli Autori propongono un procedimento sistematico per la prova dei trasformatori a corrente costante, per i quali le ordinarie prove indirette non sono più sufficienti.

Della questione, sempre aperta, dei sistemi di protezione contro le sovracorrenti, si occupa l'Ing. COLONNA, illustrando quei dispositivi con relais a impedenza od a reattanza che, ultimi venuti, tendono oggi ad affermarsi seriamente.

L'Ing. ABBO tratta, sulla base dell'esperienza acquisita nell'Amministrazione ferroviaria, delle stazioni per la carica delle batterie di accumulatori, mentre l'Ing. Virgili si occupa delle stazioni di conversione destinate ad alimentare linee di trazione a corrente continua.

L'impianto di Galleto.

Fra le gite e le escursioni comprese nel programma della XXXVI[a] Riunione, uno dei «clou» sarà indubbiamente la visita della centrale di Galleto della «Terni». Siamo perciò assai lieti di poter oggi iniziare la descrizione di tale impianto e di poter qui esprimere i nostri più vivi ringraziamenti ai dirigenti ed ai tecnici della Società che ci hanno concesso la pubblicazione e ce ne hanno volenterosamente forniti gli elementi.

L'idea primitiva che moltissimi profani hanno — e più avevano un tempo — che gli impianti idraulici siano utilizzazioni delle «cascate» d'acqua, in pochi casi è così vicina alla realtà come in quello della famosa cascata delle Marmore, presso Terni. Qui veramente la natura ha offerto un massimo di circostanze favorevoli alla utilizzazione; e così si spiega come ad essa si sia pensato fin da tempi relativamente assai antichi. Ed anche si spiega come le prime utilizzazioni, per quanto cospicue, non si siano sviluppate secondo un piano molto organico e come ad un certo punto si sia sentita la convenienza di rifarsi daccapo. I consoci che furono a Terni solo nel 1920 (in occasione del Congresso di Roma) rimarranno meravigliati della profonda trasformazione subita del complesso di questi impianti meravigliosi.

Oggi la centrale di Galleto coi suoi quattro gruppi da 36.000 kwatt (concediamo ai... passatisti che il dire 50.000 cavalli fa più effetto!) è una delle primissime di Italia e conta senza dubbio fra le maggiori del mondo. Certamente, anche senza essere esteti esclusivisti, la vista, nei giorni di lavoro, della sede della meravigliosa cascata, colle sue roccie nude ed asciutte, dà un senso indiscutibile di pena nostalgica; ma a pochi passi, di là, l'edificio ciclopico, veramente romano, della nuova centrale, risolleva lo spirito ed induce a considerare che ogni epoca ha e deve avere la sua caratteristica, la sua estetica, i suoi monumenti di bellezza.

LA REDAZIONE.

L'elenco dei Soci vitalizi e perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A.E.I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. Le Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiscono il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

IMPIANTI SUI FIUMI NERA E VELINO DELLA SOC. "TERNI"

Caratteristiche oro-idrografiche generali.

Gli impianti di cui ci occupiamo sono tutti costruiti sul bacino del fiume Nera, affluente del Tevere nel quale sbocca poco a valle della città di Orte. Il bacino appartiene a quella zona dell'Italia Centrale singolarmente dotata di risorse idrauliche e nella quale lo sfruttamento idroelettrico ha raggiunto una densità ed una importanza che non ha riscontro in nessuna altra parte della penisola ad eccezione delle zone alpine.

Poco a monte di Terni confluisce nel Nera il suo più importante affluente, il Velino, il quale è a sua volta alimentato da due affluenti principali, il Salto e il Turano.

La superficie totale del bacino è di circa 4300 chilometri quadrati e si suddivide quasi in parti eguali fra il Nera e il Velino, con preponderanza di quest'ultimo al quale appartengono 2400 km² di terreno scolante.

L'altitudine media del territorio tributario del Nera è superiore ai 900 metri, valore relativamente rilevante per un bacino appenninico. Alcuni bacini secondari di questa zona hanno altitudini medie anche superiori ai 1000 metri come accade pel bacino del fiume Corno (affluente del Nera) che ha una superfice di 614 km² e un'altitudine media di 1080, e pel bacino del Nera fino al Velino che, con 1455 km² di estensione si mantiene a un'altitudine di 1014 metri s. m.

Appartengono anche al territorio che ci interessa le vette più elevate di tutto l'Appennino centrale, dopo il Gran Sasso d'Italia. Troviamo infatti il monte Velino a 2487 metri, il monte Vettore a 2478, e il monte Terminillo a 2253 metri s. m.

I terreni sono in prevalenza di tipo permeabile o permeabilissimo, costituiti per lo più da calcari del cretaceo, compatti o schistosi; soltanto nelle valli del Salto e del Turano si trovano limitate estensioni di terreni impermeabili.

La natura geologica dei terreni favorisce il formarsi di una abbondante rete idrografica sotterranea, la quale sul fondo delle valli o al contatto coi terreni impermeabili dà luogo alla formazione di numerose sorgenti, alcune delle quali di portata notevolissima. Così ad esempio, la sorgente Peschiera, nel bacino del Velino raggiunge i 18 o 19 metri cubi per secondo.

La presenza di queste frequenti sorgenti di portata relativamente costante, contribuisce ad imprimere uno spiccato carattere di perennità ai corsi d'acqua del bacino interessato.

Il regime pluviometrico della zona è quello tipico appenninico sub littoraneo, con un massimo di precipitazioni in autunno e in primavera e un minimo accentuato durante l'estate. Nel quinquennio 1921-25, la piovosità media sull'intero bacino fu di mm 1181.

Il contributo idrico per unità di superficie di bacino scolante non è però in diretto rapporto colla distribuzione delle precipitazioni atmosferiche e assume valori molto variabili da punto a punto, e ciò in conseguenza dei contributi apportati dalle sorgenti di cui si è detto. Così avviene, ad esempio, che, mentre lungo il corso del Nera, a monte della confluenza col Velino, il contributo idrico unitario si mantiene pressochè costante intorno al valore di 17 a 19 litri al secondo per km², in alcuni tratti del bacino del Velino si arriva fino a oltre 90 l/sec km² come avviene a monte di Rieti per l'afflusso dell'acqua proveniente dalle sorgenti di Peschiera e Canetra.

Come valore medio di grossa approssimazione per tutto il bacino considerato, si può ritenere un contributo unitario di circa 25 litri/sec km².

Lo sfruttamento idroelettrico del bacino è agevolato dalla presenza di sensibili dislivelli concentrati, sul percorso dei principali corsi d'acqua.

Il caso più importante è quello del Velino che per confluire nel Nera compie un salto dando luogo alla ben nota cascata delle Marmore (fig. 1), altri dislivelli notevoli si riscontrano sul percorso del Nera, a monte della confluenza del Velino, e nella parte più alta del bacino.

Lo sviluppo degli impianti.

Le particolari favorevoli condizioni locali non erano sfuggite all'attenzione dei tecnici, tantochè fin da epoca relativamente remota (intorno al 1870) si era cominciato a sfruttare con appositi impianti a scopo industriale l'energia idraulica disponibile.

Come quasi sempre avvenne nei tempi passati mancò però un'idea generale di coordinazione dei lavori, cosicchè si assistette al moltiplicarsi di impianti costruiti con vedute ristrette per soddisfare particolari esigenze locali senza alcun riguardo all'interesse generale della migliore utilizzazione complessiva.



Fi. 1. — La cascata delle Marmore.

Si può anzi dire che proprio in questa zona si ebbe uno degli esempi più cospicui del disordine conseguente a questa mancanza di coordinamento. Basti pensare che fin verso il 1925 si avevano complessivamente oltre 15 impianti separati, appartenenti ad Enti diversi che utilizzavano le acque del Nera e del Velino. Soltanto in corrispondenza della cascata delle Marmore, si avevano sul Velino ben 7 impianti in parallelo che si contendevano la portata disponibile.

A simile stato di cose, incompatibile coi moderni criteri tecnici e colle esigenze superiori della economia del Paese, si pose rimedio con un piano organico di riordinamento del quale fanno parte gli impianti che stiamo per descrivere.

Ciò è stato reso possibile dalla concentrazione di parecchie grandi Società industriali che ha portato alla costituzione della attuale « Terni - Società per l'Industria e l'Elettricità » che conta fra gli Enti industriali e finanziari più importanti del nostro Paese.

Una serie di accordi stipulati cogli altri Enti interessati alla utilizzazione delle acque del Nera e del Velino, permise alla « Terni » di assicurarsi la libera disponibilità di sfruttamento dell'intero bacino a monte della quota 85 m sul mare. Si procedette allora allo studio della riorganizzazione generale degli impianti seguendo il concetto logico di concentrare quanto più possibile la produzione di energia nel minor numero di

impianti, sopprimendo quelli esistenti che risultassero non rispondenti alle esigenze tecniche moderne.

nel Nera, e quella di Narni a valle della precedente sul basso corso del Nera.

1. *Impianto di Visso*: Bacino imbrifero km² 198 - Salto m 159,80 - Portata max 12 m³/s - Potenza installata kW 15.000.

2. *Impianto di Triponzo*: Bacino imbrifero utilizzato km² 916 - Salto m 40 - Portata max 16 m³/s - Potenza installata kW 5000.

3. *Impianto di Galleto*: Bacino imbrifero utilizzato km² 3526 - Salto m 205 - Portata max 140 m³/s - Potenza installata kW 300.000.

4. *Impianto di Narni*: Bacino imbrifero utilizzato km² 3736 - Salto m 78 - Portata max 190 m³/s - Potenza installata kW 110.000.

5. *Serbatoio alle Balze di Santa Lucia*: Bacino imbrifero utilizzato km² 779 - Capacità utile m³ 81.000.000 - Salto max m 54 - Salto medio m 41 - Portata max 13 m³/s - Potenza installata kW 6000.

6. *Serbatoio di Posticciola*: Bacino imbrifero utilizzato km² 475 - Capacità utile m³ 137.000.000 - Salto max m 59 - Salto medio m 42 - Portata max 19,5 m³/s - Potenza installata kW 9000.

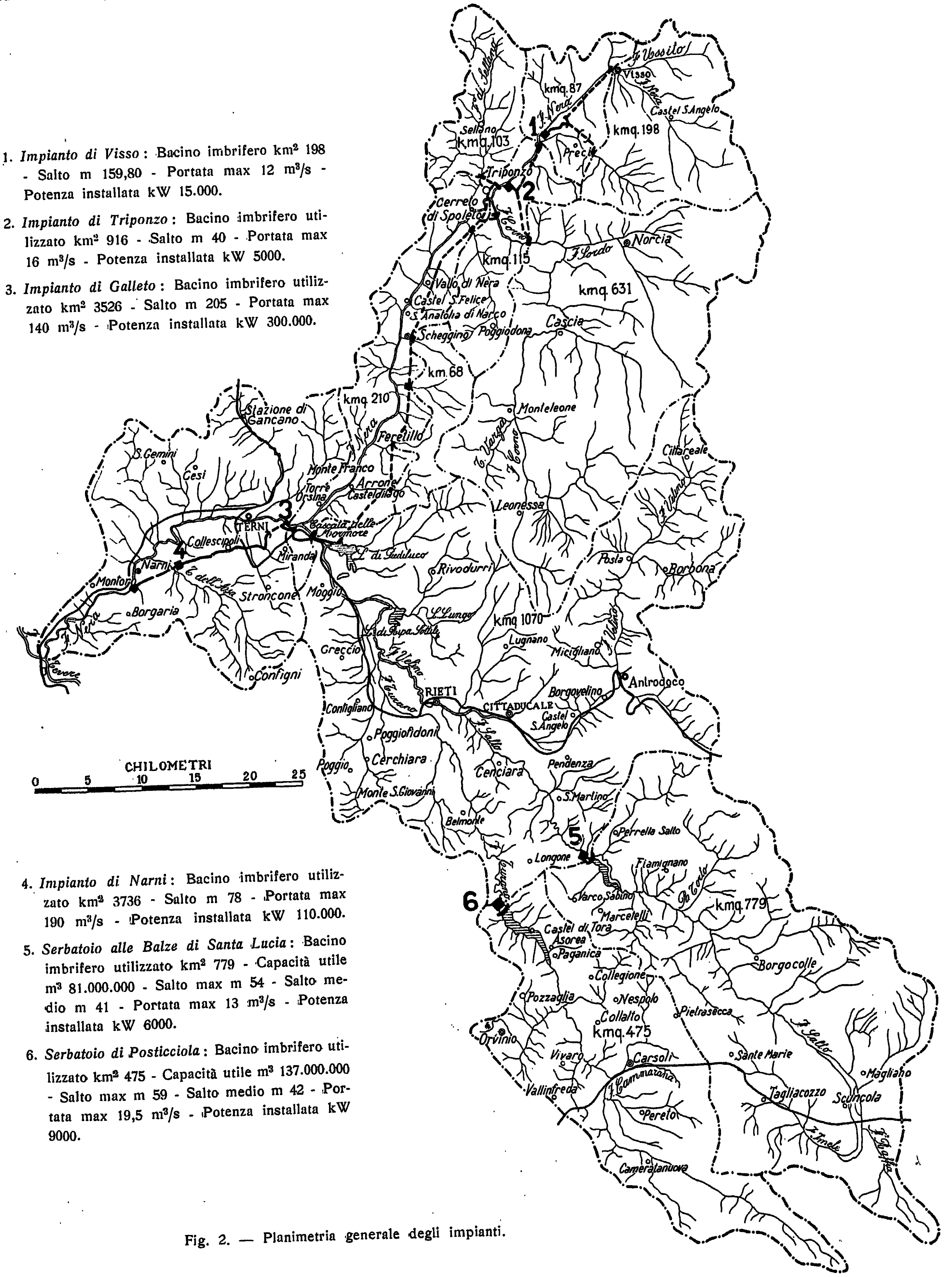


Fig. 2. — Planimetria generale degli impianti.

Piano generale di utilizzazione.

Come risulta dalla planimetria di fig. 2 il nuovo piano di sfruttamento è basato principalmente sulla costruzione di due grandi centrali; quella di Galleto, alla confluenza del Velino

L'impianto di Galleto utilizza un bacino imbrifero di 3526 chilometri quadrati, con un salto di 205 metri e una portata massima di 140 m³/sec. Il valore idrodinamico raggiunge quindi il valore, non comune, di 723.000 m km². La potenza installata totale toccherà i 300.000 kW. La centrale di Narni può con-

tare su un salto molto più ridotto, cioè di 78 m. Il bacino utilizzato è di 3736 km² e quindi il valore idrodinamico dell'impianto arriva al valore, ancora notevolissimo, di 292.000 metri km². E' prevista la installazione di macchinario generatore per complessivi 110.000 kW.

Oltre queste due centrali principali, se ne sono previste altre quattro, di potenza molto inferiore, delle quali due sull'alto corso del Nera, e due nel bacino del Velino rispettivamente sui suoi due affluenti: il Salto e il Turano.

Sull'alta Valle del Nera, si trova anzitutto l'impianto di Visso che sfrutta 198 km² di bacino imbrifero, su di un salto di m 159,80, con un valore idrodinamico di 31.600 m km². La portata massima disponibile è di 12 m³/sec e la potenza installata è prevista in 15.000 kW.

A valle di questo è progettato l'impianto di Triponzo con un bacino utilizzato di 916 km², e un salto di 40 m, il che equivale a un valore idrodinamico di 36.640 m km². La portata massima disponibile è di 16 m³/sec e la potenza installata è prevista in 5000 kW.

A valle dello scarico della centrale di Triponzo è previsto sul Nera uno sbarramento per deviarne le acque in un lungo canale destinato ad immetterle nel lago di Piediluco sistemato a bacino di ritenuta per alimentare la centrale di Galleto. Nel canale saranno derivate anche le acque di parecchi affluenti del Nera e specialmente quelle del Vigi e del Corno.

Il tronco del fiume Nera fra la centrale di Triponzo e la confluenza del Velino non si presta a ulteriori sfruttamenti idroelettrici.

Sul fiume Salto in località detta Balze di Santa Lucia, uno sbarramento costruito nel letto del fiume crea un invaso che dà luogo ad un serbatoio della capacità utile di 81.000.000 di metri cubi. Una centrale a valle di esso ne utilizza le acque su di un salto medio di m 41 (che può arrivare a un massimo di m 54 e con una portata massima di 13 m³/sec. La potenza installata è di circa 6000 kW. Il bacino imbrifero utilizzato da questo impianto è di 779 km².

Analogamente sul fiume Turano in località Posticciola, uno sbarramento artificiale crea un serbatoio di ritenuta della capacità utile di 137.000.000 di m³. Una centrale da 9000 kW installati ne utilizza le acque con una portata massima di 19,5 m³/sec su un salto medio di 42 m (massimo di 59 m). Il bacino imbrifero tributario di questo impianto ha una estensione di 475 km².

Stato attuale degli impianti.

Come risulta da quanto detto sopra, la utilizzazione integrale prevista del bacino, contempla la costruzione di 6 centrali idroelettriche per una potenza installata complessiva di circa 450.000 kW, e la sistemazione di 3 serbatoi di ritenuta rispettivamente al lago di Piediluco e sui fiumi Salto e Turano.

Lo stato attuale dei lavori è il seguente:

Per Galleto sono state costruite tutte le opere idrauliche proporzionate per la potenza totale prevista per l'impianto. Le condotte forzate e la centrale sono invece costruite e già funzionanti per una metà della potenza prevista. Sono perciò installati 4 degli 8 gruppi generatori che la centrale dovrà contenere. Finchè la centrale di Galleto non sarà completata, si è deciso di mantenere ancora in servizio la vecchia centrale Papigno, che si trova quasi adiacente alla nuova, utilizzando, per alimentarla, le opere idrauliche già costruite per la centrale di Galleto e che, come si è detto, sono attualmente esuberanti per la potenza installata. Si è così proceduto ad allacciare alla galleria forzata che alimenta le condotte forzate di Galleto, anche quelle di Papigno distaccandole dalle vecchie opere idrauliche preesistenti che risultavano deficienti. La centrale di Papigno ha attualmente una potenza installata di 28.000 kW.

Prima ancora dell'impianto di Galleto, è entrato in funzione nel 1928 l'impianto di Visso sull'alto Nera.

L'impianto a valle di Triponzo che porta, con una galleria lunga 40 km, le acque del Nera nel lago di Piediluco, è già costruito ed andrà in esercizio fra breve.

Gli altri impianti non sono ancora stati iniziati.

Regolazione delle portate degli impianti.

La regolazione giornaliera e settimanale delle portate è effettuata a mezzo del lago di Piediluco che viene rigurgitato a mezzo di una paratoia disposta nel Velino realizzando così una non comune vasca di carico per l'impianto di Galleto della capacità di qualche milione di m³.

Tale capacità è del resto necessaria dato il valore delle portate utilizzate che arrivano ad un massimo di circa 140 m³ al 1″ contro una portata continua che in magra si aggirerà, quando sia eseguita la derivazione del Medio Nera nel lago di Piediluco, intorno ai 60 m³.

La regolazione stagionale delle portate viene effettuata

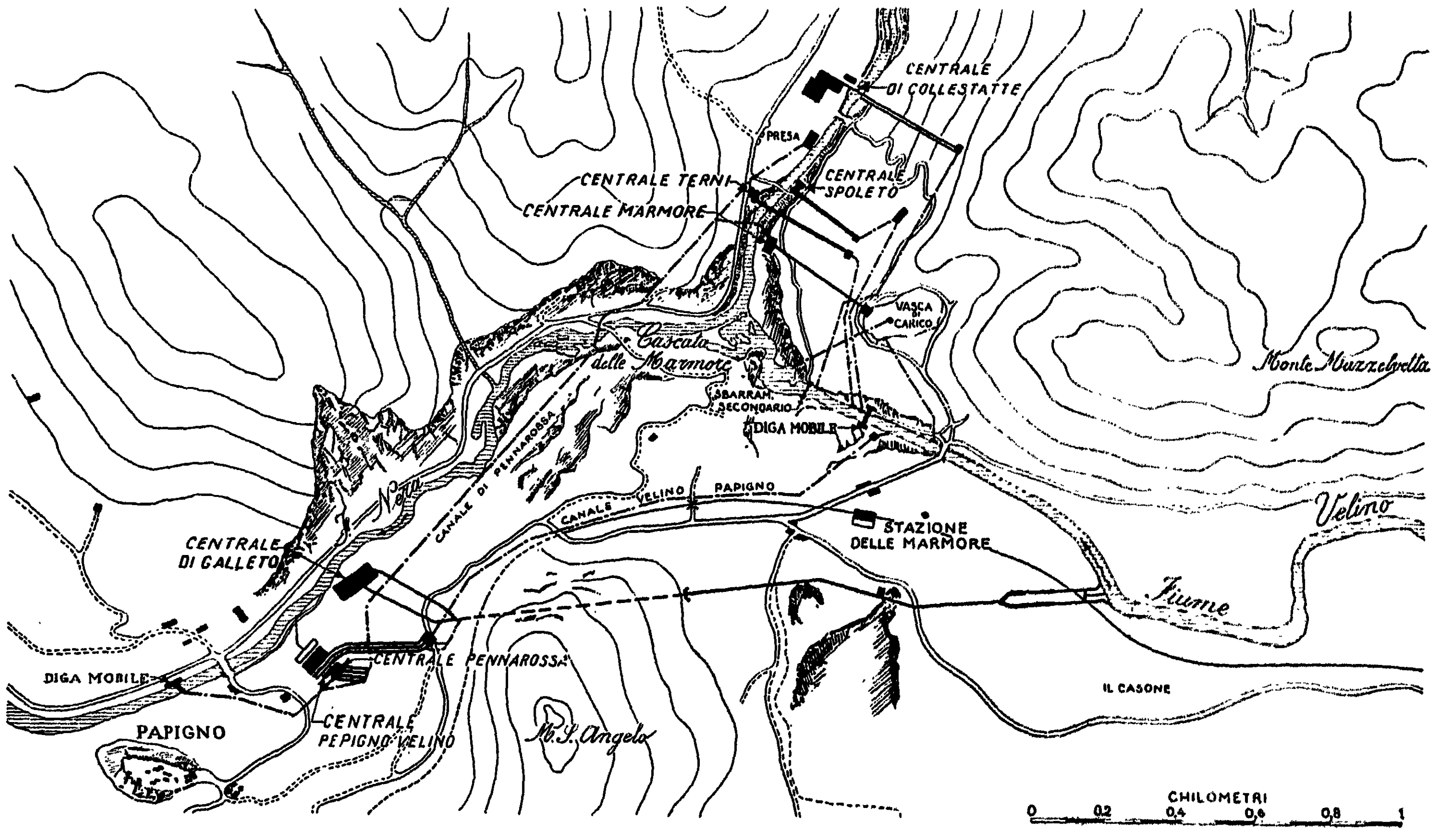


Fig. 3. — Planimetria schematica degli impianti idroelettrici alla cascata delle Marmore.

invece parzialmente a mezzo dei serbatoi sul Salto e sul Turano.

Effettivamente lo scopo precipuo di tali serbatoi è più che altro di bonifica; di trattenere cioè le dannosissime piene improvvise che invadono tutta la fertilissima Pianura Reatina producendo spesso danni ingentissimi all'agricoltura.

Detti serbatoi risolvono in modo geniale una questione che si trascina da secoli fra Reatini e Ternani.

Per liberare infatti la pianura reatina da simili inondazioni il Console M. Curio Dentato nell'anno 481 di Roma, fece aprire un cavo di scarico, cavo che fu poi prolungato sotto i Pontefici fino al posto attuale ove forma le cascate.

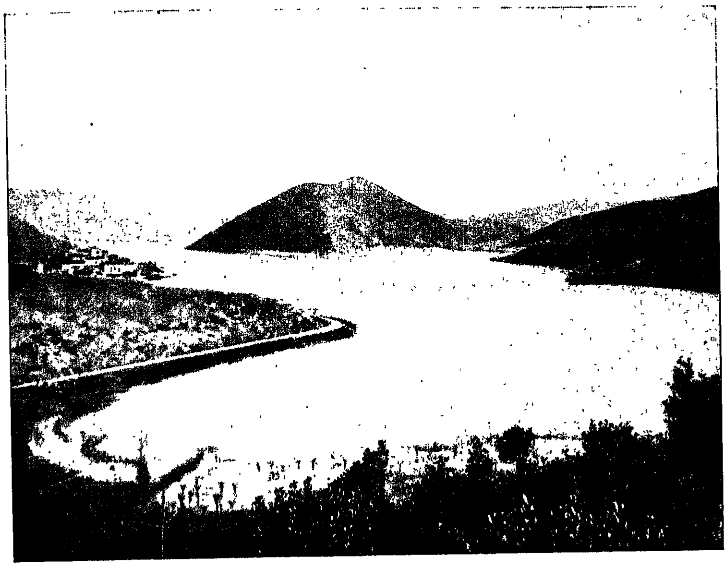


Fig. 4. — Il lago di Piediluco.

Tale cavo ebbe però l'effetto di aumentare le piene tanto del Nera a Terni quanto del Tevere a Roma perchè facilitava l'afflusso delle acque del Velino. A riparare tale inconveniente, sotto il Pontefice Clemente VIII fu ideato un ponte regolatore che è quello che ancora oggidì esiste, il quale non doveva lasciar passare una piena superiore ai 200 m³.

Quantunque l'afflusso di piena della luce di quel ponte sia superiore a quella che si era allora prestabilito, pure si raggiunse lo scopo per il quale fu costruito trattenendo a monte le piene; naturalmente però questo provvedimento ha causato di nuovo, sia pure in misura ridotta rispetto a prima, inondazioni della pianura reatina, inondazioni che — come si è già detto — si verificano spesso in modo assai grave causando danni ingentissimi.

L'idea di trattenere le piene del Salto e del Turano con dei serbatoi non solo porta un validissimo contributo alla questione della bonifica della pianura reatina, ma porta inoltre con se un complesso tale di vantaggi per la economia della regione da dare a questi impianti il carattere vero e proprio di opere di interesse nazionale.

Per avere un'idea anche sommaria dei vantaggi che questi serbatoi permetteranno di raggiungere, basta por mente alle ingenti spese che le periodiche piene del Velino impongono alla Nazione pei danni lungo le vallate del Velino, del Nera e del Tevere; ai fertilissimi terreni che verranno messi in maggior valore nella pianura reatina e in quella ternana, sia per il fatto di averli sottratti alle periodiche inondazioni, sia per la possibilità di irrigarli con le acque degli stessi serbatoi; infine ai vantaggi che la regolazione della portata farà conseguire nei riguardi della navigazione del tronco del Tevere a valle di Orte.

Purtroppo invece nei riguardi della produzione della energia la loro efficacia è relativamente limitata e certamente non in relazione al costo molto elevato delle opere necessarie.

Vari studi sono stati eseguiti in proposito, ma la maggior parte di essi si basava su dati di portata molto incerti e che le misure più accurate eseguite in questi ultimi anni dall'Ufficio Idrografico hanno dimostrato completamente infondate.

Recentemente perciò si è reso necessario un accurato esame della questione, esame che ha permesso di valutare in modo più esatto l'efficacia dei detti serbatoi nei riguardi della produzione dell'energia.

I vantaggi che i serbatoi apporteranno in questo senso sono essenzialmente di due specie; uno inerente ad un vero e proprio incremento nella portata derivabile conseguente alla accumulazione e successiva utilizzazione delle acque di piena che attualmente sono in parte perdute; l'altro relativo ad una trasformazione di parte della portata stagionale del Velino in portata continua per effetto dell'integrazione che, con le acque dei serbatoi opportunamente erogate, potrà effettuarsi alla portata stagionale del Velino alle Marmore.

La valutazione quantitativa di tali vantaggi è stato fatta col metodo che passiamo ad esporre.

Anzitutto il funzionamento idraulico dei serbatoi deve essere tale da procurare nel complesso degli impianti il massimo incremento possibile nella quantità di energia continua, vendibile cioè per luce e forza motrice.

Supponiamo per un momento, per comodità di ragionamento, che non esistano le centrali alle dighe.

In tal caso è evidente che per ottenere lo scopo prefisso è necessario regolare le erogazioni dei serbatoi in modo che la loro somma sia in ogni momento complementare alla portata che si verificherebbe in quel momento all'incile del canale di comunicazione tra Velino e lago di Piediluco, ove le saracinesche dei serbatoi fossero chiuse, per effetto cioè del deflusso naturale del bacino imbrifero non regolato.

In altre parole le erogazioni dei serbatoi devono essere tali da mantenere in ogni momento la portata del Velino all'incile di cui sopra ad un valore costante (portata continua disponibile) prefissato, in relazione alle risorse idriche delle due parti del bacino imbrifero, cioè quella regolata e quella non regolata.

Naturalmente, perchè ciò sia possibile, occorre che la capacità dei serbatoi sia adeguata.

Si mostra facilmente che ciò si verifica se si intende di effettuare la regolazione di cui sopra con ciclo annuale, anzi a tale solo scopo la capacità prevista sarebbe piuttosto esuberante, mentre risulterebbe parecchio insufficiente se si volesse fare la regolazione quinquennale.

Dai calcoli citati risulta che la portata continua disponibile nel Velino, pur non potendo riuscire costante nel quinquennio, per insufficienza di capacità regolatrice, presenta da un anno all'altro scarti che sono bensì percentualmente notevoli rispetto all'incremento della portata continua dovuta ai serbatoi, ma sono invece percentualmente piccoli rispetto alla totale portata continua disponibile, compresa cioè quella preesistente ai serbatoi.

Lo sviluppo dei computi, è stato eseguito tracciando le curve del regime della portata per il bacino imbrifero non regolato, indi, conoscendo il volume totale di acqua disponibile come apporto del bacino regolato, al netto di perdite, è stato calcolato coi noti metodi, anno per anno, la portata continua che sarebbe stata disponibile in detto anno.

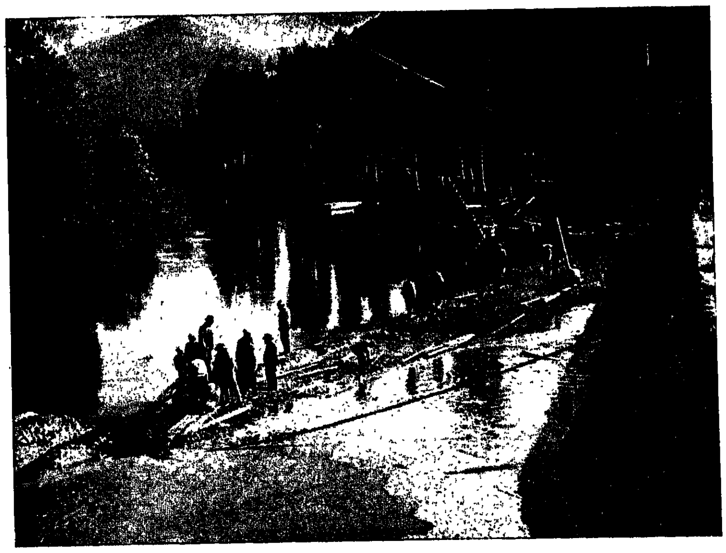


Fig. 5. — Il fiume Velino a monte delle opere di presa.

Si trovano naturalmente valori diversi di questa portata continua, nei vari anni; avendo ammesso di voler considerare, malgrado la deficiente capacità dei serbatoi, come ottenuta la regolazione quinquennale, è stata fatta la media dei valori trovati considerando questa media come il valore della portata continua disponibile, sul quale si possono basare gli impegni di vendita dell'energia.

La portata media continua così ottenuta considerando il funzionamento dei serbatoi, viene paragonata alla minima portata continua verificatasi naturalmente nel quinquennio; la differenza misurerà l'incremento della portata continua dovuta ai serbatoi, da cui si dedurrà l'incremento della energia vendibile conseguente alla costruzione degli stessi.

Ma, come si è già detto, non tutto questo incremento di energia continua costituisce una energia nuova; in parte è la trasformazione di energia stagionale preesistente, in energia continua.

Occorerà dunque, per la valutazione esatta del reddito dovuto ai serbatoi, fare il calcolo dell'energia stagionale disponinibile prima e dopo la costruzione dei serbatoi.

Tutto quanto precede sarebbe esatto, solo non tenendo conto dell'energia prodotta dalle centrali alle dighe.

Se si facesse la regolazione nel modo anzidetto, cioè a portata costante all'incile del canale di comunicazione tra Velino e Lago di Piediluco, si avrebbe come effetto dei serbatoi l'incremento di una quantità costante nell'energia prodotta in Galleto e Narni, cioè un incremento nell'energia continua prodotta da questi impianti, ed in più si avrebbe l'energia prodotta dalle centrali alle dighe, la quale sarebbe nel tempo proporzionale alla erogazione dei serbatoi, cioè eminentemente variabile nelle stagioni e cioè stagionale.

Si avrebbe dunque questo assurdo, che, col funzionamento previsto, la energia prodotta nei periodi di deficienza di acqua del Velino, e quindi intuitivamente di alto valore, sarebbe degradata ad energia stagionale. Viceversa essa è energia di integrazione, la quale quindi può servire, unitamente ad una certa quantità di energia stagionale ancora disponibile nel bacino imbrifero non regolato, a creare un ulteriore quantitativo di energia continua.

Si vede subito da ciò che non è la regolazione anzidetta *a portata costante* che conviene di fare in questo caso, ma una regolazione *ad energia costante;* occorre cioè regolare le erogazioni dai serbatoi in modo che la somma della energia prodotta in Galleto, in Narni e nelle centrali alle dighe sia costante (bene inteso come media giornaliera o settimanale, tenuto conto della funzione del lago di Pediluco).

La determinazione di questo nuovo valore dell'energia continua è semplice.

Si consideri che una certa quantità di acqua dei serbatoi è utilizzata in Galleto col salto di m 202,50, in Narni col salto di m 81, e nelle centrali alle dighe col salto lordo di m 41,50 (media dei salti medi delle due centrali).

Si consideri inoltre che il rendimento medio globale di ciascuna delle centrali di Galleto e Narni, si può valutare di 0,75; mentre quello corrispondente delle centrali alle dighe, a causa del salto assai variabile e delle unità assai più piccole, può valutarsi al più 0,70, che deve poi ridursi a 0,5 per tener conto delle perdite nella linea di trasmissione per portare l'energia a Galleto, dove soltanto può essere immessa nelle varie linee.

Tenuto conto di quanto sopra, una certa quantità di acqua dei serbatoi utilizzata successivamente nelle centrali alle dighe, in Galleto e in Narni, produrrà una quantità di energia che sarà uguale a quella prodotta dalla stessa quantità d'acqua, utilizzata però solamente in Galleto e Narni, moltiplicata per il coefficiente

$$\frac{(202,50 + 81)\,0,75 + 41,5 \times 0,65}{(202,50 + 81)\,0,75} = 1.125$$

Occorrerà dunque applicare il procedimento di calcolo che è stato sopra indicato, sostituendo alla quantità effettiva di acqua dei serbatoi al netto di perdite, cioè disponibile per l'integrazione del bacino imbrifero non regolato, una quantità *virtuale* pari alla precedente moltiplicata per 1,125.

Si otterrà così un valore della portata costante disponibile nel Velino all'incile del canale di comunicazione col lago di Piediluco, il quale non sarà effettivo, ma anch'esso *virtuale,* sarà cioè quel valore della portata costante che, supposta utilizzata negli impianti di Galleto e Narni, è capace di produrre la quantità di energia continua che si vuol calcolare, cioè la quantità che si può ottenere con quella che è stata chiamata *regolazione ad energia costante,* la quale, come detto, si attua regolando le erogazioni dai serbatoi in modo che la somma della energia prodotta nelle centrali alle dighe in Galleto e in Narni sia costante.

Detta quantità di energia continua così trovata, comprende, per il meccanismo stesso del calcolo con cui è stata determinata, la produzione delle centrali alle dighe.

Naturalmente la quantità *virtuale* di acqua erogabile dai serbatoi deve prima essere diminuita della quantità che andrà consumata per la irrigazione della pianura reatina, quantità che è stata determinata nella concessione in m³ 5 al secondo per circa tre mesi dell'anno, ossia in circa m³/sec 1.25 di portata media annuale.

Calcolo dei dati idrometrici relativi al funzionamento dei serbatoi.

E' stato preso in esame il quinquennio 1925-26-27-28-29. Per questo quinquennio esistono:

a) la serie delle portate giornaliere del Velino a Terria, determinate mediante letture giornaliere dell'idrometro collocato a cura della Sezione Autonoma del Genio Civile per il Dominio del littorale del Lazio e la curva di portata calcolata dalla Sezione stessa;

b) la serie delle portate giornaliere del Salto all'idrometro delle Balze di S. Lucia, località dove è progettata la diga, calcolate dalla Sezione di cui sopra ed in parte già pubblicate nel relativo Bollettino;

c) la serie delle portate giornaliere del Turano, all'idrometro di Posticciola, località dove è progettata la diga, calcolate anche queste dalla Sezione di cui sopra ed in parte già pubblicate.

Tutta questa serie di portate è completa per tutto il quinquennio con la sola eccezione delle portate del Salto nel 1926, che sono mancanti.

Poichè nei calcoli che seguono, ciò che interessa principalmente è la portata media annua dei bacini regolati, ed in tutto il resto del quinquennio si osserva che la portata media del Turano, è all'incirca uguale od alquanto superiore a quella del Salto, si è ritenuto di colmare la deficienza assumendo per il 1926 una serie di portate del Salto identica alla serie verificatasi per il Turano nello stesso anno, con la probabilità di commettere, così facendo, un errore in eccesso piuttosto che in difetto.

Con questi elementi è stata ricavata la serie delle portate naturali del Velino all'altezza del lago di Piediluco; traducendole in diagrammi di durata.

Dall'esame delle curve di durata è stato determinato anno per anno:

a) Il modulo medio, sebbene questo dato non entri poi nei calcoli successivi, ma serva solo di termine di confronto.

b) La portata di magra.

c) La portata media derivabile, in corrispondenza di una derivazione massima di m³/sec 60,45. Tale massima derivazione, parlando dell'impianto di Galleto, risulta di:

1° — m³ 5 continui della vecchia concessione per la derivazione delle Acciaierie, che è l'unica delle vecchie concessioni non assorbita dalla concessione di Galleto.

2° — m³ 55,45 di massima derivazione per l'impianto di Galleto, secondo il Decreto di concessione 14 marzo 1929.

d) La portata media stagionale utilizzabile, quale risulta dalla differenza tra la portata media derivabile di cui in *c*) e la più bassa portata di magra riscontrata nel quinquennio, che è stata assunta come portata oggi disponibile in modo continuo.

Tali elementi sono riassunti nella seguente tabella in cui sono state riportate anche le portate medie del Salto e del Turano nonchè la loro somma e la portata utile erogabile dai serbatoi, al netto cioè dalle perdite.

La perdita per evaporazione dovuta agli specchi d'acqua, valutata nella misura solita, corrisponde a un 5 %; non sarà esagerato valutare un altro 5 % per le probabili perdite dovute alla imperfetta impermeabilità dei serbatoi.

Nella stessa tabella è stata anche riportata la portata media, che abbiamo chiamata virtuale, cioè quella utile erogabile dai serbatoi moltiplicata per il coefficiente 1.125, e finalmente detta portata *virtuale* depurata della portata media consumata per l'irrigazione, cioè di m³ 1,25, nonchè la quantità d'acqua corrispondente nell'anno espressa in m³-giorno.

Dalla serie delle portate giornaliere del Velino all'altezza del lago di Piediluco, è stata sottratta giorno per giorno la somma delle portate giornaliere del Salto e del Turano all'altezza delle dighe (portate del bacino imbrifero regolato), constatate nel giorno precedente, deducendo per differenza la serie delle portate naturali del bacino imbrifero non regolato.

Da esse sono ricavate le curve di durata del deflusso naturale del bacino imbrifero non regolato.

A proposito di tali curve occorre notare una anomalia che esse presentano tutte: nella parte bassa della curva si nota un certo numero di valori assai piccoli, certo inferiori al vero.

Tabella dati idrometrici.

	1925	1926	1927	1928	1929
Fiume Velino all'altezza del lago di Piediluco: 1) Modulo medio ..	51.02	47.98	51.05	47.57	52.67
2) Portata di magra	39.47	39.58	39.50	39.66	39.50
3) Portata media derivabile con derivaz. mass. di mc. 60,45...	46.30	46.68	46.43	45.33	48.07
4) Portata media stagion. disponibile al disopra della portata continua di mc. 39,47	6.83	7.21	6.96	5.86	8.60
5) Salto - mod. medio.	4.298	4.073	4.968	4.138	5.397
6) Turano - modulo medio............	4.588	4.073	4.721	5.638	5.304
7) Modulo medio del bacino regolato....	8.886	8.146	9.689	9.776	10. 01
8) Modulo medio del bacino non regolato (diff. tra riga 1 e riga 7)	42.134	39.834	41.361	37.794	41.969
9) Modulo medio utile erogabile dai serbatoi (riga 7 detratto il 10 % di perdita)	7.997	7.331	8.720	8.798	9.630
10) Modulo medio virtuale erogabile dai serbatoi (riga 9 × 1,125)	9.00	8.25	9.81	9.90	10.85
11) Modulo medio virtuale erogabile dai serbatoi, al netto della irrigaz. reatina (riga 10 detratto mc. 1,25)	7.75	7.00	8.56	8.65	9.60
12) Quantità d'acqua corrispondente nell'anno, espressa in mc. giorno	2828.75	2555	3124.40	3157.25	3504

La spiegazione è ovvia e risiede principalmente nel seguente fenomeno.

Quando si verifica una piena di una certa entità, gli idrometri del Salto e del Turano accusano subito una forte portata; questa però non si propaga nel suo intero valore a valle perchè lungo il percorso si smorza, inondando la pianura di Rieti nelle piene importanti, o la parte bassa di essa (regione dei laghi) nelle piene medie; non è più vera in quel caso la relazione con cui si è calcolata la serie delle portate del bacino non regolato cioè:

portata del bacino non regolato = portata del bacino totale — portata del bacino regolato
ma è vera invece l'altra:
portata del bacino non regolato = portata del bacino totale — portata del bacino regolato + portata che esonda.

La cosa è abbastanza evidente e sufficiente a spiegare le irregolarità riscontrate, unitamente agli inevitabili errori di letture o letture non contemporanee che possono anch'esse certamente influire.

D'altra parte la somma degli errori in meno che in tal modo affettano un certo numero di portate giornaliere del bacino non regolato, è esattamente compensata dalla somma degli errori in più che si verificano in un altro numero di portate giornaliere nei periodi in cui le acque esondate, col decrescere della piena, tornano ad affluire nell'alveo.

Agli effetti dunque della ricerca della *portata continua virtuale ricavabile*, per la natura stessa di tale ricerca, non è probabile che gli errori di cui sopra possano influire in modo apprezzabile sul risultato.

Dalle curve di durata del deflusso del bacino imbrifero non regolato, conoscendo la quantità d'acqua corrispondente nell'anno al modulo medio *virtuale* erogabile dai serbatoi, al netto della irrigazione reatina, (riga 11 della Tabella dati idrometrici) è facile calcolare anno per anno la *portata continua virtuale*.

Data la curva di durata di un certo anno, occorre tracciare sul diagramma una ascissa tale che la superficie compresa tra la ascissa stessa e quella parte della curva di durata che si trova al di sotto di essa sia uguale alla intera quantità d'acqua corrispondente al modulo medio virtuale al netto della irrigazione (riga 11 della Tabella dati idrometrici) disponibile nello stesso anno.

I risultati di questa ricerca danno la portata continua *virtuale* disponibile nei singoli anni, e precisamente:

nell'anno	1925	m^3/sec	47.71
»	1926	»	46.11
»	1927	»	48.06
»	1928	»	45.92
»	1929	»	50.39

Per quanto detto la media di questi valori cioè m^3 47,60 viene assunta come *portata continua* virtuale disponibile, da prendere come base per calcolare l'incremento di energia vendibile dovuto alla costruzione dei serbatoi.

La portata media stagionale, disponibile nei singoli anni, dopo la costruzione dei serbatoi, è quella che è compresa nella curva di durata delle portate del bacino imbrifero non regolato tra la ascissa corrispondente alla *portata continua virtuale* del detto anno e la massima derivazione di m^3 60.45.

Il computo di questa portata media stagionale è fatto prendendo la portata media derivabile dal bacino imbrifero non regolato, con derivazione massima di m^3 60.45, sommandovi il modulo medio virtuale al netto della irrigazione reatina (riga 11 della Tabella dati idrometrici) e sottraendo la portata continua virtuale disponibile. Si hanno i seguenti risultati.

Anno	1925	1926	1927	1928	1929
	mc.	mc.	mc.	mc.	mc.
A) Portata media derivabile dal bacino non regolato con derivaz. massima di mc. 60,45	40,981	39,313	39,829	37,762	41,103
B) Modulo medio virtuale del bacino regolato, al netto dell'irrigaz. reatina	7,75	7 00	8 56	8 65	9,60
C) Portata continua virtuale disponibile	41,51	46,11	48,06	45,92	50,39
Portata media stagionale residua: $A + B - C$	1,221	0,203	0 329	0 492	0,313

Non è inutile qui far notare che l'energia stagionale residua dopo la costruzione dei serbatoi, a parte la sua piccola entità, è disponibile solo per una durata eccezionalmente limitata, che in generale è minore di un mese all'anno, ed anche questa brevissima durata è suddivisa in diversi periodi di pochi giorni per volta, suddivisi tra loro da intervalli più o meno lunghi.

Non vi è industria elettrochimica che sia in grado di utilizzare energia di tal genere; essa quindi andrebbe considerata inutilizzabile e di valore nullo. Solo con senso di ottimismo, data la sua piccola quantità, ci si può arrischiare a considerarla utilizzabile, sperando di riuscire a realizzare tale utilizzazione, quando questa energia non fosse più considerata da sola, ma mescolata ad altra energia stagionale di provenienza diversa, in quantità preponderante ed assai più favorevolmente distribuita nell'anno.

Calcolo dell'incremento dell'energia vendibile.

La portata di magra più bassa del quinquennio è risultata m^3 39,47 (riga seconda della Tabella dati idrometrici); la *portata continua virtuale* media del quinquennio è risultata di m^3 47,60; la differenza di m^3 8,13, per il salto complessivo di Galleto e Narni in m 283,50, ci dà la misura dell'incremento nella disponibilità di energia vendibile.

Col rendimento già indicato delle centrali in 0,75, si ha un quantitativo di energia media continua di:

$$813 \times 283.50 \times 10 \times 0.736 \times 8760 = \text{kWh } 148.600.000.$$

Poichè nel fare questo computo si è partiti dalla portata continua *virtuale*, dato il modo con cui questa è stata definita e ricavata, nel valore trovato di 148.600.000 kWh è compresa anche l'energia prodotta dalle centrali alle dighe.

Per calcolo del reddito prodotto dai serbatoi occorre scevrare la detta energia prodotta dalle centrali alle dighe, dalla

rimanenza che è l'incremento della energia vendibile realizzato per effetto dei serbatoi negli impianti di Galleto e Narni.

L'energia prodotta dalle centrali alle dighe si calcola facilmente con gli elementi già noti e cioè:

a) La portata utilizzata dalle centrali alle dighe non è altro che il modulo medio utile erogabile dai serbatoi, indicato nella riga 9ª della Tabella dati idrometrici. Naturalmente, avendo ammessa come conseguita la regolazione quinquennale, occorre prendere la media dei valori annuali indicati che è m³ 8.495.

b) Il salto è quello indicato di m 41,50.

c) Il rendimento globale delle centrali e linea di trasmissione è quello indicato di 0,65.

La diminuzione media del quantitativo sarà

$$\frac{32.902}{5} \text{ m}^3 \; 6.6$$

a cui corrisponde una diminuzione nel quantitativo di energia stagionale disponibile di

$$6.6 \times 283.50 \times 10 \times 0.736 \times 8760 = 120.600.000 \text{ kWh.}$$

Riassumendo, con la costruzione dei serbatoi si vengono ad ottenere circa 28 × 10⁶ di kWh di nuova energia ed a trasformare circa 120 × 10⁶ di kWh da discontinui a continui.

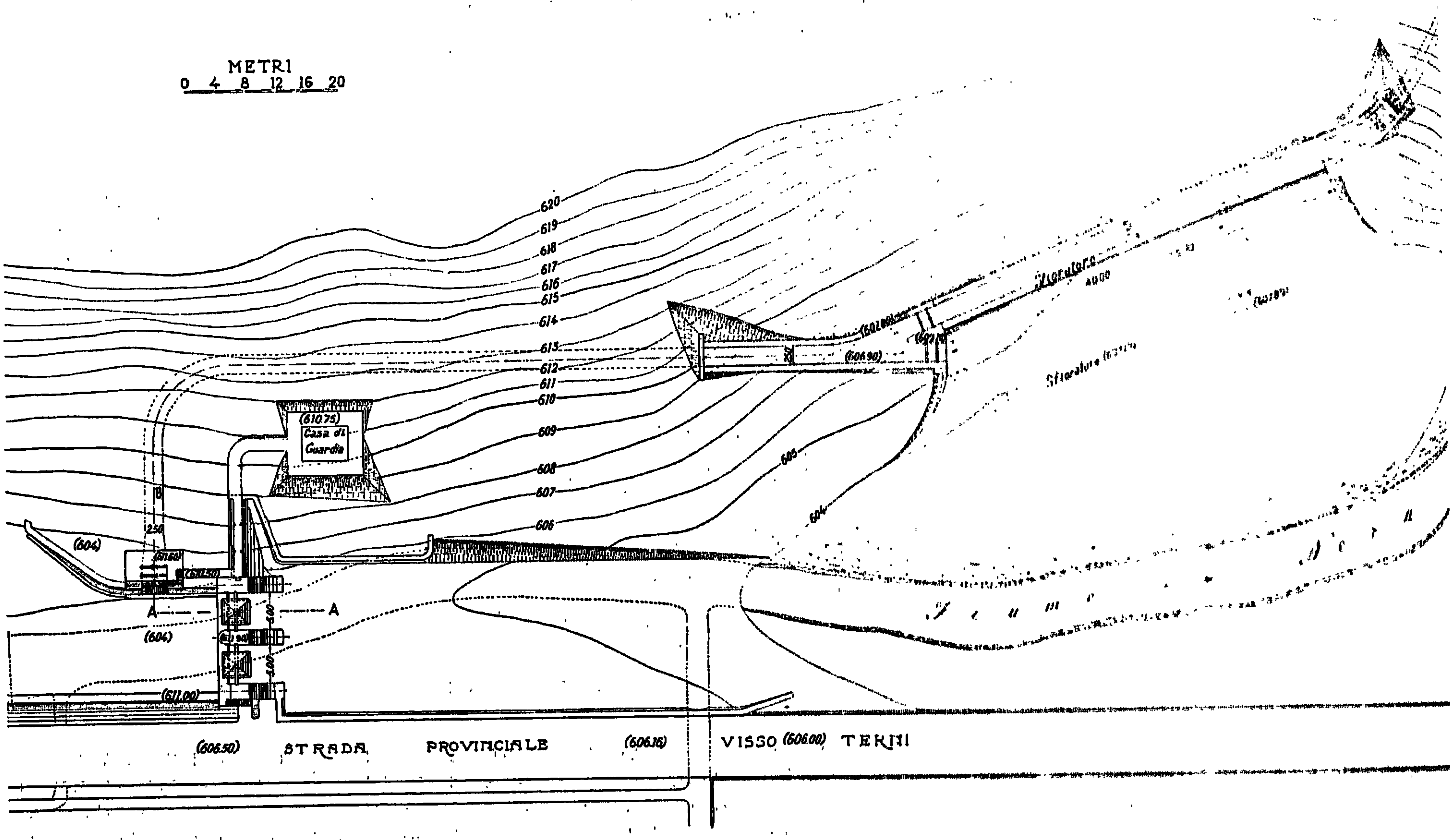


Fig. 6. — Impianto di Visso - Planimetria delle opere di presa.

Il quantitativo di energia prodotto nelle centrali alle dighe è quindi

$$8.495 \times 41.50 \times 10 \frac{65}{75} \times 0.736 \times 0.8760 = \text{kWh } 19.700.000$$

La rimanenza

$$148.600.000 - 19.700.000 = \text{kWh } 128.900.000$$

costituisce l'incremento nella quantità di energia vendibile negli impianti di Galleto e Narni, che è effetto della costruzione dei serbatoi.

Calcolo della diminuzione di energia discontinua.

Le portate medie discontinue prima della costruzione dei serbatoi risultano dalla riga quarta della Tabella dati idrometrici, quelle dopo la costruzione dei serbatoi sono state pure calcolate; ripetendo questi elementi e facendo le differenze si ha la seguente tabella:

Anno	1925	1926	1927	1928	1929
	mc.	mc.	mc.	mc.	mc.
Portate medie discontinue disponibili:					
prima dei serbatoi.	6,83	7,21	6,96	5,86	8,60
dopo i serbatoi.....	1,221	0,203	0,329	0,492	0,313
diminuzione	5,609	7,007	6,631	5,368	8,287
Totale diminuzione mc. 32,902					

Tali risultati sono ben lontani dal corrispondere alle ingenti spese di costruzione di tali opere (dell'ordine di 150 milioni) e la esecuzione dei serbatoi è solo giustificata dai vantaggi veramente ingenti che essi apporteranno alla bonifica delle vallate sottostanti.

Impianto dell'alto Nera o di Visso.

Questo impianto, entrato in funzione nel luglio 1928 è costituito essenzialmente: da un complesso di opere di presa sistemato in un punto dove il letto del fiume ha la quota 604 sul livello del mare; da un canale derivatore, quasi tutto in galleria, lungo circa 9 chilometri e che mette capo a una vasca di carico; da essa parte una condotta in cemento nella quale si innesta poi la condotta forzata metallica che alimenta 3 gruppi generatori installati in centrale: questa ha il pavimento a quota 455,40 e restituisce le acque, con un breve tronco di canale di scarico, al fiume Nera alla quota 447 di pelo d'acqua.

Come già si è detto il bacino alimentatore è di 198 chilometri quadrati, la portata massima disponibile è di 12 metri cubi al secondo e il salto utilizzato è di m 159,80.

Sbarramento e opera di presa.

Lo sbarramento del fiume è costituito da una diga in muratura, del tipo a profilo triangolare, alta 7 metri sul fondo del fiume, a pianta rettilinea e lunga 16 metri. La diga poggia su fondazioni in calcestruzzo immorsate nella roccia in posto. Il ciglio superiore della diga in muratura si trova alla quota 611 s. m. (fig. 6).

Nel corpo della diga si aprono due grandi luci di scarico lunghe 5 metri ciascuna e alte 3 metri, le quali dividono la diga in 3 piloni di 2 metri di spessore, collegati fra loro nella

parte superiore da un solettone verticale in cemento armato di 50 cm di spessore.

sponda sinistra del fiume immediatamente a monte dello sbarramento (fig. 7).

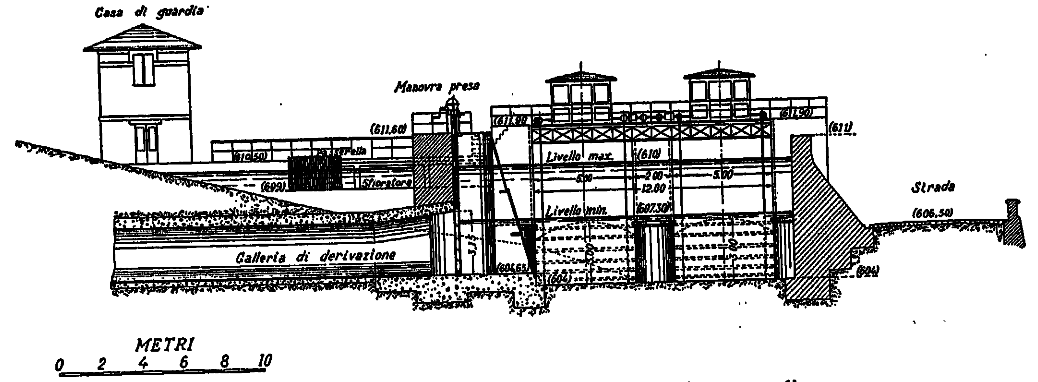


Fig. 7. — Impianto di Visso - Sezione A-B delle opere di presa.

Le luci di scarico sono comandate da due paratoie piane in ferro manovrabili a mano o a motore, da una piattaforma superiore che corre sulla cresta della diga portata da apposite travate in ferro.

La bocca di presa a sezione grossolanamente trapezia e coperta a volta superiormente come si vede in fig. 8 è divisa in due parti da uno sperone mediano. Davanti alla bocca di presa si trova una griglia inclinata larga m 3,50.

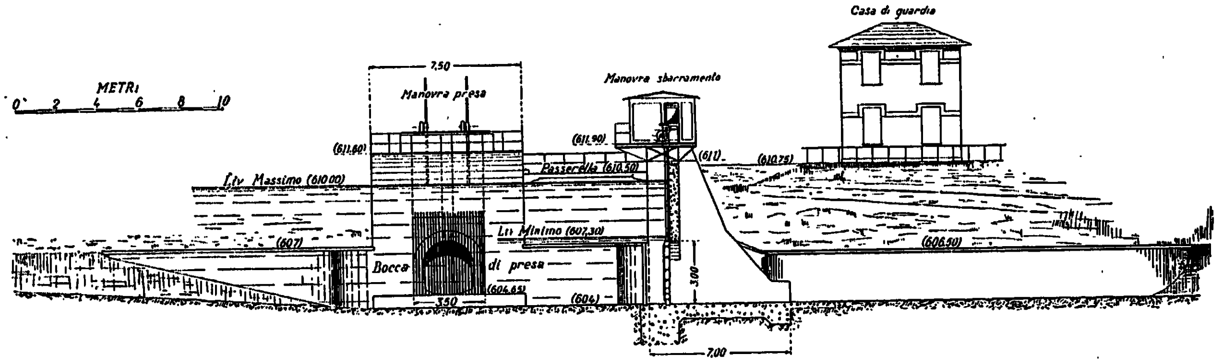


Fig. 8. — Impianto di Visso - Sezione A-A sulle opere di presa.

In continuazione alla diga, in sponda sinistra del fiume, è costruito uno sfioratore, lungo m 10, col ciglio a quota 609. Il livello minimo delle acque a monte della diga è a quota 607,30 mentre il livello massimo sale alla quota 610. L'innal-

Il ciglio inferiore della bocca di presa è sopraelevato sul fondo del fiume trovandosi a quota 604,65. L'altezza massima della bocca è di m 3,15. Essa è ricavata entro un blocco murario costruito in fregio al fiume, con una fronte di m 7,50 e

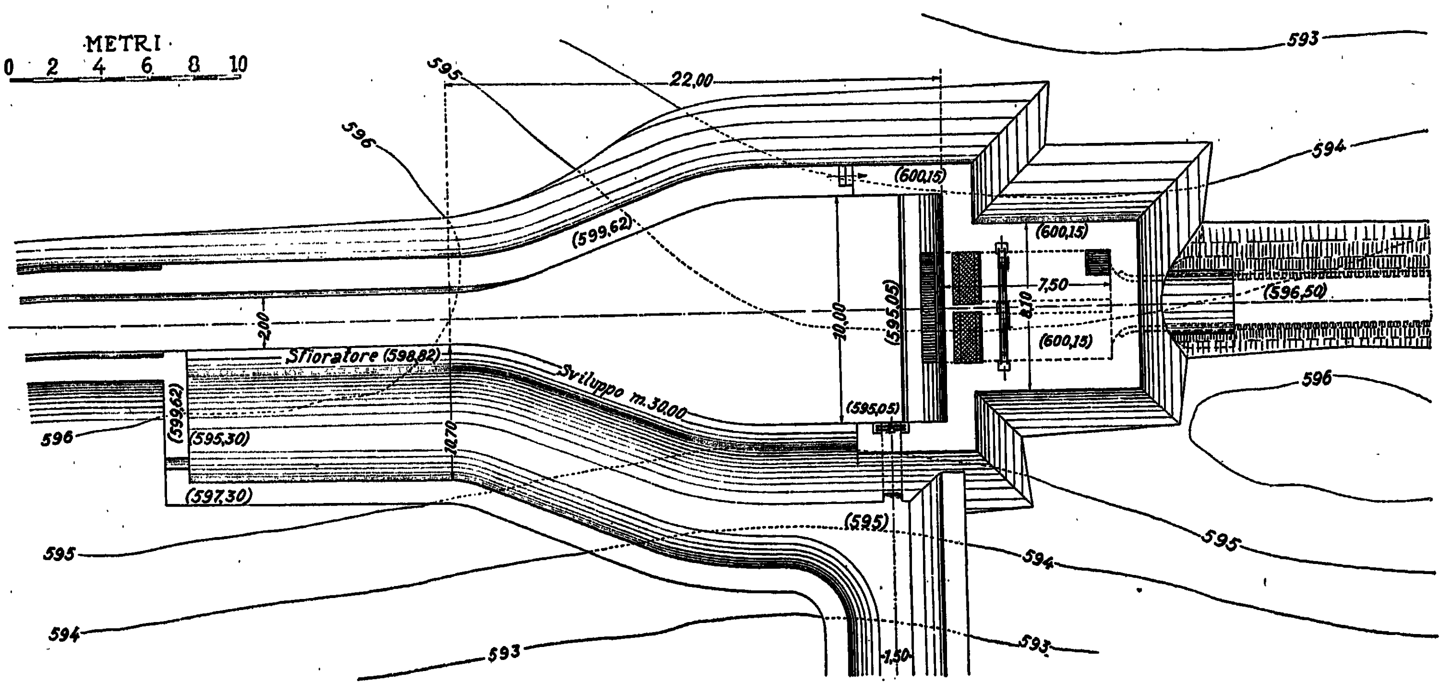


Fig. 9. — Impianto di Visso - Planimetria della vasca di carico.

zamento del pelo liquido ha reso necessaria la costruzione di grandi muraglioni di contenimento a monte della diga, in sponda destra del fiume a protezione della strada che corre lungo di esso alla quota 606 circa.

Le opere di presa propriamente dette sono sistemate sulla

col ciglio superiore a quota 611,60. Sulla sommità di questo blocco sono sistemati gli organi di manovra, a mano, delle due paratoie piane in ferro che comandano l'accesso alle bocche di presa.

Come risulta dalla fig. 8 anche quando il livello del-

l'acqua nel fiume ha la quota minima di 607,30 s. m., l'opera muraria nella quale è ricavata la bocca di presa risulta completamente circondata dalle acque. Ad essa si accede dalla vicina casa del guardiano mediante una passerella a quota 610,50 che corre prima sopra il ciglio dello sfioratore e poi, piegando ad angolo retto, fra lo sfioratore e l'opera di presa, sostenuta da travi in cemento che collegano quest'ultima al corpo della diga.

0,865 per mille. Segue un tronco di canale a cielo libero lungo 744 metri e con una pendenza di 0,65 per mille.

A questo punto il canale deve attraversare una profonda depressione del terreno. Vi si è provveduto mediante la costruzione di un grande sifone in cemento armato che attraversa tutta la depressione e si collega alle sue estremità col canale a mezza costa. Il sifone è lungo 750 metri ed è naturalmente provvisto di scarico nel suo punto più basso che si

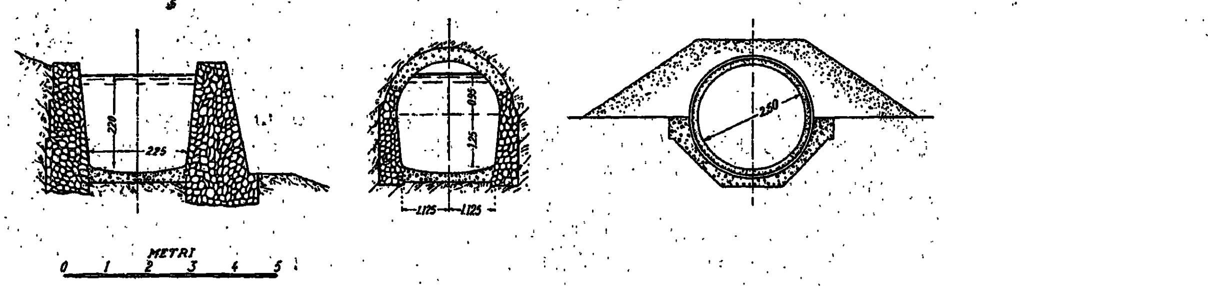


Fig. 10. — Impianto di Visso - Sezioni normali dei canali.

Dall'opera di presa parte un tronco di galleria lungo circa 100 metri (fig. 7) la quale girando quasi ad angolo retto viene a disporsi pressochè parallelo al corso del fiume e sbocca all'aperto in una camera di regolazione ricavata a mezza costa. Sul bordo di essa verso il fiume è ricavato uno sfioratore lungo 55 m, col ciglio leggermente inclinato da quota 606,89 fino a quota 606,84, il quale scarica direttamente le acque esuberanti nel fiume sottostante.

trova a quota 578, mentre i due imbocchi estremi sono quasi alla stessa quota 600.

Al sifone fa seguito un altro tronco di canale a mezza costa, lungo 729 metri, con la pendenza del 0,65 per mille. Quest'ultimo tronco di canale immette direttamente nella vasca di carico.

L'andamento planimetrico del canale di derivazione è alquanto accidentato, seguendo le irregolarità della falda mon-

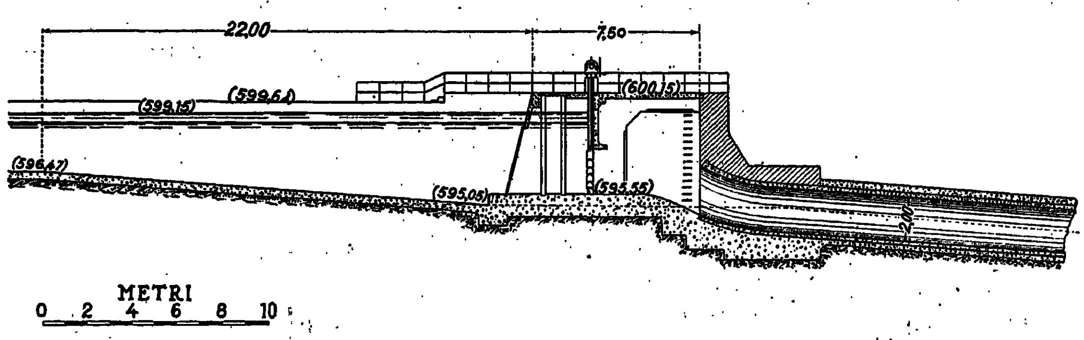


Fig. 11. — Sezione longitudinale della vasca di carico dell'impianto di Visso.

Canale di derivazione e camera di carico.

Alla progressiva 197,70 la camera di regolazione immette nel canale di derivazione il quale entra subito in galleria. L'accesso al canale è comandabile con una paratoia.

Il canale è proporzionato per una portata massima di 10 metri cubi per secondo.

tana, ma nel complesso si mantiene sensibilmente parallelo al corso del fiume.

La sezione del canale cambia di forma nei diversi tronchi e anche a seconda dei terreni attraversati (fig. 10).

I tronchi in galleria hanno sezione trapezia coperta con volta circolare a tutto sesto e col fondo pure foggiato a volta rovescia di grande raggio. I piedritti sono costruiti in mura-

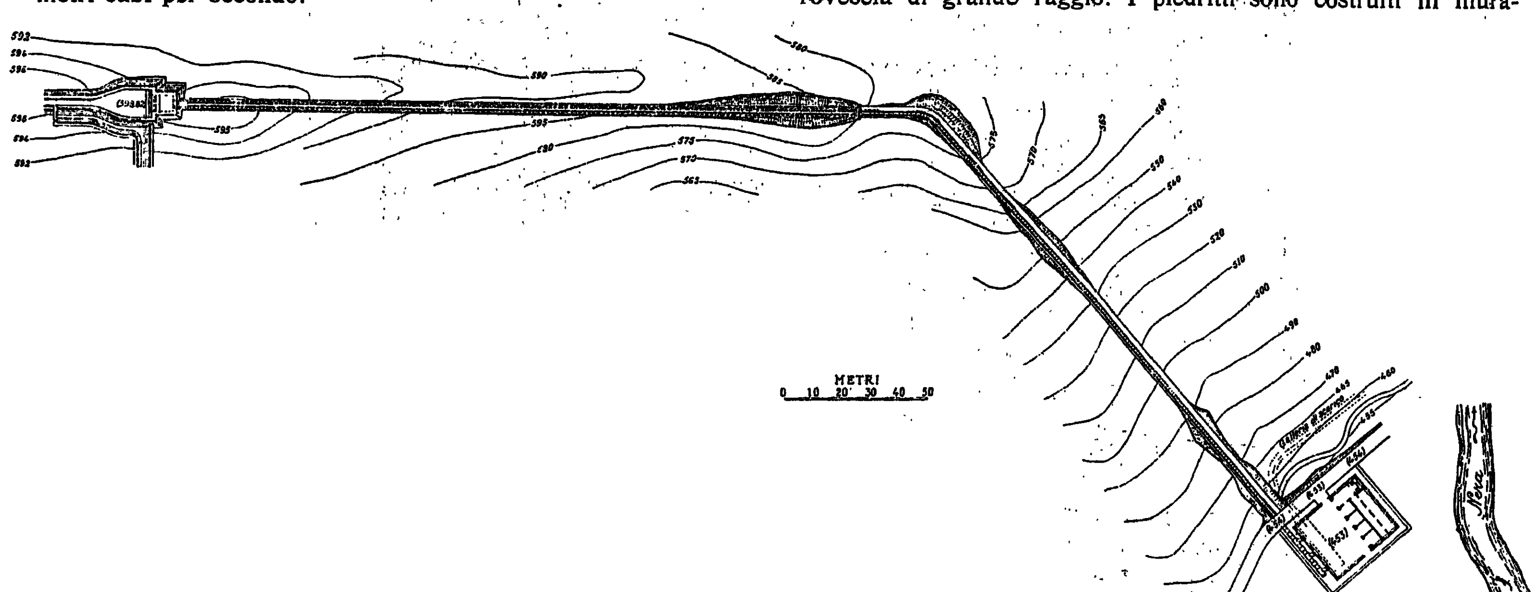


Fig. 12. — Impianto di Visso - Planimetria della condotta forzata.

Come si è detto la sua lunghezza totale è di circa 9 chilometri. Dopo la vasca di regolazione si ha un primo tronco in galleria lungo circa 6700 metri, con pendenza uniforme del

tura di pietrame intonacata di cemento, mentre la volta e il fondo sono in calcestruzzo. In alcuni tratti nei quali la galleria si svolge in terreni rocciosi particolarmente favorevoli, si è

adottata una sezione rettangolare con parete in calcestruzzo, e senza rivestimento sulla volta.

Nei tratti a mezza volta il canale assume la comune forma trapezia con parete in muratura e fondo in calcestruzzo.

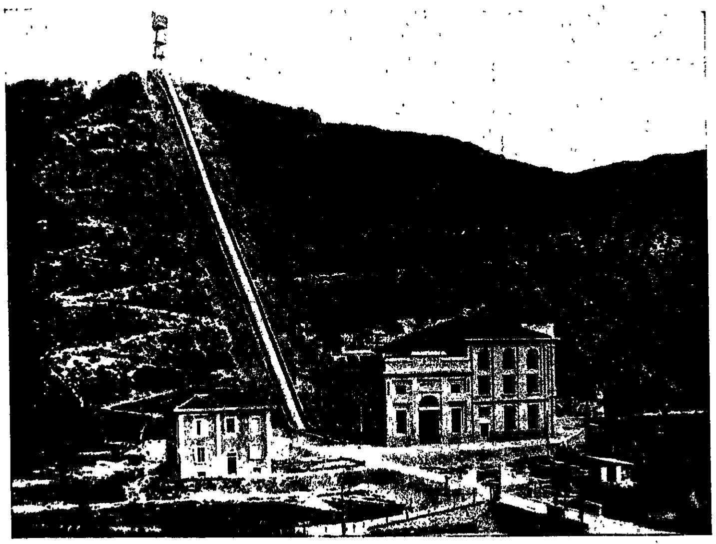


Fig. 13. — Centrale di Visso.

Il sifone è a sezione circolare con raggio interno di m 2,50; la parete ha, complessivamente, uno spessore di 20 centimetri ed è costruita con calcestruzzo a 400 kg di cemento per metro

fatti con tondini da 20 mm di diametro, pure distanziati fra loro di 10 cm.

Il sifone poggia sul terreno coll'intermediario di una sella in calcestruzzo opportunamente sagomata. Superiormente il sifone è protetto con una copertura in terreno di riporto.

Camera di carico e condotte forzate.

La camera di carico (figg. 9 e 11) è costruita a mezza costa, ed è lunga complessivamente m 19,50 dall'inizio all'imbocco nella condotta forzata. In pianta essa ha una forma pressochè triangolare allargandosi gradatamente da un minimo di m 2 all'inizio fino ad un massimo di m 10. Il fondo è leggermente inclinato verso la bocca della condotta forzata, passando da quota 596,47 a quota 595,05; la quota del pelo d'acqua entro la camera può oscillare fra 598,82 e 599,62.

La camera di carico può considerarsi divisa in due parti: la prima, lunga 20 m funziona da vasca di regolazione e di deposito; la seconda, rettangolare, di m 7,50 di lunghezza per m 4,60 di larghezza costituisce la camera di carico propriamente detta per la condotta forzata.

Sul lato della prima parte della camera verso il fiume è sistemato uno sfioratore che ha uno sviluppo di 30 m con quota di ciglio sfiorante a 398,82. Le acque sfioranti vengono restituite al sottostante fiume Nera.

L'accesso alla seconda camera è protetto, oltrechè da un gradino di 50 cm di altezza alla soglia, anche da una griglia inclinata. Immediatamente a monte del gradino di soglia, sulla parete verso valle è sistemato uno scarico di fondo comandato da una paratoia a mano.

La cameretta di carico è divisa longitudinalmente in due parti da uno sperone in muratura. Due paratoie piane in ferro

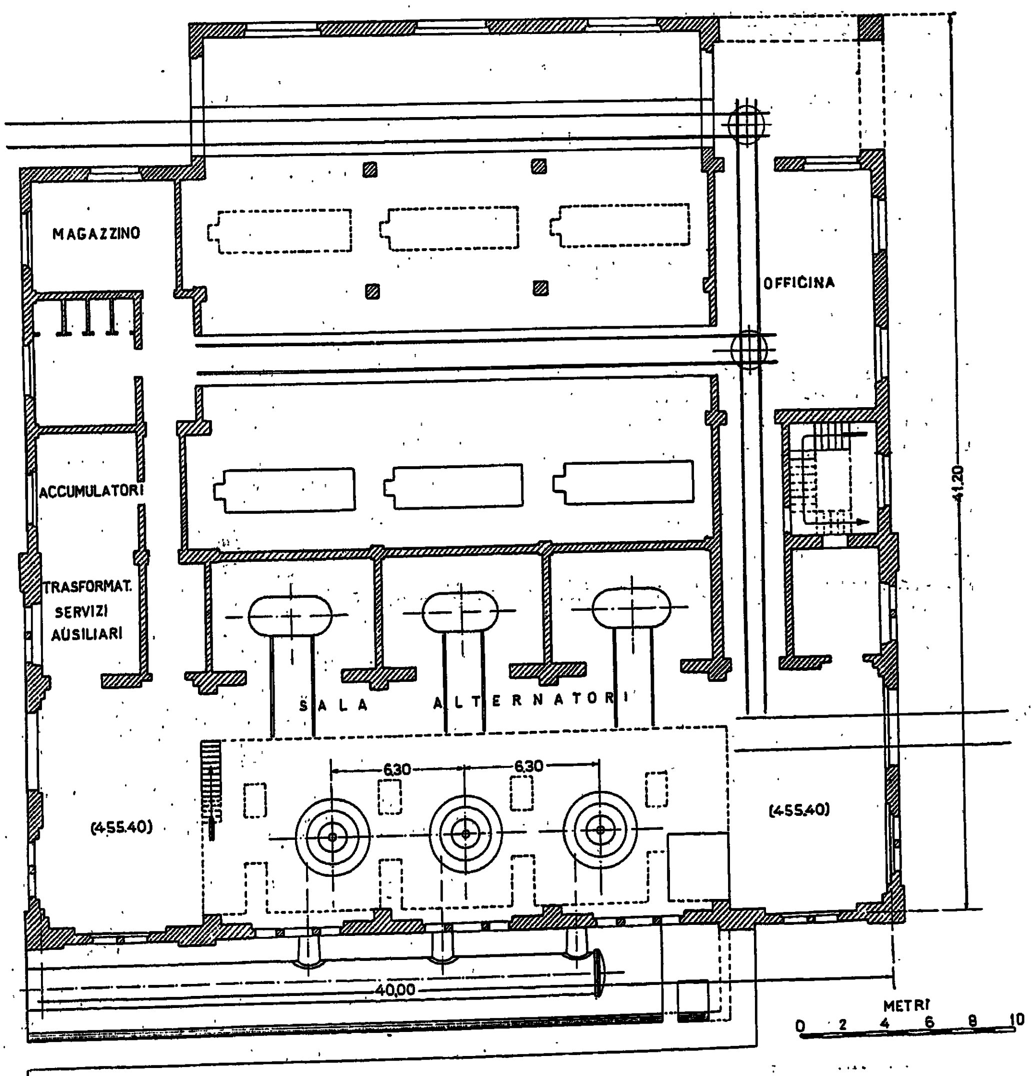


Fig. 14. — Planimetria della centrale di Visso.

cubo. Nella massa di calcestruzzo è annegata una armatura a gabbia costituita da ferri di 8 mm di diametro disposti secondo le generatrici del cilindro alla distanza di 10 cm fra loro; esternamente a questi ferri longitudinali sono disposti degli anelli

manovrabili a mano, larghe m 2,10 e alte m 2, comandano l'accesso alla tubazione forzata.

Questa è costituita da due parti ben distinte. Il tratto superiore, che si innesta alla camera di carico ed è lungo circa

280 metri, è costruito in cemento armato, mentre la rimanente parte è costituita da una ordinaria tubazione metallica.

La condotta in cemento (fig. 12) a sezione circolare di 2 m di diametro con parete di 15 cm di spessore, è armata con tondini longitudinali di 6 mm di spessore distanziati di 10 cm fra loro, e da anelli di tondi da 18 mm pure distanziati di 10 cm. La condotta poggia su apposita sella in calcestruzzo ed è ricoperta con terreno di riporto.

All'estremità della condotta in cemento si innesta la tubazione metallica la quale dopo un breve tratto, compie un forte angolo in pianta e, assumendo una pendenza molto maggiore, discende il pendio con direzione quasi perpendicolare all'andamento del fiume (fig. 13).

I tre gruppi sono alimentati dall'unica condotta forzata la quale nel suo tronco estremo si dispone parallela alla fronte dell'edificio; da essa partono perpendicolarmente le tre tubazioni pei singoli gruppi, comandate ciascuna da una saracinesca manovrabile a mano. Il pavimento della sala macchine è a quota 455,40.

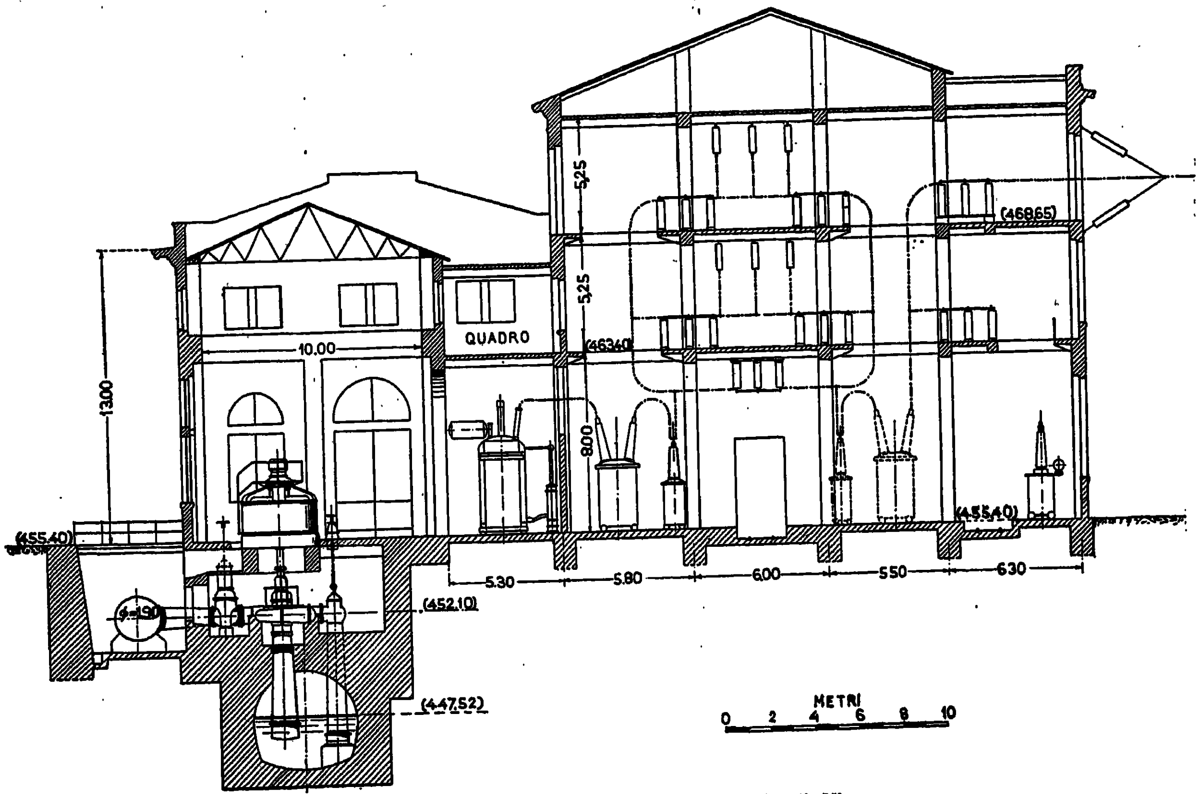


Fig. 15. — Sezione trasversale della centrale di Visso.

In un corpo di fabbrica posteriore, parallelo al primo, e largo circa 5,50 m trovano posto i tre trasformatori elevatori trifasi da 6500 kVA $\frac{6000}{143\,200/70\,000}$ V, del tipo a raffreddamento con circolazione esterna dell'olio.

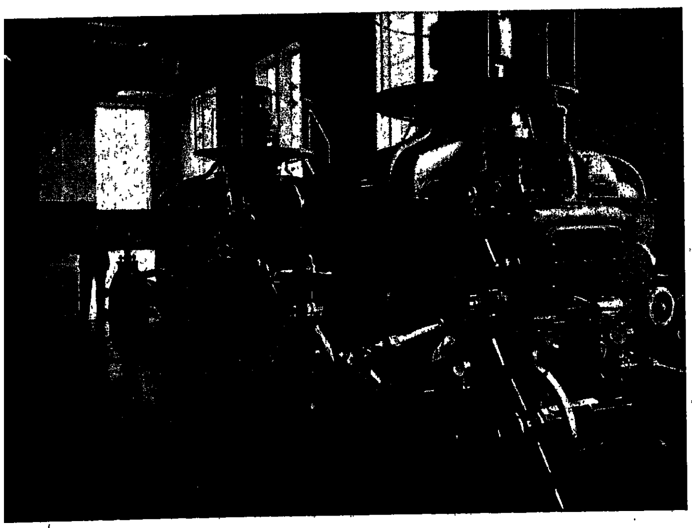


Fig. 16. — Centrale di Visso - Sala macchine.

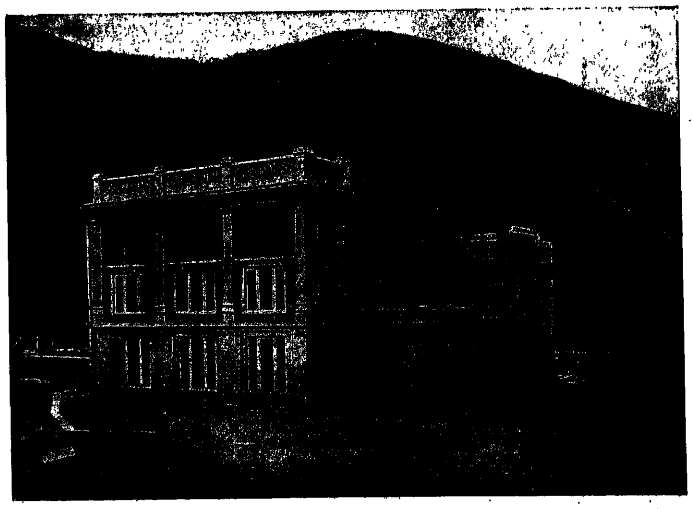


Fig. 17. — Centrale di Visso.

Centrale.

L'edificio della centrale è costruito quasi in fregio al fiume in sponda sinistra. Esso ha pianta quasi quadrata, di m 40×41 e può essere considerato costituito da tre corpi di fabbrica fra loro paralleli (figg. 14 e 15). Il primo, che occupa tutta la fronte della centrale per una profondità di circa 10 m costituisce la sala macchine e contiene tre gruppi generatori ad asse verticale formati da turbine Francis da 6600 HP accoppiate ad alternatori trifasi da 4550 kW.

Il terzo corpo di fabbrica, a più piani, della profondità di circa 24 m costituisce l'edificio del quadro e contiene al piano terreno i tre gruppi di interruttori di macchina monofasi e, più indietro, gli interruttori di linea, mentre ai piani superiori si svolgono le sbarre, i circuiti ausiliari e di misura, e l'uscita delle linee.

Per lo scarico e la restituzione delle acque al fiume Nera si è dovuto costruire una galleria lunga m 690 con pendenza di 0,865 per mille che porta le acque alquanto a valle della centrale, con livello minimo di scarico a quota 447,60.

(*Continua*).

STUDIO MECCANICO DEI CONDUTTORI DELLE LINEE AEREE (Problema statico)

GIOVANNI SILVA

(Continuazione, v. N. 25, pag. 586)

16. - Problemi vari relativi alle catenarie.

a) Supporremo sempre noti gli elementi seguenti :

— campata . . . . d metri
— dislivello . . . . h »
— carico totale (peso proprio + sovraccarico) δ kg/m. mm²
— modulo di elasticità . . . . E kg/mm²
— coefficiente di dilatazione lineare . . . . α
— sezione del filo . . . . σ mm²

E' quindi sempre noto :

$$\frac{h}{d} = \frac{H}{D} \quad \text{e} \quad \frac{1}{\cos\psi} = \sqrt{1 + \frac{H^2}{D^2}}.$$

Per individuare la catenaria occorre ancora stabilire un elemento in base alle particolari condizioni imposte per la catenaria stessa. In pratica questo elemento si suole scegliere fra i sette seguenti :

— parametro . . . . a metri
— tensione normale costante . . . . . . T_0 kg/mm²
— tensione massima . . . . T_B » »
— freccia o saetta . . . . f metri o s metri
— lunghezza catenaria . . . . l »
— lunghezza del filo a riposo . . . . . . λ »
— inclinazione del filo a un sostegno . . . φ_B o φ_A

Si possono quindi presentare, in pratica, sette problemi differenti, tutti risolubili in base alle formule e ai diagrammi già visti precedentemente.

b) *Sia dato il parametro a (metri).*

Avremo allora :

$$H = \frac{h}{a} \quad , \quad D = \frac{d}{a} \quad , \quad T_0 = a\,\delta.$$

Ricavando dalle figg. 13 e 18 i valori delle correzioni ϵ potremo calcolare successivamente :

$$\frac{Z}{D} = \left[\frac{2}{D} + \frac{D}{4}\,\frac{100 + \epsilon_2}{100}\right] \frac{1}{\cos\psi}\,\frac{100 - \epsilon}{100} \qquad (5/15)$$

$$\frac{L}{D} = \left[1 + \frac{D^2}{24}\,\frac{100 + \epsilon_1}{100}\right] \frac{1}{\cos\psi}\,\frac{100 - \epsilon}{100} \qquad (6/16)$$

$$l = d\,\frac{D}{L}$$

$$\frac{Y_B}{D} = \frac{1}{2}\left[\frac{Z}{D} + \frac{H}{D}\right] \quad \text{(V. anche Tav. III)} \qquad (8/4)$$

$$Y_B = D\,\frac{Y_B}{D} \qquad y_B = a\,Y_B$$

$$Y_A = Y_B - H \qquad y_a = y_B - h$$

$$X_B = Ar\,\mathrm{Cos}\,Y_B \qquad x_B = a\,X_B$$

$$X_A = Ar\,\mathrm{Cos}\,Y_A \qquad x_A = a\,X_A \qquad \Bigg\}\ x_B > 0, \quad -x_A + x_B = d$$

$$F = Y_A - 1 \qquad f = a\,F \quad \text{(V. anche Tav. IV)} \qquad (9/1)$$

$$S = \frac{D^2}{8}\,\frac{1}{\cos\psi}\,\frac{100 - \epsilon + \epsilon_2}{100} \qquad s = a\,S \qquad (10/5)$$

$$\lambda = l\left[1 - \frac{T_0}{E}\,\frac{l}{d}\right] \qquad (14/2)$$

Tensione del filo (11/5 e 11/6).

Appoggio superiore B :

Componente normale alla direz. della forza $T_0 = a\,\delta$ kg/mm²
» parallela » » » » $Q_B = T_0\,\mathrm{Sen}\,X_B$ »
Tensione totale . . . . $T_B = T_0\,Y_B$ »

Appoggio inferiore A :

Componente normale alla direz. della forza $T_0 = a\,\delta$ »
» parallela » » » » $Q_A = -T_0\,\mathrm{Sen}\,X_A$ »
Tensione totale . . . . $T_A = T_0\,Y_A$ »

Sforzi sui sostegni (11/11 e 11/12) :

Si ottengono moltiplicando per σ (sezione del filo in mm²) le tensioni precedenti.

Inclinazione e pendenza del filo agli appoggi :

$$\varphi_B = g\,d\,X_B \qquad \varphi_A = g\,d\,X_A \qquad (3/5)$$

$$\mathrm{tg}\,\varphi_B = \mathrm{Sen}\,X_B \qquad \mathrm{tg}\,\varphi_A = \mathrm{Sen}\,X_A \qquad (3/4)$$

ESEMPIO.

Si abbia la catenaria :

$d = 600$ m $\qquad h = 100$ m
$\delta = 2{,}80 \cdot 10^{-3}$ kg/m . mm² $\qquad E = 6400$ kg/mm²

e si imponga

$$a = 1000 \text{ m.}$$

Otterremo :

$$D = \frac{d}{a} = 0{,}600 \qquad H = \frac{h}{a} = 0{,}100$$

$$\frac{H}{D} = \frac{100}{600} = 0{,}16667 \qquad \frac{1}{\cos\psi} = \sqrt{1 + \frac{H^2}{D^2}} = 1{,}01379$$

$$T_0 = a\,\delta = 1000 \cdot 2{,}8 \cdot 10^{-3} = 2{,}8 \text{ kg/mm}^2.$$

Dalle figg. 18 e 13 ricaviamo :

$$\epsilon = 0{,}04 \quad , \quad \epsilon_1 = \epsilon_3 = 0{,}45 \quad , \quad \epsilon_2 = 0{,}75$$

e quindi successivamente :

$$\frac{Z}{D} = \left(\frac{2}{D} + \frac{D}{4}\,\frac{100 + \epsilon_2}{100}\right)\frac{1}{\cos\psi}\,\frac{100 - \epsilon}{100} =$$

$$= \left(\frac{2}{0{,}600} + \frac{0{,}600}{4}\,\frac{100 + 0{,}75}{100}\right)1{,}01379\,\frac{100 - 0{,}04}{100} = 3{,}5314$$

$$\frac{L}{D} = \left(1 + \frac{D^2}{24}\,\frac{100 + \epsilon_1}{100}\right)\frac{1}{\cos\psi}\,\frac{100 - \epsilon}{100} =$$

$$= \left(1 + \frac{0{,}600^2}{24}\,\frac{100 + 0{,}45}{100}\right)1{,}01379\,\frac{100 - 0{,}04}{100} = 1{,}02865$$

$$l = d\,\frac{L}{D} = 600 \cdot 1{,}02865 = 617{,}190 \text{ m.}$$

$$\frac{Y_B}{D} = \frac{1}{2}\left(\frac{Z}{D} + \frac{H}{D}\right) = \frac{1}{2}(3{,}5314 + 0{,}1667) = 1{,}8490$$

$$Y_B = D\,\frac{Y_B}{D} = 0{,}600 \cdot 1{,}8490 = 1{,}10940$$

$$Y_A = Y_B - H = 1{,}10940 - 0{,}10000 = 1{,}00940$$

$$X_B = Ar\,\mathrm{Cos}\,Y_B = Ar\,\mathrm{Cos}\,1{,}10940 = 0{,}4638$$

$$X_A = Ar\,\mathrm{Cos}\,Y_A = Ar\,\mathrm{Cos}\,1{,}00940 = -0{,}1370$$

La posizione degli assi coordinati essendo ormai nota si può disegnare la catenaria (fig. 27).

Avremo ancora :

$$F = Y_A - 1 = 1{,}00940 - 1 = 0{,}00940$$

$$f = a\,F = 1000 \cdot 0{,}00940 = 9{,}40 \text{ m}$$

$$s_a = \frac{1}{8}\,d\,D\,\frac{1}{\cos\psi} = \frac{1}{8} \cdot 600 \cdot 0{,}600 \cdot 1{,}014 = 45{,}62 \text{ m}$$

$$\lambda = l\left(1 - \frac{T_0}{E}\,\frac{l}{d}\right) = 617{,}190\left(1 - \frac{2{,}8}{6400}\,1{,}029\right) = 616{,}912 \text{ m.}$$

Tensioni :

$T_0 = a\,\delta$ $= 2{,}80$ km/mm²
$Q_B = T_0\,\mathrm{Sen}\,X_B = 2{,}80 \cdot 0{,}48$ $= 1{,}34$ »
$T_B = T_0\,Y_B = 2{,}80 \cdot 1{,}11$ $= 3{,}11$ »
$Q_A = T_0\,\mathrm{Sen}\,X_A = 2{,}80 \cdot 0{,}14$ $= 0{,}39$ »
$T_A = T_0\,Y_A = 2{,}80 \cdot 1{,}01$ $= 2{,}83$ »

Pendenza e inclinazione del filo agli appoggi:

$$\operatorname{tg} \varphi_B = \operatorname{Sen} X_B = 0{,}481 \qquad \varphi_B = 25^\circ\, 42'$$
$$\operatorname{tg} \varphi_A = \operatorname{Sen} X_A = 0{,}136 \qquad \varphi_A = 7^\circ\, 46'$$

c) Sia data la componente costante T_0 della tensione in kg/mm².

Avremo allora immediatamente:

$$a = \frac{T_0}{\delta}$$

e quindi si ricade nel caso precedente (16 *b*).

e si imponga:

$$T_B = 3{,}108 \text{ kg/mm}^2$$

Si avrà:

$$\frac{Z}{D} = 2\frac{T_B}{d} - \frac{H}{D} = 2\frac{3{,}108}{2{,}80 \cdot 10^{-3} \cdot 600} - 0{,}167 = 3{,}53$$

da cui, colla 5/17:

$$D = 0{,}600$$

e quindi:

$$a = \frac{d}{D} = \frac{600}{0{,}600} = 1000 \text{ m.}$$

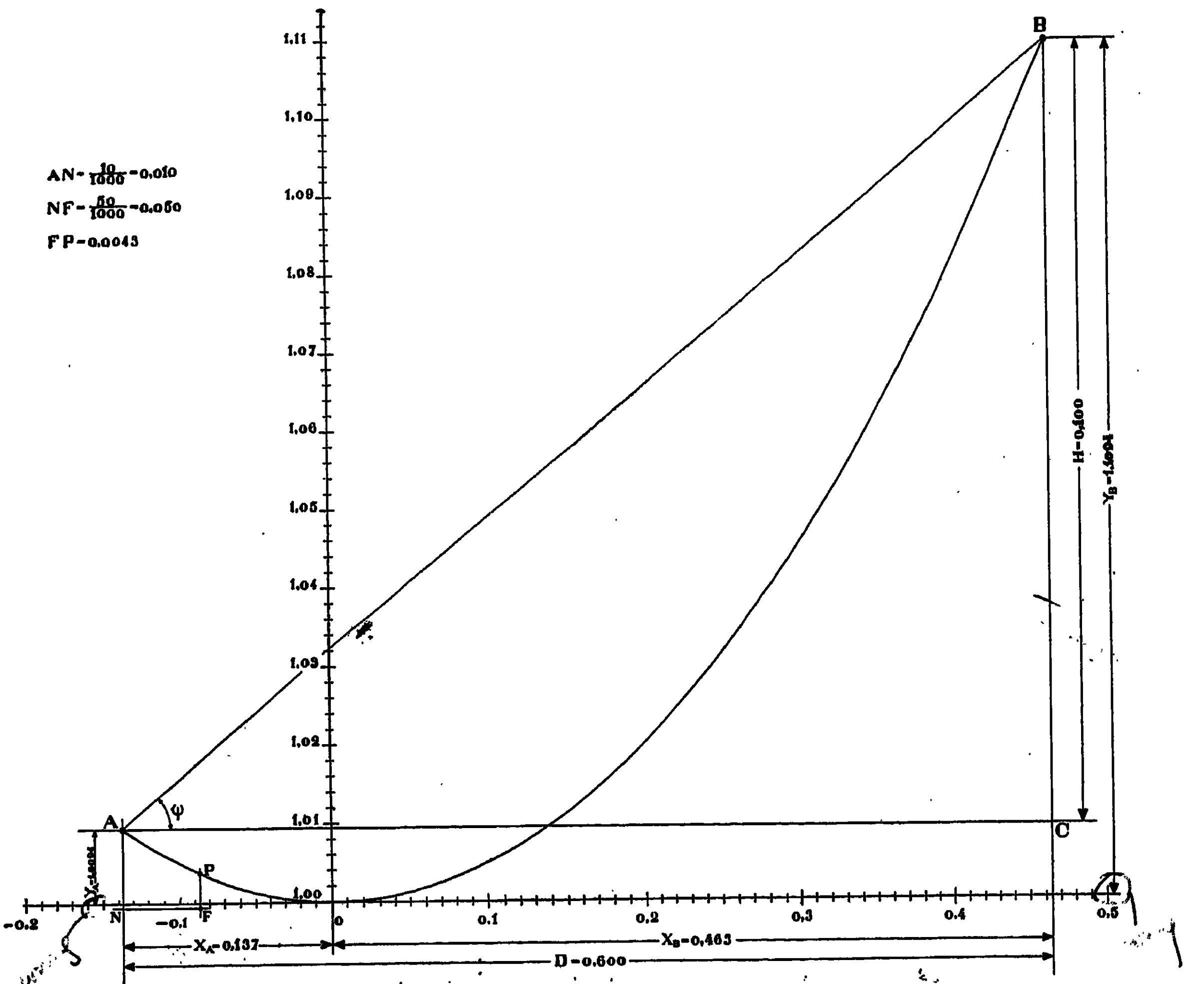


Fig. 27.

d) Sia data la tensione massima T_B in kg/mm².

Appare logico fissare a priori il valore della tensione massima giacchè così facendo ci assicuriamo senz'altro della stabilità del filo. Il calcolo è però assai più complicato dovendosi determinare il parametro a; è facile vedere *che a non può essere radice di nessuna equazione algebrica.* Il procedimento più pratico è quello già esposto al paragrafo 11.

Ricordiamo che dare T_B vuol dire imporre:

$$\frac{Y_B}{D} = \frac{T_B}{\delta d} \qquad (11/14)$$

oppure

$$\frac{Z}{D} = 2\frac{T_B}{\delta d} - \frac{H}{D} \qquad (11/15)$$

da cui ricaviamo immediatamente il valore corrispondente di D col procedimento già visto al paragr. 11 *e*. Trovato D si ha subito:

$$a = \frac{d}{D}$$

e si ricade nel problema già trattato (16 *b*).

ESEMPIO.

Si abbia la catenaria:

$$d = 600 \text{ m} \qquad h = 100 \text{ m}$$

$$\frac{h}{d} = 0{,}16667 \qquad \frac{1}{\cos\psi} = \sqrt{1 + \frac{h^2}{d^2}} = 1{,}01379$$

$$\delta = 2{,}80 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mm}^2 \qquad E = 6400 \text{ kg/mm}^2$$

Determinato a il problema è ricondotto a quello del parag. 16 *b*.

e) Sia data la freccia f, o la saetta s (in metri).

Problema di scarso interesse pratico.

Se è data la freccia si utilizzi la Tav. IV. Conoscendo:

$$\frac{F}{D} = \frac{f}{d} \quad , \quad \frac{H}{D} = \frac{h}{d}$$

ne risulta subito determinato il valore D della campata assoluta corrispondente.

Se invece è data la saetta s si utilizzi la formula 10/5:

$$D = 8\frac{s}{d}\cos\psi \cdot \frac{100 + \epsilon - \epsilon_2}{100}$$

Determinato D si ha subito $a = d/D$ e quindi si ricade nel problema già trattato precedentemente (16 *b*).

ESEMPIO.

Si abbia la catenaria:

$$d = 600 \text{ m} \qquad h = 100 \text{ m}$$

$$\frac{h}{d} = 0{,}16667 \qquad \frac{1}{\cos\psi} = \sqrt{1 + \frac{h^2}{d^2}} = 1{,}01379$$

e si imponga:

$$f = 9{,}40 \text{ m, cioè } \frac{f}{d} = \frac{F}{D} = \frac{9{,}40}{600} = 0{,}01567$$

La Tav. IV ci consente allora di determinare:

$$D = 0{,}600 \text{ e } a = \frac{d}{D} = \frac{600}{0{,}600} = 1000 \text{ m.}$$

Se invece si impone:

$$s = 45{,}94 \text{ m}$$

si ha, con approssimazione generalmente sufficiente per questo problema,

$$D = 8\frac{s}{d}\cos\psi = 8\frac{45{,}94}{600}\cdot\frac{1}{1{,}014} = 0{,}604.$$

Questo valore è in eccesso: la sua correzione percentuale è (10/5)

$$\epsilon_2 - \epsilon = 0{,}75 - 0{,}04 = 0{,}71$$

(figg. 13 e 18). Il valore esatto di D sarà:

$$D = 0{,}604 - \frac{0{,}604 \cdot 0{,}71}{100} = 0{,}600$$

e quindi:

$$a = \frac{d}{D} = \frac{600}{0{,}600} = 1000 \text{ m.}$$

Il problema è così ricondotto a quello del paragr. 16 *b*.

f) Sia data la lunghezza l della catenaria (in metri).

Problema di assai scarsa importanza. Conoscendo i valori di:

$$\frac{L}{D} = \frac{l}{d} \text{ e } \frac{H}{D} = \frac{h}{d}$$

possiamo determinare, in virtù della Tav. I, il corrispondente valore D della campata assoluta.

Non volendosi utilizzare la Tav. I, potrà adottarsi il procedimento seguente. La equazione 6/17:

$$D^2 = 24\left\{\frac{L}{D}\cos\psi\frac{100+\epsilon}{100} - 1\right\}\frac{100-\epsilon_3}{100}$$

consente di determinare un primo valore approssimato di D supponendo nulle le correzioni ϵ e ϵ_3. Si potranno allora valutare, se necessario, dette correzioni colle figg. 18 e 13 e quindi l'esatto valore di D.

Determinato D si ha subito $a = d/D$ e il problema ricade in quello già risolto al paragr. 16 *b*.

Esempio.

Si abbia la catenaria:

$$d = 600 \text{ m} \qquad h = 100 \text{ m}$$

$$\frac{h}{d} = 0{,}16667 \qquad \frac{1}{\cos\psi} = \sqrt{1+\frac{h^2}{d^2}} = 1{,}01379$$

e si imponga:

$$l = 617{,}190 \text{ m, cioè } \frac{l}{d} = \frac{L}{D} = \frac{617.190}{600.000} = 1{,}02865.$$

Dalla Tav. I si ha subito l'ordine di grandezza:

$$D = 0{,}6$$

e quindi (figg. 18 e 13): $\epsilon = 0{,}04$, $\epsilon_3 = 0{,}45$. Ne segue (6/17):

$$D^2 = 24\left\{\frac{1{,}02865}{1{,}01379}\cdot\frac{100+0{,}04}{100} - 1\right\}\frac{100-0{,}45}{100} = 0{,}360$$

da cui:

$$D = 0{,}600 \quad , \quad a = \frac{d}{D} = \frac{600}{0{,}600} = 1000 \text{ m.}$$

g) Sia data la lunghezza λ a riposo (in metri).

Il procedimento atto a determinare D è quello già visto al paragrafo 14 *b*. Si calcolino (supponendo dapprima nulle le correzioni ϵ) le due espressioni:

$$K_1 = E\frac{d^2}{\lambda^2}\frac{\delta^2 d^2}{24\cos\psi}\frac{100-\epsilon+\epsilon_3}{100} \qquad (14/7)$$

$$K_2 = E\frac{d^2}{\lambda^2}\left(\frac{\lambda}{d} - \frac{1}{\cos\psi}\frac{100-\epsilon}{100}\right)$$

e si risolva l'equazione:

$$T_0^2 = \frac{K_1}{K_2 + T_0} \qquad (14/6)$$

servendosi del regolo, con alcuni tentativi, o direttamente colla Tav. V. Trovato T_0 si avrà:

$$D = \frac{\delta d}{T_0} \quad , \quad a = \frac{T_0}{\delta}.$$

Se necessario si calcoleranno, in base al trovato valore di D, le correzioni ϵ e ϵ_2 (figg. 18 e 13); si ripeterà il calcolo di K_1 e K_2 (14/7) e si determinerà colla 14/6 l'esatto valore di T_0 e di D.

Determinato D e quindi a il problema ricade in quello del paragrafo 16 *b*. Le formule pratiche 14/8 consentono di semplificare questi calcoli colla rapida determinazione di un valore approssimato di D.

Esempio. Vedasi paragrafo 14.

h) Sia data la pendenza del filo ad un sostegno ($tg\,\varphi_B$ o $tg\,\varphi_A$).

Accade talvolta che le condizioni del terreno impongano una determinata pendenza del filo ad un appoggio, ($tg\,\varphi_B$ o $tg\,\varphi_A$) oppure un certo angolo d'inclinazione φ_B o φ_A (figg. 6 e 10).

Siccome l'angolo φ è in generale (paragr. 4) il gudermanniano dell'ascissa del punto della catenaria al quale detto angolo φ si riferisce, avremo:

$$\varphi_B = \text{gd } X_B \text{ oppure } \varphi_A = \text{gd } X_A$$

e ciò vorrà dire che:

$$tg\,\varphi_B = \text{Sen } X_B \quad \text{oppure} \quad tg\,\varphi_A = \text{Sen } X_A$$

$$\text{sen}\,\varphi_B = \text{Tg } X_B \qquad \text{sen}\,\varphi_A = \text{Tg } X_A$$

$$\cos\varphi_B = \frac{1}{\text{Cos } X_B} \qquad \cos\varphi_A = \frac{1}{\text{Cos } X_A}$$

Imporre dunque la pendenza ad un appoggio equivale ad *imporre le coordinate assolute dell'appoggio stesso*, giacchè:

$$Y_B = \text{Cos } X_B = \frac{1}{\cos\varphi_B}$$

$$Y_A = \text{Cos } X_A = \frac{1}{\cos\varphi_A}$$

La Tav. II permette di calcolare D dato Y_B e H/D, ed il problema è risolto per il caso in cui sia data la pendenza all'appoggio superiore B. Se invece è dato φ_A occorrebbe costruire una tavola (analoga alla II) che desse Y_A in funzione di D e di H/D. In mancanza consigliamo di ricorrere ad un procedimento grafico (vedi paragrafo 18).

Esempio.

Per la stessa catenaria già precedentemente considerata:

$$d = 600 \text{ m} \quad , \quad h = 100 \quad , \quad \frac{h}{d} = \frac{100}{600} = 0{,}16667$$

si imponga:

$$tg\,\varphi_B = 0{,}481 \quad , \quad \text{cioè } \varphi_B = 25^\circ 48'.$$

Si avrà subito:

$$\text{Sen } X_B = tg\,\varphi_B = 0{,}481 \quad , \quad X_B = 0{,}464$$

$$Y_B = \text{Cos } X_B = 1{,}11.$$

Dalla Tav. II si ricava:

$$D = 0{,}600$$

e, in conseguenza:

$$a = \frac{d}{D} = \frac{600}{0{,}600} = 1000 \text{ m}$$

riconducendo il problema a quello già svolto al paragrafo 16 *b*.

17. - Profilo della catenaria - Dime.

Calcolati tutti gli elementi della catenaria è assai interessante poterne disegnare rapidamente l'andamento. Il modo più rapido di procedere è il seguente:

Si immagini tracciata la catenaria «tipo» quella cioè che ha il parametro $a = 1$ (unità delle lunghezze) (Tav. VI). Essendo noti dal calcolo X_A e X_B o Y_A e Y_B, la posizione dei punti A e B su questa catenaria tipo è senz'altro precisata. Ne risulterà individuato un arco AB (analogo a quella della fig. 27) che *rappresenta, in una scala opportuna, la catenaria che ci interessa*. La scala è evidentemente quella definita da una delle seguenti condizioni (V. fig. 6):

$\overline{OV} = a$ (parametro effettivo della catenaria espresso in metri)

$\overline{AC} = d$ (campata espressa in metri)

$\overline{CB} = h$ (dislivello espresso in metri).

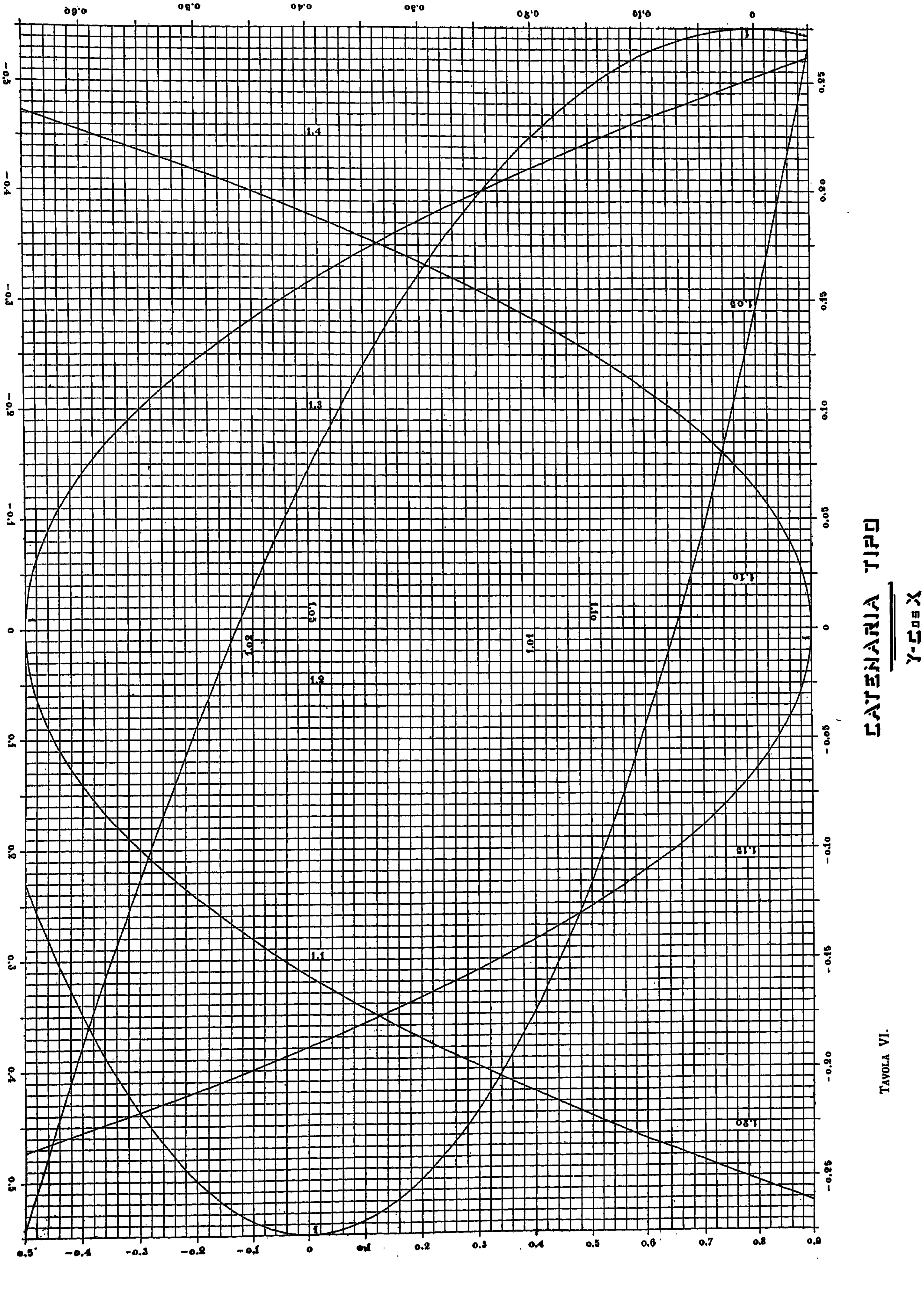


TAVOLA VI.

In altre parole i segmenti AC e CB debbono rappresentare la campata ed il dislivello nella stessa scala in cui il segmento OV rappresenta il parametro a.

Nulla vieta però di disegnare le ascisse e le ordinate in scale diverse, per mettere meglio in evidenza le differenze di livello.

Per semplice legge di proporzionalità sarà allora facile riportare per punti il detto profilo in una scala qualunque, per es., quella in cui si vuol fare il profilo longitudinale della linea.

Da quanto precede risulta finalmente ben chiaro il vantaggio conseguito collo studio delle catenarie in misure assolute. Operare sulle misure assolute vuol dire riferirci ad *una sola catenaria*, quella « tipo » avente $a = 1$, sapendo che tutte le infinite altre catenarie si potranno ottenere da questa per semplice proiezione, cioè per semplice legge di similitudine.

Coll'introduzione delle misure assolute tutti i diagrammi risultano enormemente semplificati (giacchè in essi non compare il parametro a), e immediatamente applicabili a qualunque catenaria; essi sono *universali.*

18. - Risoluzione grafica dei problemi pratici.

a) Al paragr. 16 abbiamo imparato a calcolare il parametro a della catenaria per alcuni problemi pratici che ci interessano. Determinato tale parametro (e quindi i valori assoluti H e D del dislivello e della campata) il calcolo può continuarsi sotto forma grafica con notevole rapidità e semplicità.

Tutto si riduce infatti a segnare sulla catenaria « tipo » (Tav. VI) i due punti A e B che rappresentano gli appoggi. Procediamo in questo modo:

Costruiamo su carta trasparente due segmenti ortogonali AC e CB tali che:

AC rappresenti D
CB » H

nelle scale della catenaria scelta sulla Tav. VI. Facciamo scorrere questo foglio trasparente (fig. 28) sulla Tav. VI fino a che *i punti A e B giacciano contemporaneamente sulla catenaria ed il lato C B sia parallelo all'asse y*. Trovata questa posizione *l'arco A B rappresenta* (*nelle scale adottate*) *l'arco di catenaria cercato.*

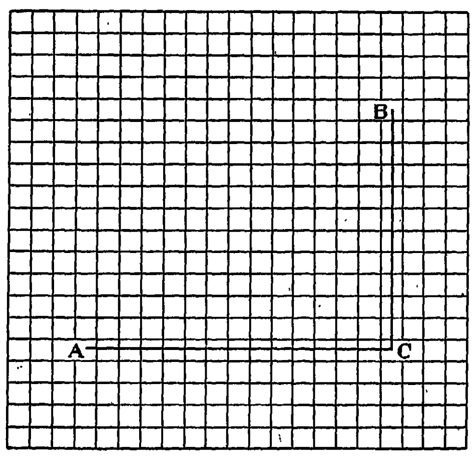


Fig. 28.

Per assicurare il parallelismo di CB con l'asse Y è bene tracciare la fig. 28 su carta quadrettata. Il foglio della fig. 28 può essere sostituito da una squadretta coi due cateti graduati. Il tecnigrafo (che permette lo spostamento parallelo di due righe ortogonali) può prestarsi anche assai bene allo scopo, giacchè in tale caso il parallelismo di cui abbiamo parlato è senz'altro assicurato.

Trovato A e B il disegno ci dà con semplice lettura:

$$F \text{ e quindi } f = aF$$

$$Y_A, Y_B \text{ e quindi } T_B = T_0\, Y_B \text{ e } T_A = T_0\, Y_A$$

ove T_0 è noto essendo $T_0 = a\,\delta$, ecc., ecc.

Sulla fig. 27 abbiamo riprodotto il procedimento grafico atto a determinare la catenaria già esaminata al paragrafo 16:

$$d = 600 \text{ m} \quad , \quad h = 100 \text{ m} \quad , \quad a = 1000 \text{ m}.$$

b) Se il calcolo non ci consente di determinare il parametro a il metodo grafico può talvolta riuscire ancora di aiuto prezioso.

Ecco un caso particolare assai interessante.

Si conoscano le coordinate di un appoggio per es. Y_A, X_A. E' il problema trattato al paragrafo 16 *h*. Allora il punto A è noto su una delle catenarie tipo della Tav. VI riprodotta nella fig. 27. Ma la retta degli appoggi AB (fig. 27) ha una pendenza (sull'asse delle ascisse) nota:

$$\operatorname{tg}\psi = \frac{H}{D} = \frac{h}{d}.$$

Dunque se da A tracciamo una retta avente tale pendenza, la sua altra intersezione colla catenaria preciserà il punto B e quindi l'arco di catenaria cercato AB.

Per semplice lettura si avranno, in particolare, i valori D, H, quindi $a = d/D = h/H$, ecc., ecc.

Analogamente si procederà nel caso in cui fossero note le coordinate dell'appoggio B.

c) *Incroci di linee.*

Ecco un altro esempio delle grandi possibilità del calcolo grafico anzidetto. Si voglia determinare la distanza (verticale) minima tra la catenaria (data) AB e il punto F immagine del filo di un'altra linea.

Si abbia per esempio la catenaria definita dalle seguenti condizioni:

$$d = 600 \text{ m}$$
$$h = 100 \text{ m}$$
$$a = 1000 \text{ m}$$

cioè:

$$D = d/a = 0{,}600$$
$$H = h/a = 0{,}100.$$

Questa catenaria è subito individuata su una catenaria tipo della Tav. VI. In particolare $X_A = -0{,}137$, $Y_A = 1{,}00940$, $X_B = 0{,}463$, $Y_B = 1{,}10940$.

Sulla fig. 27 abbiamo ricopiato detto arco di catenaria AB definito da $AC = D = 0{,}600$ e da $CB = H = 0{,}100$ nelle scale rispettive delle ascisse e delle ordinate.

E' sempre nota la posizione di F rispetto agli appoggi A e B; si abbia ad esempio:

distanza orizzontale tra A e F: 50 m
» verticale tra A e F: 10 m.

Si avranno subito le misure assolute (fig. 27):

$$FN = \frac{50}{1000} = 0{,}050$$

$$NA = \frac{10}{1000} = 0{,}010$$

e quindi si potrà determinare l'immagine di F sulla fig. 27 portando FN nella scala delle ascisse e NA nella scala delle ordinate.

Per lettura diretta si valuterà $FP = 0{,}0043$ (scala ordinate) e quindi (in metri):

$$FP = 1000 \cdot 0{,}0043 = 4{,}3 \text{ m}.$$

In pratica basta segnare in matita i punti A, B e F sulla Tav. VI e procedere alle letture relative. Tutti i calcoli possono essere fatti col regolo senza che occorra scrivere un solo numero, nè disegnare la catenaria.

d) Consigliamo il più largo uso di questo metodo grafico che conduce ad ottimi risultati purchè la Tav. VI sia tracciata in scala abbastanza grande. Quella di cui ci serviamo ha le dimensioni 70 × 110 cm e comporta quattro catenarie, tracciate con scale differenti. Facciamo evidentemente uso di quella catenaria che meglio si presta al caso particolare preso in considerazione.

CAPITOLO SECONDO

Studio della catenaria con speciale riguardo ai conduttori delle linee elettriche.

19. — Nel Capitolo I abbiamo studiato nel modo più generale le proprietà della catenaria i cui appoggi (fissi) A e B siano comunque disposti. Le formule e i grafici che abbiamo ricordato, sono di impiego assolutamente generale e sono applicabili altrettanto bene per un cavo di teleferica, per il cavo che trattiene un pallone frenato, per lo studio della posa dei cavi sottomarini, ecc.

Vediamo adesso come si possono applicare le formule ottenute al caso pratico che particolarmente ci interessa: calcolo meccanico del conduttore di linee elettriche (aeree), supposto che il filo sia sopportato da isolatori rigidi, sui quali esso non possa scorrere. In questo

caso ogni campata è indipendente dalle contigue. Lo studio completo può farsi successivamente campata per campata.

Non altrettanto può dirsi per le campate sostenute da catene di isolatori, suscettibili di spostamenti a seconda delle condizioni di tiro. Vedremo nella Parte II un metodo per lo studio delle catenarie i cui appoggi non sono fissi.

Per ognuna delle catenarie da studiare, noi supporremo *sempre* di conoscere la campata e il dislivello *topografico*, cioè la proiezione orizzontale e quella verticale del segmento AB che ha per estremi i punti (fissi) A e B di appoggio della catenaria stessa.

Il rilievo tacheometrico della linea ha appunto lo scopo di determinare tale campata e tale dislivello.

Esaminiamo ora il sistema di forze che sollecita il filo.

20. - Forze che gravano sul filo (6).

a) Forze verticali.

Peso proprio. — Se p è il peso del filo per metro lineare espresso in kg e σ la sua sezione in mm²:

$$\delta' = \frac{p}{\sigma} \text{ kg/m} \cdot \text{mm}^2 \qquad (20/1)$$

rappresenta il peso di un metro di filo riferito ad un mm² di sezione, cioè il peso specifico del materiale costituente il filo in kg/cm³. Sono di uso corrente i seguenti valori medî:

per il rame	$\delta' = 8{,}9 \times 10^{-3}$	kg/m · mm²		
» il bronzo . . .	$\delta' = 8{,}9$	»	»	»
» l'alluminio . . .	$\delta' = 2{,}7$	»	»	»
» l'acciaio	$\delta' = 7{,}8$	»	»	»

Se il filo è soggetto al solo peso proprio, in tutte le formule del Capitolo I porremo per δ il valore δ' adesso specificato.

Sovraccarico eventuale di ghiaccio o neve. — Si immagini il filo ricoperto di un manicotto di ghiaccio di spessore uniforme e pesante g kg per ml. Ciò equivale ad un apparente aumento del peso del conduttore da p a $p + g$ kg/m cioè ad un aumento del peso specifico da δ' a

$$\delta'' = \frac{p+g}{\sigma} \text{ kg/m} \cdot \text{mm}^2 \qquad (20/2)$$

In questo caso nelle formule del Capitolo I occorrerà porre in luogo di δ il valore di δ'' adesso determinato.

b) Forza orizzontale - Vento.

Supporremo che l'azione del vento sia uniforme su tutto il filo e che si possa concepire come una forza orizzontale, di direzione normale alla retta AB (fig. 6), uniformemente distribuita lungo il filo applicata in ragione di v kg per metro lineare e per mm² di sezione.

In pratica l'azione del vento si esprime in F_v kg per m² di superficie apparente (sezione meridiana del conduttore):

$$F_v = 0{,}0070 \cdot V^2 \text{ kg/m}^2 \text{ per superfici piane}$$
$$F_v' = 0{,}0045 \cdot V^2 \quad » \quad » \quad » \text{ cilindriche}$$

ove:

$$V = \text{velocità del vento in km/h.}$$

Ad esempio: per $V = 120$ km/h risulta:

$$F_v = 120 \text{ kg/m}^2 \quad \text{e} \quad F_v' = 76 \text{ kg/m}^2.$$

Si otterrà subito, per i conduttori di linea:

$$v = \frac{F_v'}{1000} \frac{\phi}{\sigma}$$

ove:

ϕ diametro esterno in mm,
σ sezione effettiva in mm².

c) Forza totale r.

Per determinare la forza totale che grava sul filo basterà cercare la risultante delle forze applicate (fig. 29):

$$r = \sqrt{(p+g)^2 + v^2}$$

e allora il nuovo valore di δ sarà:

$$\delta''' = \frac{r}{\sigma} \text{ kg/m} \cdot \text{mm}^2 \qquad (20/3)$$

(6) Per i sovraccarichi ammessi di vento, ghiaccio, ecc., e la loro normalizzazione, vedasi: Wittel (1918), Abel Jobin (1919), Pillonel (1920), Edler (1920), Norsa (1922), Mateescu (1929).

che dovrà comparire in luogo di δ nelle formule del Capitolo I.

Si noti che detta risultante r fa un angolo β colla verticale, angolo definito da:

$$\text{tg}\,\beta = \frac{v}{p+g}. \qquad (20/4)$$

d) Esempio. (Vedi paragr. 28).

21. - Influenza del vento - Campata e dislivello veri.

a) Se le forze sono verticali (peso proprio più sovraccarico eventuale di ghiaccio) la catenaria giace tutta in un piano *verticale* che contiene la retta AB.

Ricordando le definizioni date al paragr. 3, ne deduciamo che la campata d e il dislivello h (espressi in metri), coincidono coi corrispondenti valori topografici d' e h'.

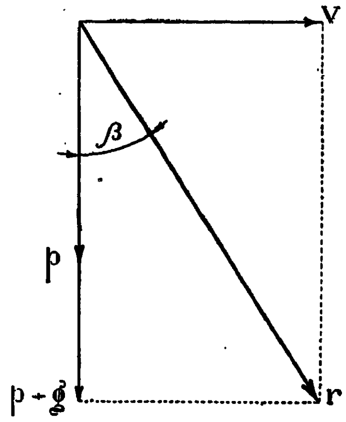


Fig. 29.

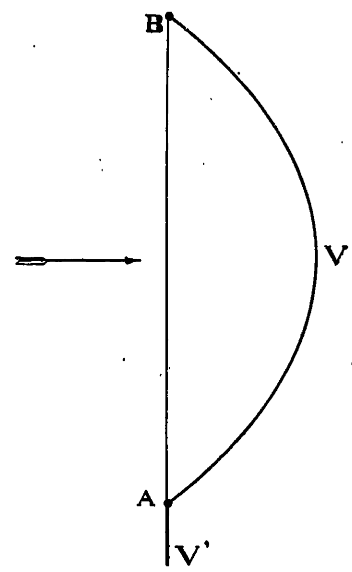


Fig. 30.

Se oltre alle forze verticali p o $p + g$ (fig. 29) facciamo intervenire la forza orizzontale v (vento) il piano della catenaria ruoterà di un angolo β attorno alla retta AB, giacchè detto piano *deve* essere parallelo alla direzione della risultante r. La campata vera d ed il dislivello vero h non coincideranno più coi corrispondenti valori topografici d' e h'.

Dato che noi conosciamo i soli valori topografici d' e h' occorre determinare i valori veri d e h che competono ad un certo angolo β, cioè ad un certo valore del rapporto:

$$\frac{\text{forza verticale}}{\text{forza orizzontale}}.$$

Il lettore dimostrerà facilmente che deve essere:

$$\mathbf{h} = \mathbf{h}' \cos\beta \qquad (21/1)$$

$$\mathbf{d} = \mathbf{d}' \sqrt{1 + \left[\frac{\mathbf{h}'}{\mathbf{d}'}\right]^2 \text{sen}^2\beta}. \qquad (21/2)$$

b) L'azione del vento ha dunque quattro effetti:

1) Sovraccaricare il filo che dal peso $p + g$ passa al peso r (fig. 29) per metro lineare.
2) Far ruotare il piano della catenaria di un angolo β definito dalla 20/4.
3) *Diminuire il dislivello* dal valore h' (topografico) a quello (vero):
$$h = h' \cos\beta.$$
4) *Aumentare la campata* dal valore d' (topografico) a quello (vero):
$$d = d' \sqrt{1 + \left[\frac{h'}{d'}\right]^2 \text{sen}^2\beta}.$$

Si noti che gli effetti 1) e 4) tendono ad aumentare la sollecitazione del filo e l'effetto 3) a diminuirla. Siccome la riduzione del dislivello è assai più importante dell'aumento della campata, possiamo concluderne che, agli effetti della tensione del filo, *l'azione del vento è parzialmente neutralizzata dalla deformazione spontanea della catenaria.*

In altre parole: la considerazione del dislivello e della campata veri, conduce a sollecitazioni *minori* di quelle che si avrebbero se

si considerassero sempre (come si fa ordinariamente) i valori topografici.

Questo fenomeno è dunque assai importante. Esso poteva prevedersi notando che la catenaria deve tendere ad una nuova forma di equilibrio stabile; la deformazione non può avvenire che in un modo tale da *diminuire* la sollecitazione.

Si noti anche che per un vento progressivamente crescente, il dislivello h tende al valor minimo zero, la campata al valor massimo AB. *Per un vento infinitamente forte tutte le catenarie sono a livello.*

Il punto V della catenaria si sposta per effetto del vento e tende a portarsi nel punto medio del filo. La freccia quindi aumenta col crescere del vento, se essa è reale, diminuisce invece, se essa è virtuale, fino al valore 0 ed aumenta poi nel campo delle freccie reali.

Sotto l'azione del vento una catenaria a freccia virtuale può trasformarsi in una catenaria a freccia reale, cioè un appoggio inizialmente *strappato* può divenire un appoggio *compresso* (non viceversa).

c) Per chi volesse meglio convincersi della necessità di distinguere il dislivello e la campata veri dai corrispondenti valori topografici, si può citare l'esempio seguente, che corrisponde ad un caso limite ed illustra assai bene un vero «paradosso». Siano A e B sulla medesima verticale (fig. 30):

$$\text{campata topografica} \quad d' = 0$$
$$\text{dislivello topografico} \quad h' = \overline{AB}.$$

Fissiamo ad A e B un filo assai leggero che, in virtù del proprio peso, si disporrà secondo la catenaria degenere $A\,V'\,B$ cioè secondo i due segmenti AV' e $V'B$. Per questa catenaria i valori veri del dislivello e della campata coincidono con quelli topografici sopraindicati.

Investiamo ora il filo con una corrente d'aria orizzontale talmente forte da permetterci di trascurare l'azione del peso nei confronti di quella dell'aria. Il filo non potrà disporsi che simmetricamente per rapporto agli appoggi A e B, e la catenaria risulterà, per quanto ciò possa apparire strano, proprio *una catenaria a livello.*

Sarà allora:

$$\text{campata vera} \quad d = \overline{AB}$$
$$\text{dislivello vero} \quad h = 0$$

I valori della campata e del dislivello si sono semplicemente scambiati fra loro in seguito all'azione del vento.

Da ciò si vede quanto sia opportuno il concetto di campata e dislivello veri che permette di poter calcolare una qualunque catenaria in qualsivoglia condizione di carico.

d) In quanto precede abbiamo tacitamente supposto un «*vento teorico*» che agisca con forza orizzontale, normale alla retta degli appoggi AB, ed uniformemente ripartita sul filo stesso. Quest'ultima condizione è assai poco soddisfatta in pratica, soprattutto per lunghe campate, cosicchè in definitiva l'azione del vento, appunto per la sua variabilità, è assai poco suscettibile di un calcolo esatto. Quanto precede deve essere considerato come lo studio di un caso limite.

Le formule trovate sarebbero assai bene applicabili nel caso di un filo pesante, vincolato a due punti A e B, disposti entro una corrente d'acqua continua (per es. un canale, un fiume) purchè il segmento AB fosse normale alla direzione della corrente.

Nel caso del vento dobbiamo ancora notare che procedendo esso per «raffiche» successive il piano della catenaria dovrà oscillare attorno alla retta AB.

Inoltre la catenaria si deformerà progressivamente nel suo piano ad ogni (quarto di) oscillazione. Il punto V si sposterà allontanandosi ed avvicinandosi all'appoggio inferiore (A) a seconda che il piano della catenaria si allontana o si avvicina a quello verticale.

Se poi il vento non colpisce simultaneamente e con eguale intensità tutto il filo, la catenaria si deforma differentemente nelle sue varie parti; ne risulta una curva gobba che sfugge a qualunque indagine analitica.

Come conseguenza di tutto ciò, il vento produce una tensione (in ciascun punto del filo) avente carattere ondulatorio (pulsante); inoltre i continui mutamenti di giacitura del filo sollecitano «a piegatura» il filo stesso in corrispondenza dei morsetti di appoggio.

La forza non essendo in realtà nè eguale nè simultanea per tutto il filo, deve nascere un «moto ondoso» lungo il filo, cioè in definitiva, una vibrazione più o meno regolare del filo stesso.

Tutti questi fenomeni che chiameremo secondari, perchè non sappiamo valutarli, hanno una importanza grandissima; il loro effetto è infatti meccanicamente deleterio sulla vita del filo, se non si sono previsti degli accorgimenti speciali. Da ciò l'importanza dello studio accurato di alcuni accessori quali la morsetteria, gli smorzatori di oscillazioni, ecc.

Il comportamento dinamico dei fili di linea (oscillazioni, vibrazioni, ecc.) esorbita dal presente studio (limitato al comportamento statico). Esso è però del più alto interesse e sarà oggetto di uno studio ulteriore.

e) *Conclusione.*

Le considerazioni da noi svolte relativamente alla variazione della campata e del dislivello sono basate sul vento «teorico». In pratica le condizioni sono talmente differenti da far dubitare della opportunità di apportare dette variazioni ai valori topografici della campata e del dislivello. Ecco perchè moltissimi ingegneri calcolano la catenaria in base ai valori topografici d' e h' anche in presenza dell'azione del vento, riducendo quest'ultima al solo sovraccarico che essa produce e trascurando il conseguente cambiamento di forma della catenaria. Così facendo si giunge a sollecitazioni del filo maggiori; perciò *tale calcolo* (errato) *oltre ad essere più semplice, è anche più prudente.*

22. - Calcolo della catenaria.

Data la sollecitazione, che non sarà (in genere) verticale, e dato quindi l'angolo β (fig. 29) possiamo subito calcolare i valori della campata e del dislivello veri che competono a quella condizione di carico (form. 21/1 e 21/2).

Noti campata e dislivello il problema pratico diventa uno dei 7 problemi già trattati al parag. 16. Ci sembra quindi inutile attardarci maggiormente su di una questione già abbondantemente risolta, tanto più che al Capitolo III esporremo numerose applicazioni. In queste applicazioni faremo alcuni calcoli per i due casi seguenti:

1) valori veri della campata e del dislivello;
2) valori topografici della campata e del dislivello, anche in presenza del vento.

A seconda delle particolari vedute sull'argomento e dell'importanza più o meno grande che viene attribuita ai fenomeni perturbatori, sarà preferito l'uno o l'altro tipo di calcolo.

Per nostro conto preferiamo il secondo, *più prudente e più semplice.* Ci sembra anche opportuno giungere, così facendo, a maggiori sollecitazioni, in quanto reputiamo che il più grande margine di sicurezza così realizzato possa, in qualche modo, giustificarsi per la presenza di quei fenomeni secondari che sfuggono al calcolo stesso (vibrazioni, oscillazioni del filo).

CAPITOLO TERZO

Cambiamento di stato.

23. - Premesse.

In pratica si presenta il problema seguente: Teso il filo per certi valori della temperatura e del carico, in quali condizioni verrà a trovarsi il filo stesso quando la temperatura ed il carico cambino?

Per esempio, teso il filo in estate, quale sarà la sua sollecitazione in inverno, tenuto conto della diminuzione della temperatura, e del sovraccarico dovuto al ghiaccio ed al vento?

Le seguenti osservazioni intuitive sono fondamentali:

a) Se il filo fosse inestensibile meccanicamente e non dilatabile termicamente, la sua lunghezza e la sua freccia sarebbero costanti per tutte le condizioni di stato possibili, cioè il parametro a della catenaria rimarrebbe in ogni caso costante ed eguale a quello imposto nella posa (supposto che h e d non varino). Allora le tensioni sarebbero senz'altro proporzionali al carico δ ed il problema non meriterebbe alcuna attenzione particolare.

Raddoppiando per esempio il carico δ tutte le tensioni risulterebbero raddoppiate.

b) Il filo è però in pratica soggetto alla dilatazione termica ed elastica. La sua lunghezza è quindi funzione del carico δ e della temperatura θ. A «stati» diversi corrisponderanno lunghezze diverse e *parametri diversi. La catenaria varia di forma al cambiare della temperatura e del carico.*

Le tensioni non saranno dunque più proporzionali al carico, ma dipenderanno da questo, secondo una funzione assai complicata e non algebrica.

c) Vi è un elemento solo che non varia al variare dello stato del filo, ed è la lunghezza «a riposo» λ del filo, riferita ad una temperatura data, per esempio 0°. Ricordiamo che la lunghezza a riposo è quella del filo non sollecitato meccanicamente, cioè, in pratica, la lunghezza del filo quando si svolge dal rullo.

d) Se le forze sono sempre verticali (oppure se si trascurano le variazioni della campata e del dislivello provocate dal vento), vi sono altri elementi costanti:

— il dislivello h
— la campata d

che coincidono, in tale caso, coi corrispondenti valori topografici, da noi sempre supposti noti.

24. - Risoluzione generale del cambiamento di stato.

Si sia tesa la catenaria nelle seguenti condizioni di posa iniziale:

parametro	a_1 metri
campata	d_1 »
dislivello	h_1 »
carico	δ_1 k/m. mm²
temperatura	$\theta_1°$

La catenaria essendo perfettamente definita, ci sarà possibile determinare la lunghezza a riposo λ_1 che compete alla condizione di posa (14/2):

$$\lambda_1 = l_1 \left\{ 1 - \frac{a_1 \delta_1}{E} \frac{l_1}{d_1} \right\}.$$

Supponiamo ora che le condizioni cambino, cioè cambino la temperatura ed il carico. Il caso più generale possibile è il seguente:

— la temperatura diventa θ_2 con una variazione $\theta_2 - \theta_1$ rispetto a quella di posa. Allora la lunghezza a riposo diventa:

$$\lambda_2 = \lambda_1 \left\{ 1 + \alpha (\theta_2 - \theta_1) \right\}$$

ed è immediatamente calcolabile;

— il carico varia dal valore δ_1 al valore δ_2, per effetto della neve, del vento eventuale, ecc. Tale nuovo valore δ_2 ci è noto;

— la campata e il dislivello variano per effetto del vento ed assumono i valori d_2 e h_2 che noi sappiamo calcolare in base ai valori d_1 e h_1 ed alla intensità del vento.

Dato il carico δ_2, la campata d_2 e il dislivello h_2 si tratta dunque di determinare una catenaria tale che, in queste condizioni, la lunghezza a riposo sia proprio λ_2.

Ma questo è il problema già risolto al paragr. 16 *g*. Tutti i calcoli relativi ai cambiamenti di stato rientrano dunque nella categoria già ampiamente trattata nel paragrafo 16 *g*. Ci sembra quindi inutile attardarci maggiormente sull'argomento.

25. - Studio del cambiamento di stato - Generalizzazione dell'equazione di Blondel.

a) La risoluzione del paragrafo precedente è senza alcun dubbio la più generale. Essa però obbliga al calcolo di λ per ogni stato, calcolo sempre lungo e delicato.

Sorge spontanea l'idea di studiare una risoluzione del problema che non necessiti il calcolo di λ. Ciò può farsi nel seguente modo:

Si abbia:

stato 1 (noto) caratterizzato da $h_1\ d_1\ \psi_1\ l_1\ T_{01}\ \delta_1\ \theta_1\ D_1\ a_1\ {}_1\varepsilon\ {}_1\varepsilon_1$
stato 2 (ignoto) caratterizzato da $h_2\ d_2\ \psi_2\ l_2\ T_{02}\ \delta_2\ \theta_2\ D_2\ a_2\ {}_2\varepsilon\ {}_2\varepsilon_1$

L'eguaglianza delle lunghezze a riposo riferite ad una unica temperatura (per esempio 0°) impone che:

$$l_2 \left(1 - \frac{T_{02}}{E} \frac{l_2}{d_2} - \alpha \theta_2 \right) = l_1 \left(1 - \frac{T_{01}}{E} \frac{l_1}{d_1} - \alpha \theta_1 \right)$$

cioè:

$$\frac{l_2}{d_2} = \frac{d_1}{d_2} \frac{l_1}{d_1} + \frac{T_{02}}{E} \frac{l^2_2}{d^2_2} - \frac{T_{01}}{E} \frac{d_1}{d_2} \frac{l^2_1}{d^2_1} + \alpha \theta_2 \frac{l_2}{d_2} - \alpha \theta_1 \frac{d_1}{d_2} \frac{l_1}{d_1}.$$

Ma essendo λ costante, l_1 e l_2 sono praticamente eguali. Nei calcoli delle dilatazioni (cioè nei termini contenenti E e α) non si farà errore apprezzabile confondendo l_1 con l_2:

$$\frac{d_2}{d_1} \frac{l_2}{d_2} = \frac{l_1}{d_1} + \frac{T_{02}}{E} \frac{d_1}{d_2} \frac{l_1^2}{d^2_1} - \frac{T_{01}}{E} \frac{l_1^2}{d_1^2} + \alpha \frac{l_1}{d_1} (\theta_2 - \theta_1)$$

Ricordando la 6/16:

$$\frac{d_2}{d_1} \left[1 + \frac{\delta^2_2 d^2_2}{24\, T^2_{02}} \frac{100 + {}_2\varepsilon_1}{100} \right] \frac{1}{\cos \psi_2} \frac{100 - {}_2\varepsilon}{100} =$$

$$= \left[1 + \frac{\delta_1^2 d_1^2}{24\, T^2_{01}} \frac{100 + {}_1\varepsilon_1}{100} \right] \frac{1}{\cos \psi_1} \frac{100 - {}_1\varepsilon}{100} +$$

$$+ \frac{T_{02}}{E} \frac{d_1}{d_2} \frac{l^2_1}{d^2_1} - \frac{T_{01}}{E} \frac{l^2_1}{d^2_1} + \alpha \frac{l_1}{d_1} (\theta_2 - \theta_1)$$

da cui:

$$T^2_{02} = \frac{K_3}{K_4 + T_{02}} \qquad (25/1)$$

ove:

$$\left.\begin{aligned} K_3 &= E \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 \left(\frac{d_1}{l_1} \right)^2 \frac{\delta^2_2 d^2_2}{24} \frac{1}{\cos \psi_2} \frac{100 - {}_2\varepsilon + {}_2\varepsilon_1}{100} \\ K_4 &= E \frac{d_2}{d_1} \left(\frac{d_1}{l_1} \right)^2 \left[\frac{\delta^2_1 d^2_1}{24\, T^2_{01}} \frac{1}{\cos \psi_1} \frac{100 - {}_1\varepsilon + {}_1\varepsilon_1}{100} + \right. \\ &\qquad + \alpha \frac{l_1}{d_1} (\theta_2 - \theta_1) + \\ &\left. - \frac{d_2}{d_1} \frac{1}{\cos \psi_2} \frac{100 - {}_2\varepsilon}{100} + \frac{1}{\cos \psi_1} \frac{100 - {}_1\varepsilon}{100} \right] - T_{01} \frac{d_2}{d_1} \end{aligned}\right\} \qquad (25/2)$$

L'equazione 25/1 risolve il problema nel caso più generale (variazione di h, d, θ, δ). Essa sarà detta « *equazione di Blondel generalizzata* » per il motivo che qui sotto esporremo. Come al solito si supporranno dapprima nulli gli errori ${}_2\varepsilon$ e ${}_2\varepsilon_1$ per tenerne eventualmente conto nel tentativo successivo. La risoluzione della equazione 25/1 può ottenersi graficamente (Tav. V). Ricordiamo però che il regolo ordinario consente di risolvere con pochi rapidissimi tentativi la stessa equazione.

Si noti che l'equazione 25/1 è formalmente identica a quella già vista precedentemente (14/6).

In pratica il calcolo di K_3 e K_4 si semplifica notevolmente. Infatti quasi sempre si considerano costanti la campata e il dislivello, ponendo:

$$d_1 = d_2 = d \quad , \quad h_1 = h_2 = h \quad , \quad \psi_1 = \psi_2 = \psi.$$

Inoltre nel calcolo delle dilatazioni al rapporto l/d può sostituirsi $1/\cos \psi$ (v. parag. 14). Le 25/2 diverranno:

$$\left.\begin{aligned} K_3 &= E \cos \psi \frac{\delta_2^2 d_2^2}{24} \frac{100 - {}_2\varepsilon + {}_2\varepsilon_1}{100} \\ K_4 &= E \cos \psi \left\{ \frac{\delta_1^2 d_1^2}{24\, T_{01}^2} \frac{100 - {}_1\varepsilon + {}_1\varepsilon_1}{100} + \right. \\ &\qquad \left. + \alpha (\theta_2 - \theta_1) + \frac{{}_2\varepsilon - {}_1\varepsilon}{100} \right\} - T_{01} \end{aligned}\right\} \qquad (25/3)$$

b) *Formule approssimate.* — Se avessimo fatto uso della relazione approssimata 6/17 si sarebbe ottenuto, in luogo delle 25/3:

$$\left.\begin{aligned} K_3 &= E \cos^3 \psi \frac{\delta_2^2 d_2^2}{24} \\ K_4 &= E \cos \psi \left\{ \frac{\delta_1^2 d_1^2}{24\, T_{01}^2} \cos^2 \psi + \alpha (\theta_2 - \theta_1) \right\} - T_{01} \end{aligned}\right\} \qquad (25/4)$$

Le 25/4 costituiscono le formule di impiego più comune. In ogni caso esse permettono di valutare (25/1 o Tav. V) un primo valore approssimato di T_{02} e di D_2, in base al quale determineremo le correzioni ε e quindi (25/3) l'esatto valore di T_{02} e di D_2. Nella pratica corrente le 25/4 conducono a risultati sufficientemente esatti e tali da non richiedere ulteriori correzioni. Si noti ancora che la più scrupolosa esattezza sembra illogica in un problema dominato dalle costanti E ed α di cui si conoscono solo valori medî. La correzione (colle 25/3) dei risultati ottenuti colle 25/4 potrà dunque riservarsi alle sole catenarie di campata o dislivello eccezionali.

Le forme risolutive 25/1 e 25/4 presuppongono la relazione (approssimata):

$$\alpha (\theta_2 - \theta_1) = \frac{d^2 \cos^2 \psi}{24} \left(\frac{\delta_2^2}{T_{02}^2} - \frac{\delta_1^2}{T_{01}^2} \right) - \frac{T_{02} - T_{01}}{E} \frac{1}{\cos \psi} \qquad (25/5)$$

cioè, per catenarie a livello,

$$\alpha (\theta_2 - \theta_1) = \frac{d^2}{24} \left(\frac{\delta^2_2}{T^2_{02}} - \frac{\delta^2_1}{T^2_{01}} \right) - \frac{T_{02} - T_{01}}{E} \qquad (25/6)$$

che coincide con quella data dal Blondel (1902-1914) appunto per catenarie a livello e relativamente corte (per le quali le semplificazioni da noi fatte successivamente sono più che accettabili). L'equazione 25/6 ha servito di base per la costruzione del noto Abaco Blondel; da ciò la denominazione da noi adottata.

Il confronto della 25/8 colla 25/6 permette l'immediata estensione dell'Abaco Blondel alle catenarie con dislivello.

Una catenaria con dislivello si calcolerà come una catenaria a livello considerando però, in luogo dei tiri T_{01} e T_{02} i valori corretti $T_{01}/\cos\psi$ e $T_{02}/\cos\psi$ (7).

26. - Cambiamento di stato senza modificazione di forma.

E' interessante osservare a quale relazione debbono soddisfare il salto di temperatura $\theta_2 - \theta_1$ e quello del carico $\delta_2 - \delta_1$ affinchè la catenaria, passando dallo stato 1 a quello 2, non subisca modificazioni di forma. Occorrerà che sia:

$$a_1 = a_2 = a \quad , \quad D_1 = D_2 = D$$

e quindi (25/5):

$$\frac{\delta_2 - \delta_1}{\theta_2 - \theta_1} = -\alpha E \frac{\cos\psi}{a}. \qquad (26/1)$$

In particolare le variazioni del carico della temperatura passando dallo stato 1 a quello 2 debbono essere di segno opposto, come poteva prevedersi.

27. - Cambiamento di stato senza modificazione di tiro - Campata critica.

a) I due stati 1 e 2 del paragrafo 25 saranno caratterizzati, in generale, da tensioni T_{01} e T_{02} diverse. E' importante far vedere per quale valore di d si realizza l'eguaglianza.

$$T_{01} = T_{02} = T_0$$

cioè, con grossolana approssimazione, l'eguaglianza dei tiri massimi:

$$T_{B1} = T_{B2}.$$

In tal caso l'equazione 25/5, permette di ricavare:

$$\frac{d^2 \cos^2\psi}{24\, T_0^2} (\delta_2^2 - \delta_1^2) = \alpha\, (\theta_2 - \theta_1) \qquad (27/1)$$

da cui:

$$d = 2 \frac{T_0}{\cos\psi} \sqrt{6\,\alpha \frac{\theta_2 - \theta_1}{\delta_2^2 - \delta_1^2}}. \qquad (27/2)$$

Questa campata d sarà chiamata *campata critica*. Dal modo con cui è stata ottenuta risulta subito che la formula 27/2 è solo approssimata. E' però legittimo dedurre quanto segue:

1) la campata critica è *indipendente* da E e varia assai lentamente al variare di h;

2) la campata critica ha significato solo se *le variazioni del carico e della temperatura,* passando dallo stato 1 a quello 2, *hanno lo stesso segno.* Alla condizione più calda deve corrispondere il carico maggiore, come poteva prevedersi.

La campata critica ha un pratico impiego: si voglia garantire il filo in due stati, l'uno caratterizzato dalla temperatura θ_1 e dal carico δ_1, l'altro da θ_2 e δ_2. Se in uno stato si raggiunge un certo tiro massimo del filo, nell'altro il tiro sarà maggiore o minore?

E' facile convincersi che:

— per *campate maggiori di quella critica* lo stato *più caldo* sarà il più sollecitato;

— per *campate minori di quella critica* lo stato *più freddo* sarà il più sollecitato.

Nel primo caso basterà dunque verificare la stabilità del filo nella condizione più calda, nel secondo basterà verificarla nella condizione più fredda.

Ricordiamo ancora che la formula 27/2 consente di valutare solo l'ordine di grandezza della campata critica. Lo scarso valore pratico di una determinazione più esatta ci esime dall'insistere maggiormente sull'argomento, tanto più che il nostro sistema di calcolo di una linea completa tiene già automaticamente conto, in forma esatta, di questa campata critica.

28. - Elementi per il calcolo dei cambiamenti di stato.

I procedimenti indicati (paragr. 24, 25) sono assolutamente generali ed applicabili a qualunque cambiamento di stato.

Dovendosi procedere allo studio completo di una linea, è necessario fissare a priori gli *stati estremi* per i quali si ritiene opportuno eseguire le verifiche della stabilità del conduttore, ed il calcolo di tutte le caratteristiche della catenaria.

La scelta di questi stati tipici è del tutto arbitraria e dovrà essere fatta in base alle caratteristiche climateriche dei paesi attraversati dalla linea.

A titolo di esempio, adottiamo gli elementi di calcolo seguenti:

a) *Caratteristiche del conduttore*:

Materiale: aldrey.
Composizione: corda di 61 fili di 2,82 mm di diametro ciascuno.

Sezione totale	$\sigma = 380$ mm²
Diametro esterno	$\phi = 25{,}4$ mm
Peso proprio	$\delta = 2{,}80 \times 10^{-3}$ kg/m · mm²
Modulo di elasticità	$E = 6400$ kg/mm²
Coefficiente di dilatazione termica . .	$\alpha = 23 \times 10^{-6}$
Carico di rottura	$K_r = 30$ kg/mm²

b) *Stati o condizioni di calcolo.*

Condizioni di posa. — Si considerano 3 condizioni di posa alle temperature rispettive di 10, 25, 40°.

Carico: il solo peso proprio $\delta = 2{,}80 \times 10^{-3}$ kg/m · mm².

Condizione estiva. — Temperatura: 40°.

Carico: peso proprio + vento (somma geometrica):

$$\delta_e = \sqrt{\delta^2 + \nu^2}$$

Peso proprio . . . . $= 2{,}80 \times 10^{-3}$ kg/m · mm²

Vento in ragione di 76 kg/m² di sezione

meridiana: $\nu = \dfrac{76 \times 25{,}4 \times 10^{-3}}{380}$ $\quad \nu = 5{,}08 \times 10^{-3}$ »

Carico risultante . . . . $\delta_e = 5{,}80 \times 10^{-3}$ »

Spostamento angolare $\operatorname{tg}\beta = \dfrac{\nu}{\delta} = \dfrac{5{,}08}{2{,}80} = 1{,}8130$

$\operatorname{sen}\beta = 0{,}8760$

$\cos\beta = 0{,}4823$

$\beta = 61^\circ\, 10'$

Condizioni invernali.

1°) Temperatura: —20°.

Carico: peso proprio + vento (somma geometrica) come nella condizione estiva:

$\delta_i = 5{,}80 \times 10^{-3}$ kg/m · mm²

$\beta = 61^\circ\, 10'$

2°) Temperatura: 0°.

Carico: peso proprio + neve:

Peso proprio . . . . $\delta = 2{,}80 \times 10^{-3}$ kg/m · mm²

» neve (2 kg per m lineare) . . . $g = 5{,}25 \times 10^{-3}$ »

Carico risultante . . . . $\delta_i = 8{,}05 \times 10^{-3}$ »

Adottando questi elementi fondamentali di calcolo possiamo senz'altro procedere all'applicazione pratica delle formule precedentemente stabilite.

29. - Esempi pratici del cambiamento di stato.

a) Supponiamo tesata nella condizione di posa + 25° la catenaria già considerata al paragr. 16:

$d = 600$ m $\qquad h = 100$ m

$\delta = 2{,}80 \times 10^{-3}$ kg/m · mm² $\qquad E = 6400$ kg/mm²

colla condizione:

$$a = 1000 \text{ m}.$$

Al paragrafo 16 abbiamo già determinato tutti gli elementi di questa catenaria, riportati sulla Tabella I. (Colonna: Posa 25°).

Per tutti gli altri stati possiamo ora riempire le linee orizzontali δ , β , $\operatorname{sen}\beta$, $\cos\beta$, d , h , H/D , H^2/D^2 , $\dfrac{1}{\cos\psi}$, tenendo conto di quanto stabilito al paragr. 28 circa i valori di δ e di β.

Se si desidera considerare anche le variazioni di h e d prodotte dal

(7) Per l'abaco di Blondel vedasi Nouguier (1922); per altri numerosi abachi vedasi Bibliografia e, in particolare, Brunelli (1917).

L'estensione dell'abaco Blondel alle catenarie con dislivello è stata esposta da Lavanchy (1925), Bachet (1926), Dewulf (1926).

TABELLA I.

Q_A	kg/mm²	0,377	0,385	0,388	0,823	0,818	0,760	0,770	1,110	—		
T_A	kg/mm²	2,857	2,826	2,795	5,680	5,697	5,919	5,955	8,068	—		
Q_B	kg/mm²	1,366	1,346	1,348	2,238	2,780	2,255	2,826	3,714			
T_B	kg/mm²	3,144	3 106	3 079	6,050	6,286	6,288	6,546	8,804	—		
T_O	kg/mm²	2,832	2,800	2,768	5,620	5,638	5,870	5,905	7,982	—		
s	m	44,79	45,60	45,85	46,85	46,63	44,72	44,49	45,70	—		
f	m	—	9,40	—	—	—	—	—	—	—		
F	—	—	0,00940	—	—	—	—	—	—	—		
Sen X_A	—	—	0,13743	—	—	—	—	—	—	—		
Sen X_B	—	—	0,48061	—	—	—	—	—	—	—		
Cos X_A	—	—	1,00940	—	—	—	—	—	—	—		
Cos X_B	—	—	1,10940	—	—	—	—	—	—	—		
X_A	—	—	0,1370	—	—	—	—	—	—	—		
X_B	—	—	0,4638	—	—	—	—	—	—	—		
Y_A	—	—	1,00940	—	—	—	—	—	—	—		
Y_B	—	1,1100	1,10940	1,1125	1,0765	1,1150	1,0710	1,1085	1,1030	—		
Y_B/D ...	—	—	1,8490	—	—	—	—	—	—	—		
K_4	—	90,127	—	94,420	95,304	94,420	86,625	85,771	88,675	—		
K_3	—	745,44	—	745,44	3193,19	3198,55	3193,19	3198,55	6161,30	—		
$(\lambda/d)^2$ ...	—	—	1,05717	—	—	—	—	—	—	—		
λ/d	—	—	1,02819	—	—	—	—	—	—	—		
λ	m	—	616,912	—	—	—	—	—	—	—		
L/D	—	—	1,02865	—	—	—	—	—	—	—		
L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
l	m		617,190									
ε_3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
ε_1	—	0,45	—	0,45	—	0,45	—	0,45	0,45	—		
ε	—	0,04	—	0,04	—	0,04	—	0,04	0,04	—		
Z/D	—	—	3,5314	—	—	—	—	—	—	—		
$1/\cos\psi$ ..	—	1,01379	1,01379	1,01379	1,00316	1,01379	1,00316	1,01379	1,01379	—		
H	—	—	0,1000	—	0,05	—	0,0475	—	—	—		
D_1	—	0,593	0,6000	0,607	0,620	0,617	0,592	0,589	0,605	—		
a	m	1011	1000	988	968	972	1012	1018	992	—		
H^2/D^2 ...	—	0,0277	0,0277	0,0277	0,0063	0,0277	0,0063	0,0277	0,0277	—		
H/D ...	—	0,1666	0,1666	0,1666	0,0795	0,1666	0,0795	0,1666	0,1666			
h	m	100	100	100	48,23	100	48,23	100	100	—		
d	m	600	600	600	606,343	600	606,343	600	600	—		
cos β ...	—	1	1	1	0,4823	1	0,4823	1	1	—		
sen β ...	—	0	0	0	0,8760	0	0.8760	0	0	—		
β	—	0	0	0	61°10'	0	61°10'	0	0	—		
δ 10³ ...	kg/m.mm²	2,8	2,8	2,8	5,8	5,8	5,8	5,8	8,05	—		
					h e d variabili	h e d costanti	h e d variabili	h e d costanti				
	Unità di misura	10°	25°	40°	+ 40°		— 20°		0°		Formula	Osservazioni
		senza Vento			con Vento				con Neve			
Condizione		Posa			Estiva		Invernale			Anorm.		

Tronco .... da............ a	Treccia ALDREY 61 fili ϕ 2,82 mm	ϕ totale = 25,4 mm. σ » = 380 mm² p per ml = 1,063 kg δ = 2,80×10⁻³	Carico rottura Kr = 11400 kg Tiro max ammesso T = 10 kg mm² Modulo elasticità E = 6400 kg mm² Coeff. dilataz. lineare α = 23×10⁻⁶

Torino li....................	Linea .... kV................................	127 128

vento (colonne: h e d variabili) si tenga presente che:

$$h = h' \cdot \cos\beta \qquad (21/1)$$

$$d = d' \sqrt{1 + \left(\frac{d'}{h'}\right)^2 \text{sen}^2\beta} \qquad (21/1)$$

ove $h' = 100$ m; $d' = 600$ m (valori topografici).

b) Per determinare gli elementi della catenaria relativi ad un altro stato, per es. quello 0° con neve, si applichi il procedimento del paragrafo 25, attribuendo l'indice 1 a tutti gli elementi dello stato noto (25°) e l'indice 2 a quelli dello stato ignoto (0° con neve). Si troverà (25/3):

$$K_3 = 6161{,}30 \ , \ K_4 = 88{,}67$$

e quindi (25/1):

$$T_{02} = 7{,}982 \ , \ D = \frac{\delta d}{T_0} = 0{,}605 \ , \ a = \frac{d}{D} = 992$$

Colle formule approssimate 25/4 si sarebbe ottenuto:

$$K_3 = 5970{,}63 \ , \ K_4 = 85{,}70$$

che conducono ad un valore di T_{02} praticamente identico al precedente. Il proseguimento del calcolo non presenta più alcuna difficoltà (vedi paragr. 16). Il lettore può verificare questi risultati calcolando l e λ relativi a questo stato (0° con neve). Applicando a λ la dilatazione termica $\lambda\,\alpha \cdot 25°$ si ritrova esattamente la lunghezza a riposo dello stato iniziale 25°.

c) A titolo di esercizio il lettore può calcolare tutti gli altri stati della Tabella I sempre partendo dallo stato iniziale (25°).

Si noti che il tiro massimo T_B nel caso di h e d variabili è minore dello stesso tiro nel corrispondente caso di h e d costanti, come già sapevamo (paragr. 21 *b*).

d) *Problema inverso.*

Per semplicità di esposizione abbiamo supposto di tendere il filo a + 25° con un dato parametro ($a = 1000$). In seguito abbiamo determinato le varie catenarie corrispondenti a diverse condizioni di carico e di temperatura.

Questo procedimento non è però molto logico.

Infatti a una certa tensione di rottura del filo e a un certo coefficiente di sicurezza corrisponde *una tensione massima del filo che non si deve sorpassare.* Il problema pratico è dunque, in generale, l'inverso di quello adesso considerato. Si impone il valore di T_B per lo stato più sfavorevole (in generale condizione invernale) e si calcola la catenaria in questo stato, che si assume come stato noto. Collo stesso procedimento visto precedentemente si calcolano poi tutti gli altri stati.

Come esempio il lettore potrà considerare ancora la Tabella I imponendo $T_B = 8{,}804$ nella condizione «0° con neve».

Dallo stato invernale risalirà ai vari altri stati e, in particolare, a quelli di posa.

e) *Alcune osservazioni.*

Nei cambiamenti di stato le variazioni del parametro e quindi dei tiri sono in generale tanto più sensibili quanto più la catenaria è corta o il parametro è grande. Le piccole campate, soprattutto se molto tese, debbono essere studiate con particolare attenzione.

Ciò poteva prevedersi a priori.

La catenaria avente D grandissimo non cambia di forma passando da uno stato all'altro; in essa i tiri sono semplicemente proporzionali ai carichi applicati.

30. - Studio di una linea completa (isolatori rigidi).

A ciascuna campata corrisponderà una tabella analoga alla Tab. I per il conduttore, e un'altra tabella per l'eventuale fune di guardia.

Queste tabelle, raccolte in un ordinario classificatore, rappresentano l'intero calcolo della linea, nella sua forma più completa e razionale. Se ne dedurranno i dati di posa che debbono riempire il «quadro sinottico» da affidare al capo montatore per la effettiva tesatura di ciascuna campata.

Il calcolo di una lunga linea può semplificarsi coll'uso dei diagrammi opportuni, come vedremo in seguito (Parte III).

(*Continua*).

L'ISTITUTO "ENRICO HERTZ" DI BERLINO

A. GIACOMINI

L'autore riferisce circa il «Heinrich Hertz Institut für Schwingungsforschung», istituto per lo studio delle oscillazioni meccaniche, acustiche propriamente dette, ed elettriche; ne descrive le installazioni, con la scorta di fotografie e piante.

Nel marzo dello scorso anno è stato inaugurato a Berlino il «Heinrich Hertz Institut für Schwingungsforschung», istituto per lo studio delle oscillazioni, come dice il titolo; e precisamente per lo studio delle oscillazioni meccaniche, delle oscillazioni acustiche propriamente dette e delle oscillazioni elettriche.

Se si tien conto della grande varietà di codeste oscillazioni, si rileva che assai varii sono i compiti proposti agli studiosi che appartengono al nuovo Ente, sebbene tutti rivolti all'investigazione di fenomeni che, dal punto di vista analitico, per esempio, appartengono ad un'unica classe. Basterebbe già questo interessante modo di vedere le cose per attirare l'attenzione sull'Istituto Hertz; ma vi è di più. Con la sua creazione si è voluto altresì dar vita ad un organismo intermedio fra i laboratori universitari, nei quali si effettuano generalmente ricerche di scienza pura, ed i laboratori industriali, nei quali invece si conducono prevalentemente ricerche tecniche e contingenti.

Appare dopo ciò naturale che il Hertz Institut, pur essendo annesso al Politecnico di Berlino, sia stato eretto a spese di un Consorzio, nel quale sono rappresentate: le principali Industrie Elettriche, la Società di Radiodiffusione, le Poste e le Ferrovie del Reich.

L'Istituto ha avuto ottima sistemazione in un palazzo, appositamente costruito, nel quale ogni particolare, anche architettonico, è stato accuratamente studiato per il miglior conseguimento del fine da raggiungere (fig. 1). Ne diamo una breve descrizione.

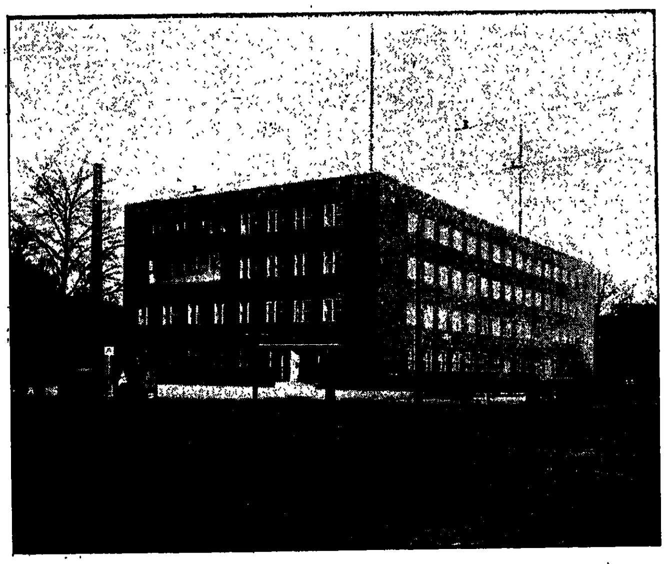


Fig. 1. — L'edifizio.

Alla suddivisione dell'edificio nei suoi quattro piani, corrisponde grosso modo una suddivisione dei laboratori a seconda della loro specialità.

Trovansi così: al piano terreno i laboratori per le ricerche intorno alla propagazione delle onde elettriche lungo fili (telegrafia, telefonia); al primo piano la maggior parte dei laboratori di acustica; al secondo ed al terzo quelli di radiotecnica e quelli per lo studio delle alte tensioni (fig. 2).

Il laboratorio di meccanica è stato sistemato nei sotterranei. Esso poggia su fondamenta indipendenti, ed è provvisto di apposite rotaie e di gru mobile per il trasporto delle macchine sulle quali si deve sperimentare.

Non è privo di interesse soffermarsi sui laboratori di acustica. Due di questi sono isolati fra loro e dagli ambienti vicini per mezzo di un doppio sistema di muri. All'interno le pareti sono verniciate a liscio, e ciò per ottenere dei tempi di riverberazione assai grandi. In questi due laboratori si può misurare il potere assorbente dei diversi materiali con i quali vien ricoperta, di volta in volta, una parte delle pareti. In essi possono effettuarsi anche misure di permeabilità so-

nora, ed all'uopo il doppio muro che separa i due ambienti l'uno dall'altro è provvisto di un'apertura chiudibile con i materiali da studiare.

Per l'ottenimento di tempi di riverberazione praticamente nulli è invece attrezzato un altro laboratorio, nel quale le pareti sono coperte da due rivestimenti ad altissimo potere assorbente, distanti fra di loro di circa 5 centimetri.

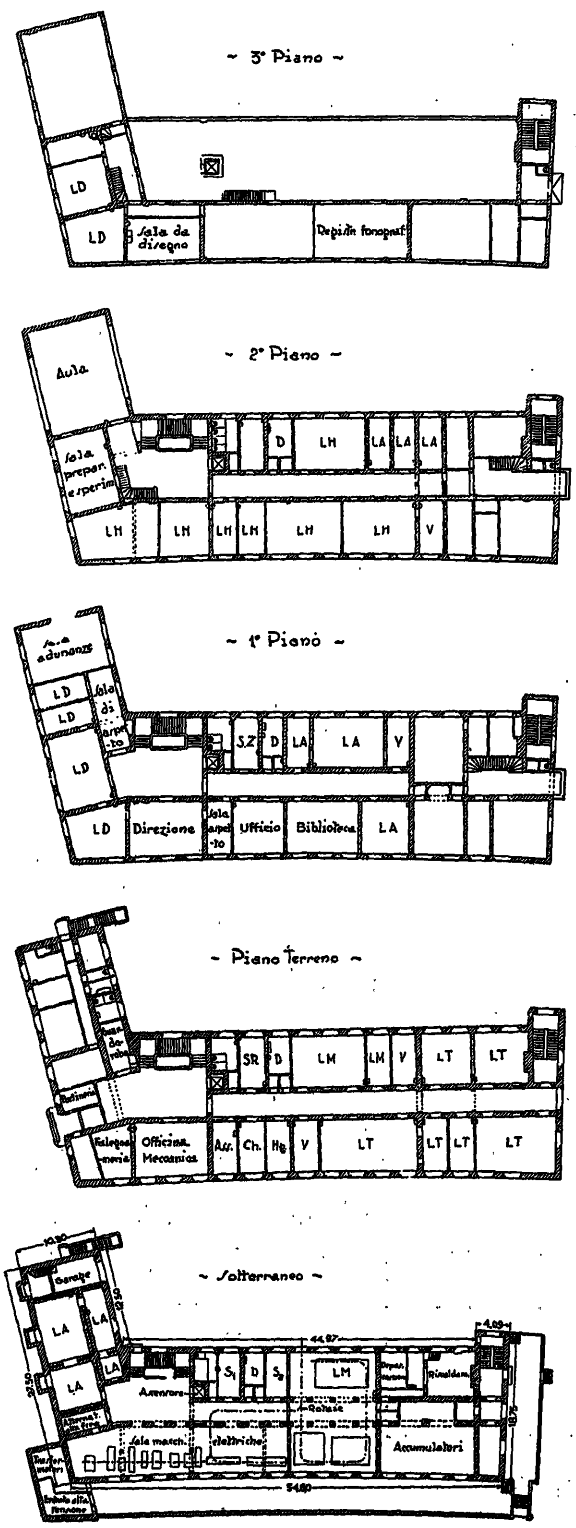


Fig. 2. — Piante dei vari piani.

Ass. = assistente; *Ch.* = laboratorio di chimica; *D* = camera oscura; *Hg.* = deposito; *LA* = laboratorio di acustica; *LD* = laboratorio di elettrotecnica; *LH* = laboratorio di radiotecnica; *LM* = laboratorio di meccanica; *LT* = laboratorio di telegrafia; S_1, S_2 = officine; *SR* = montaggio piccoli apparecchi; *SZ* = cancelleria; *V* = direzione di reparto.

Un terzo laboratorio serve per la registrazione fonografica, ed in esso si è cercato di ottenere un tempo di riverberazione optimum (circa un secondo).

Tra i laboratori per alte frequenze, quelli adibiti alla radioricezione od a ricerche sulle onde corte, sono provvisti di un sottopavimento in rame, il quale, a seconda dei casi, può servire da contrappeso od essere messo a terra.

In tutti i laboratori poi numerose installazioni ausiliarie facilitano il lavoro dei ricercatori. Come si vede in fig. 3, si hanno a disposizione prese di corrente a bassa tensione (*H. V.*) e ad alta (*H. D.*), presa del gas (*G.*) e presa dell'acqua (*W. B.*). Si può fare nel laboratorio completa oscurità per mezzo di gelosie (*T*). Una finestrina (*F.*), che comunica col laboratorio seguente e si ripete nei successivi, permette di effettuare esperienze di ottica o di elettricità che richiedano un lungo percorso rettilineo. Ancora: per evitare che le pareti vengano danneggiate qualora si voglia fissare ai muri qualche apparecchio, si è provveduto con due striscie di legno (*H. L.*) le quali portano delle scanalature, ed entro a queste si può far scorrere una tavoletta che

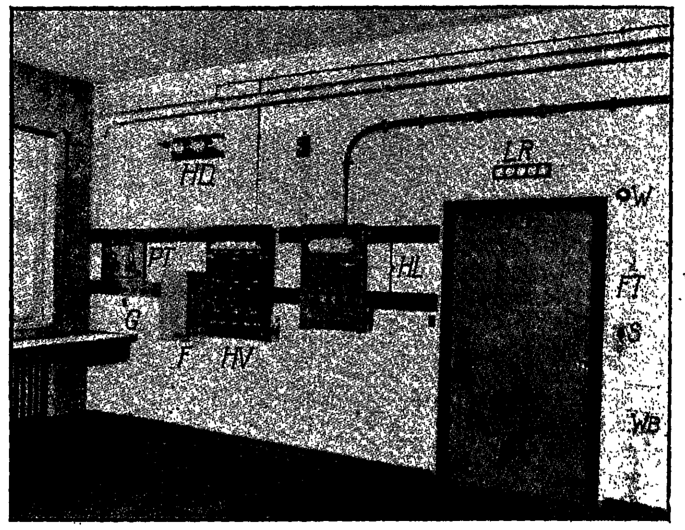


Fig. 3. — Un laboratorio.

sostiene gli apparecchi stessi (*P. T.*). Nell'eventualità che i direttori dei varii reparti vengano richiesti dalla direzione mentre si trovano in un qualsiasi laboratorio, un gruppo di lampadine colorate (*L. R.*) (un diverso colore per ciascun direttore) ed una cicalina (*W.*) possono venir messe in funzione dall'impiegata addetta al centralino telefonico interno. Per una regolazione appropriata del riscaldamento servono dei teletermometri (*F. T.*): per mezzo di essi il fuochista conosce sempre la temperatura alla quale si trovano i diversi ambienti.



Fig. 4. — Sala macchine elettriche.

Queste in succinto alcune delle installazioni più caratteristiche dell'Istituto Hertz. Come è naturale, a queste vanno aggiunte tutte le installazioni di ogni istituto scientifico, quali l'officina meccanica, la falegnameria, ecc., ecc. Curata in modo particolare la sala macchine elettriche (figg. 4 e 5) con annessa sala accumulatori, dalla quale un razionale sistema di linee di distribuzione porta nei laboratori: corrente continua (sino a 700 volt con accumulatori; da 1000 volt a 5000 con dinamo), corrente alternata a bassa frequenza (5, 20, 15, 60 periodi) e ad alta (500 periodi; 8000, 10.000 periodi).

Per quanto riguarda l'ordinamento culturale dell'Istituto, esso è diretto da un professore universitario (nella persona del Prof. K. W. Wagner); da questo dipendono i direttori dei singoli reparti, i quali, oltre a tenere dei corsi di lezioni, coadiuvano singolarmente i varii

ricercatori nel loro lavoro. Quindicinalmente viene tenuta nella sala per conferenze dell'Istituto un'adunanza che dà modo ai ricercatori di esporre a turno quanto hanno fatto.



Fig. 5. — Sala macchine (alta tensione).

Come si vede, l'Istituto Hertz non può non attirare l'attenzione di chi si interessa della ricerca scientifica intesa nel senso più completo. E' da augurarsi che un istituto del genere sorga quanto prima anche in Italia.

XXXVI RIUNIONE ANNUALE

PERUGIA - 9-15 Ottobre 1931

Riassunti di Relazioni e Memorie presentate al Congresso

N. 13.

LE SOTTOSTAZIONI DI FRATTAMAGGIORE E DEL TUSCIANO E LA RICOSTRUZIONE DELLA SOTTOSTAZIONE DI POGGIOREALE

Ing. MOTTI.

Le linee primarie della Società Meridionale di Elettricità misuravano nel 1920 circa 400 km ed alimentavano soltanto quattro sottostazioni; ora invece esse ascendono a oltre 2200 km e comprendono ben trentatrè sottostazioni: lo sviluppo delle reti di tale Società avvenne quindi quasi esclusivamente durante lo scorso decennio. Fu perciò possibile progettare e costruire queste reti con grande unicità di criteri, evitando lacune e duplicazioni e seguendo un vero e proprio piano regolatore, basato sul concetto di adottare per la grande distribuzione l'unica tensione di 60 kV, di riservare le tensioni inferiori per le reti a media tensione e di impiegare invece tensioni superiori per i grandi trasporti di energia dalle lontane centrali idroelettriche.

Dalle trentatrè sottostazioni comprese nel piano regolatore, tutte moderne (alcune esistenti sono state modificate e modernizzate), parte al chiuso e parte all'aperto, le più importanti sono quelle che fungono contemporaneamente da centri di emissione e da centri di erogazione, quali le recentissime ed importanti sottostazioni di Frattamaggiore e del Tusciano. Di queste due sottostazioni la comunicazione qui riassunta contiene una particolareggiata descrizione, corredata da molti disegni e fotografie che, naturalmente, conferiscono alla comunicazione una evidenza ben più grande di quanta ne può avere il presente riassunto, completamente sprovvisto di illustrazioni e in cui molti importanti particolari sono stati, per brevità, omessi. Segue, nella comunicazione, la descrizione, pure illustrata, della sottostazione di Poggioreale, che preesisteva, ma che fu fondamentalmente modificata.

*

La sottostazione di Frattamaggiore adempie al triplo scopo di trasformare da 150 e 60 kV l'energia del nuovo trasporto da Terni e dal Pescara, di smistare le varie linee a 60 kV facenti capo a tale sottostazione, di regolare la tensione sulle sbarre a 60 kV della sottostazione stessa.

Essa comprende una, in seguito due, linee arrivanti a 150 kV, capaci di portare ciascuna 60.000 kVA; due, in seguito quattro, trasformatori da 30.000 kVA con rapporto 150/60 kV; otto, in seguito dieci, terne a 60 kV arrivanti e dodici partenti, convoglianti complessivamente 200.000 kVA; tre sistemi di sbarre a 60 kV, di cui uno divisibile in due; un sistema di sbarre di prova; quattro sincroni a 9 kV, capaci ciascuno di una potenza capacitativa di 10.000 kVA e reattiva di 6000 kVA, con relativi trasformatori abbassatori da 10.000 kVA, 60/9 kV per la distribuzione nella regione limitrofa.

I concetti a cui sono ispirati il progetto e l'esecuzione della sottostazione di Frattamaggiore sono: elevato coefficiente di sicurezza, manovra meccanica rinviata di tutti i coltelli separatori; segregazione cellulare dei soli apparecchi contenenti olio; separazione mediante solai dei vari sistemi di sbarre; smaltimento e spegnimento di eventuale olio infiammato; raffreddamento ad aria di tutti i trasformatori; controllo centrale; visibilità e ispezionabilità di tutte le parti dell'impianto; discreto grado di eleganza e finitura.

La parte a 150 kV è molto semplice, comprendendo soltanto un interruttore in olio per la linea arrivante, della capacità di interruzione di 1.200.000 kVA; due altri analoghi interruttori per il primario dei trasformatori; quattro terne di separatori a rotazione, di cui una con lame di terra; un sistema di sbarre semplici e due trasformatori da 30.000 kVA, 150/60 kV, con radiatori raffreddati ad aria soffiata. Fu perciò indubbia la convenienza di installare questa parte all'aperto: i separatori e le connessioni sono portati, come di solito, da una intelaiatura in ferro a traliccio; i comandi meccanici dei separatori sono rinviati tutti sotto una piccola tettoia centrale; i comandi delle lame principali dei separatori della linea arrivante sono interbloccati tra di loro; le sbarre e connessioni sono in corda di rame vuota tipo Anaconda; i trasformatori e gli interruttori sono situati su fondazioni in cui sono praticate cavità chiuse da tramogge, atte a raccogliere l'olio che eventualmente sfuggisse; le luci di queste tramogge sono munite di griglie e reti tagliafuoco; i ventilatori soffianti per il raffreddamento dei trasformatori sono installati in piccoli ambienti sotterranei adiacenti alle fondazioni; i trasformatori ed interruttori possono, mediante un sistema di binari e di piattaforme girevoli, essere trasbordati in apposita grande officina di smontaggio.

La parte a 60 kV, molto più complessa, è invece al chiuso, in un grande fabbricato: al pianterreno vi sono i sincroni e i relativi trasformatori, la sala di manovra, la cabina di trasformazione per la distribuzione limitrofa; nel piano sovrastante, in un unico grande locale, vi è l'apparecchiatura a 60 kV, che comprende: entrate nel fabbricato costituite da speciali passanti Pyrex, sbarre di prova, sbarre principali, separatori per la commutazione delle linee sulle sbarre di prova o sui vari sistemi di sbarre principali, riduttori di tensione disposti a tre in stella, riduttori di corrente a doppio passante, interruttori in olio della capacità di interruzione di 400.000 kVA con camere di esplosione. Non vi sono parafulmini. L'isolatore portante usato per le sbarre, connessioni e coltelli ha un coefficiente di sicurezza alquanto maggiore dell'usuale, è alto 620 mm compreso cappa e base, ha quattro nervature e può essere provato a secco ad una tensione di 220 kV. I tre sistemi principali di sbarre sono sovrapposti, separati da solette in cemento armato. Le celle degli interruttori sono di costruzione speciale, con porte corazzate scorrevoli, vasca di raccolta dell'olio e rete tagliafuoco. I rinvii meccanici dei coltelli sono portati fin nel pianterreno in apposito corridoio centrale di manovra, sono muniti di contatti di segnalazione e commutazione e di lampadine che indicano lo stato di apertura e di chiusura degli interruttori in olio in serie ai coltelli.

I trasformatori da 10.000 kVA, 60/9 kV, per i sincroni sono al pari dei trasformatori più sopra descritti raffreddati ad aria soffiata; essi possono però funzionare anche a raffreddamento naturale ad una potenza metà di quella di pieno carico, quale del resto è erogata per buona parte del tempo dai sincroni. Le celle di questi trasformatori sono anch'esse munite di vasca di raccolta dell'olio e sono particolarmente studiate in rapporto alla buona ventilazione naturale. I sincroni sono del tipo chiuso autoventilato, avviabili come asincroni con tensione ridotta ottenibile da appositi autotrasformatori e sono muniti ciascuno di due eccitatrici, una principale e l'altra ausiliaria, controllate da regolatori Tirrill, le cui bobine di tensione sono alimentate dai trasformatori di tensione sulle sbarre a 60 kV. La sala sincroni è servita da gru elettrica a ponte scorrevole, progettata in modo da consentire la massima alzata col minimo ingombro in senso verticale; si è potuto così ridurre notevolmente l'altezza della sala stessa.

Speciale cura è stata dedicata alla possibilità della manovra e del controllo centrale: la sala di manovra comprende due banchi con strumenti a profilo piatto, di cui uno riguardante la parte a 150 e l'altro, semicircolare, quella a 60 kV, nonchè quattro quadri a pannelli, di cui due per i relais, uno per i Tirrill e l'altro per i servizi ausiliari, non-

chè infine un quadro schema che ha lo scopo di porre costantemente sotto l'occhio del manovratore in modo del tutto automatico lo schema delle connessioni di tutta la sottostazione, con l'indicazione del momentaneo stato di apertura e di chiusura di ciascun coltello e interruttore. Questa indicazione si ottiene mediante dispositivi elettromagnetici azionati dai contatti di segnalazione di cui sono muniti interruttori e coltelli. Comandi a distanza degli interruttori e lampadine di segnalazione sono a corrente continua a 220 volt, erogata da apposita batteria di accumulatori. Il quadro schema funziona invece a 110 volt, ottenuti da una presa mediana della batteria stessa, disposizione quest'ultima che risultò non del tutto consigliabile.

Completano la sottostazione le parti accessorie, quali l'impianto di prevenzione incendi, gli impianti telefonici a filo e a onde convogliate, l'officina con le macchine utensili, i trasformatori 9/0,22 kV per i servizi della sottostazione stessa, i serbatoi e filtri dell'olio.

Il fabbricato del volume di 60.000 m³ ha ossatura in cemento armato; le sue proporzioni e la sua disposizione sono state strettamente dettate dalle dimensioni, caratteristiche ed esigenze dei macchinari e apparecchi a cui il fabbricato deve dare ricetto, ma tuttavia ogni sforzo è stato fatto per conferire all'insieme un carattere organico ed omogeneo, consono alle buone regole dell'architettura. Nè si è creduto di rinunciare a un certo grado di rifinimento: lo zoccolo esterno è in pietra vesuviana con coronamento in calcare di Bellona (presso Capua); le soglie, gli stipiti e gli scalini sono in pietra di Trani; gli zoccoli interni di alcuni ambienti sono in marmo nero a lumachelle, i pavimenti in mattonelle di ceramica, le verniciature sono eseguite con la massima cura. Questi particolari giovano non tanto all'eleganza, quanto alla solidità e alla durata: è lecito sperare quindi che alla maggiore spesa iniziale corrisponda una minore spesa annua di manutenzione.

*

La centrale idroelettrica sul fiume Tusciano, costruita fin dal 1904, si prestava per ubicazione e per la discreta quantità di energia in essa prodotta e in essa convogliata dal Tanagro, a diventare uno dei centri del piano regolatore, e quindi in fregio, o per meglio dire in ampliamento alla centrale stessa fu costruita la sottostazione descritta nella comunicazione qui riassunta, che ha un'importanza analoga a quella della sottostazione di Frattamaggiore e adempie essa pure a tre scopi: trasformazione da 150 a 60 kV dell'energia proveniente dalla Sila, regolazione della tensione sulle sbarre a 60 kV, collegamento di queste sbarre al preesistente trasporto a 30 kV Tanagro-Tusciano-Torre attraverso trasformatori 60/30 kV.

Essa comprende: una, in seguito due, linee arrivanti a 150 kV, capaci di portare ciascuna 50.000 kVA; due, in seguito quattro, trasformatori da 24.000 kVA con rapporto 150/60 kV; due, in seguito quattro, linee partenti a 60 kV, ciascuna capace di portare 25.000 kVA; due sistemi di sbarre a 60 kV; due, in seguito quattro, sincroni capaci di una potenza capacitativa di 10.000 kVA e reattiva di 6000 kVA, con relativo trasformatore abbassatore da 10.000 kVA, 60/9 kV; uno, in seguito due, trasformatori di collegamento 60/30 kV, ciascuno della potenza di 12.000 kVA; sei, in seguito otto, linee arrivanti e partenti a 30 kV.

L'analogia delle caratteristiche delle varie parti della sottostazione Tusciano con quelle delle corrispondenti parti della sottostazione di Frattamaggiore, nonchè il poco tempo intercorso tra la costruzione delle due sottostazioni e l'applicazione dei medesimi concetti di progetto, hanno portato ad una grande somiglianza tra di esse. Naturalmente, nella sottostazione Tusciano si sono introdotti alcuni perfezionamenti dettati dall'esperienza della precedente sottostazione.

La parte a 150 kV all'esterno è del tutto simile a quella di Frattamaggiore: simili e similmente installati sono gli interruttori in olio, i riduttori di corrente, i riduttori di tensione, i trasformatori, questi ultimi ad aria soffiata non essendosi ritenuta idonea l'acqua di cui si dispone alla centrale Tusciano perchè troppo incrostante. I separatori sono con comando elettrico di apertura e chiusura anzichè con manovra meccanica rinviata come quelli di Frattamaggiore; le connessioni del quadro all'aperto, anzichè essere in rame vuoto, sono in corda di alluminio duro, La morsetteria per questa corda è stata particolarmente studiata, anche nell'intento di evitare corrosioni nei contatti tra alluminio e altri metalli.

Il pianterreno della parte al chiuso è occupato dai trasformatori 60/9 kV e da quello 60/30 kV; le celle di questi trasformatori sono costruite con le modalità già ricordate per Frattamaggiore nei riguardi della circolazione dell'aria e della raccolta dell'olio. Anche il sovrastante quadro a 60 kV è del tutto simile a quello di Frattamaggiore: identici sono gli interruttori e le loro celle, i riduttori di corrente sono del tipo a doppio passante, le entrate con isolatori in Pyrex; l'insieme dell'installazione è però più semplice, perchè i piani di sbarre sono due e non tre, perchè mancano le sbarre di prova, perchè non esiste il corridoio centrale a pianterreno con le manovre dei coltelli. Di fronte al quadro a 60 kV e disposto trasversalmente a questo, trovasi il quadro a 30 kV, progettato con notevole larghezza, con gli stessi criteri usati per la parte a 60 kV e con coefficiente di sicurezza nettamente maggiore dell'usuale. La tensione di prova di questa apparecchiatura è 130 kV, l'altezza dell'isolatore portante è di 440 mm.

La regolazione della tensione mediante sincroni è in tutto e per tutto simile per potenza di unità, per schema e per modalità costruttive a quella di Frattamaggiore; unica differenza: non vi è l'autotrasformatore di avviamento, poichè la tensione ridotta è derivata da apposite prese dei trasformatori principali.

Al piccolo banco di manovra preesistente nella centrale Tusciano è stata sostituita una sala di manovra, che contiene: due banchi per gli apparecchi e i comandi relativi alla preesistente centrale e alla nuova sottostazione; vari pannelli verticali per i relais, i registratori, i contatori, i regolatori Tirrill e per gli altri apparecchi e strumenti di meno frequente manovra e lettura; infine un quadro schema con indicatori elettromagnetici della posizione di apertura e chiusura degli interruttori e coltelli, del tutto simile a quello di Frattamaggiore. Comandi degli interruttori, segnalazioni e quadro schema sono alimentati da una batteria di accumulatori a 110 volt.

Il fabbricato è, come quello di Frattamaggiore, con ossatura di cemento armato e muratura di riempimento; la non troppo buona esposizione della centrale Tusciano suggerì di abolire gli intonaci, che avrebbero potuto facilmente deteriorarsi per l'umidità e per il gelo; di conseguenza la faccia vista del nuovo fabbricato fu fatta in mattoni e pietra artificiale e con lo stesso sistema fu pure decorata la preesistente centrale.

*

La sottostazione di Poggioreale in Napoli è di minore importanza nei confronti del complesso delle reti primarie della Società Meridionale di Elettricità, perchè semplice stazione ricevitrice e non di smistamento e di regolazione, ma è comuque notevole per la potenza e per la ricostruzione che se ne sta facendo.

Essa fu edificata nel 1912 per ricevere l'energia proveniente dall'impianto Pescara 2° Salto e comprendeva: due linee arrivanti a 80 kV; dodici trasformatori abbassatori monofasi da 2000 kVA, raggruppati tre a tre; undici partenze a 9 kV. Le sbarre primarie e secondarie erano ad anello; in più vi erano altre sbarre di smistamento delle linee partenti a 9 kV.

La disposizione della sottostazione costituiva un interessante esempio della reazione delineatasi negli anni successivi al 1910 contro il sistema cellulare; in essa i trasformatori, le sbarre primarie, le sbarre secondarie, quasi tutti gli apparecchi e persino i banchi di manovra erano concentrati in una unica galleria, somigliante ad un'usuale sala macchine.

La promiscuità degli apparecchi installati in questa galleria centrale, le conseguenze irrimediabili che lo scoppio di un trasformatore o di un interruttore avrebbe potuto portare, la scarsa capacità di interruzione degli interruttori primari e secondari costituivano da tempo motivo di preoccupazioni, a mala pena attenuate da successivi palliativi, finchè l'intervenuta messa in essere del piano regolatore, l'accorciamento del vecchio trasporto Pescara che fu limitato al Matese senza più farlo giungere sino a Napoli, l'installazione della sottostazione di Frattamaggiore e il collegamento diretto con cavi a 60 kV tra la sottostazione di Poggioreale e la centrale termica Maurizio Capuano, l'aumentato numero delle linee a 9 kV partenti, la necessità di passare prontamente l'alimentazione di Napoli dall'una all'altra sorgente di energia, portarono così radicali cambiamenti da rendere necessario un completo rimaneggiamento della sottostazione.

Questo rimaneggiamento consistette nella radicale modifica dello schema, nel cambiamento del rapporto dei trasformatori, nella sostituzione di tutti gli apparecchi e nella diversa disposizione dell'intero impianto. Alle due linee arrivanti a 80 kV furono sostituite otto linee arrivanti a 60 kV; alle sbarre ad 80 kV ad anello, sbarre doppie a 60 kV riunibili con congiuntore. Le sbarre ad anello e le sbarre di smistamento a 9 kV furono sostituite da un unico sistema di doppie sbarre; sezionabili ciascuna in quattro parti, munita ogni parte di congiuntore; le undici partenze a 9 kV aumentarono a quaranta. Furono aggiunte sbarre di prova e di trasposizione delle linee a 9 kV e fu tutto predisposto per portare la potenza della sottostazione a 48.000 kVA.

I trasformatori furono riavvolti per la tensione primaria di 60 kV e utilizzati senz'atro cambiamento, ma installati non più nella galleria centrale, bensì in celle, costruite appositamente sui due lati lunghi della galleria e simili a quelle delle sottostazioni precedentemente descritte.

La nuova apparecchiatura a 60 e a 9 kV è ancora nella galleria centrale; essa è installata in un'unica grandissima intelaiatura in ferro, però questa è munita di ripiani in eternite che permettono di accedere

ad uno qualunque dei sistemi di sbarre a 60 e a 9 kV, essendo gli altri in esercizio, con sicurezza non minore di quella conseguita a Frattamaggiore e al Tusciano. L'apparecchiatura a 60 kV ha le stesse caratteristiche di quella già descritta per Frattamaggiore e per il Tusciano; quella a 9 kV è del tipo normalmente usato per 25 kV con 65 kV di tensione di prova. L'isolatore portante, ad esempio, ha una altezza di 280 mm.

Particolare è la disposizione degli interruttori a 9 kV che sono del tipo cosiddetto a pavimento, ossia con coperchio foggiato a larga flangia e fissato al ripiano che costituisce il pavimento della cella; la cassa d'olio risulta così non più nella cella stessa, ma nel locale sottostante, dove non vi sono altri apparecchi e dove l'eventuale fuoruscita d'olio riuscirebbe inoffensiva. La capacità d'interruzione di questi interruttori, che hanno camere d'esplosione, è di ben 400.000 kVA.

A differenza di quanto praticato a Frattamaggiore ed al Tusciano, in cui i commutatori di comando e gli apparecchi di misura sono disposti su banchi mentre il quadro schema situato in alto, fuori di portata della mano, contiene gli indicatori elettromagnetici della posizione degli interruttori e dei coltelli, qui a Poggioreale si è potuto, per la minor complicazione, raggruppare apparecchi, comandi e schema su un medesimo quadro verticale. Non vi sono indicatori elettromagnetici della posizione degli interruttori, ma invece al loro posto vi sono i commutatori di comando con le usuali lampadine rosse e verdi; vi sono invece indicatori elettromagnetici della posizione dei coltelli che però non sono semplici come quelli degli impianti precedentemente descritti, ma con dispositivo ripetitore permettente di predisporre la manovra, segnalarne l'ordine mediante l'accensione di una lampadina presso il coltello e avere infine la riprova che la manovra è stata effettivamente e regolarmente eseguita. A differenza delle precedenti sottostazioni, si è qui adottata per le segnalazioni elettromagnetiche e per le lampadine corrente continua a soli 24 volt ricavata da convertitori e da una batteria di riserva ai medesimi. Questa batteria è del tutto indipendente da quella a 220 volt, che serve invece per il comando a distanza degli interruttori.

*

Le tre sottostazioni dianzi descritte sono costate complessivamente circa 30 milioni, cifra cospicua e che sta a ricordare quanto gravino nelle moderne grandi interconnessioni queste importantissime opere interposte tra centrali di produzione e reti di distribuzione.

Le opere di queste tre sottostazioni si svolsero negli anni 1929 e 1930; la ricostruzione di Poggioreale sta per essere ultimata.

La costruzione della sottostazione di Frattamaggiore ha richiesto una notevolissima organizzazione, a giudicare della quale basti pensare che in pochi mesi arrivarono alla stazione di Frattamaggiore per questo lavoro circa 2000 vagoni ferroviari, che il materiale trasportato a piè d'opera superò i 25 milioni di kg, che alcuni pezzi da trasportare pesarono oltre 100 tonn., che nell'impianto vi sono circa 210.000 m di connessioni ad alta, media e bassa tensione, che si dovettero essiccare e filtrare 240.000 litri d'olio, e via dicendo. Tuttavia, il lavoro riuscì relativamente facile, poichè la sottostazione è presso un importante centro abitato vicino a Napoli, in ottime condizioni di accessibilità, di fondazioni e di approvvigionamento: l'acqua, la pozzolana e il tufo furono trovati sul posto, la manodopera fu abbondante, i trasporti a piè d'opera agevoli.

Invece, nel lavoro della sottostazione del Tusciano, numerosi furono gli ostacoli: le abbondantissime infiltrazioni dell'acqua sorgiva nelle fondazioni, l'angustia della valle che obbligò a notevoli opere di sbancamento e di protezione contro le erosioni del fiume, la difficoltà dell'accesso e l'insufficienza della esistente strada, la necessità di fondere, per così dire, la nuova costruzione della sottostazione con la preesistente centrale, le esigenze di esercizio di questa centrale sono altrettante gravi difficoltà che si presentarono e che furono pazientemente vinte.

La sottostazione di Poggioreale alimenta quasi per intero la città di Napoli e il suo esercizio non può essere sospeso neppure per qualche minuto; di conseguenza, la ricostruzione della sottostazione stessa richiese forzatamente molto tempo, dovette procedere con grande circospezione ed essere fatta a porzioni, cosa questa facilitata dal grande sviluppo longitudinale della sottostazione e dall'essere le nuove sbarre divise in quattro sezioni.

Queste tre sottostazioni, al pari delle altre opere e delle linee facenti parte del piano regolatore, furono studiate e costruite a cura della Sezione Studi e Lavori della Società Meridionale di Elettricità, non senza i consigli forniti in ogni circostanza dalla Direzione tecnica dell'Esercizio della stessa Società. Le principali ditte italiane, elencate nella comunicazione, fornirono i macchinari e le apparecchiature e contribuirono alla riuscita, non solo con l'ausilio della loro esperienza e competenza, ma anche e specialmente con la preziosa e cordiale collaborazione di tutti i loro tecnici.

N. 17.

SU GLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA A CORRENTE COSTANTE.

B. Focaccia - D. Tolomeo.

Nella prima parte del lavoro è stato preso in esame un trasformatore auto-regolatore a corrente costante per studiare la distribuzione delle perdite, specie allo scopo di proporre un metodo di collaudo, analogo a quello indiretto, impiegato nelle prove dei trasformatori a tensione costante.

Non si è fatta nessuna particolare considerazione sulle perdite nel rame; si è ammesso anzi che fossero trascurabili le dissipazioni per correnti parassite, dato che il filo impiegato negli avvolgimenti difficilmente assume sezioni considerevoli.

Per esaminare le perdite nel ferro, si è prima di tutto eseguito uno studio sull'andamento dei flussi di induzione, i quali sono stati così classificati:

1) Flusso di *induzione longitudinale principale*, costituito da tutte le linee di induzione che, come a vuoto, corrono parallelamente al piano di laminazione;

2) Flusso di *induzione frontale*, costituito da tutte quelle linee di induzione disperse che escono frontalmente nel senso normale al piano di laminazione;

3) Flusso di *induzione longitudinale frontale*, costituito da tutte quelle linee di induzione che corrono parallelamente al piano di laminazione, ma derivano dal piegamento delle linee di induzione disperse frontali;

4) *Flusso di induzione trasversale*, costituito da tutte quelle di induzione disperse, che escono dai nuclei parallelamente al piano di laminazione, e completano il circuito magnetico attraverso lo spazio d'aria tra il nucleo centrale e quelli esterni.

Si è poi passato al calcolo delle perdite provocate da ognuno di questi flussi, eccetto che per il flusso di induzione trasversale, il quale non produce alcuna perdita nell'aria, mentre che la dissipazione prodotta nel ferro è stata conglobata con quella dipendente dal flusso longitudinale principale.

La perdita prodotta dal flusso longitudinale principale è stata attribuita solamente all'isteresi, dato che, generalmente, questi trasformatori sono costituiti con lamiere di ferro molto sottili. Indi determinata la distribuzione approssimata del flusso, in ogni condizione di carico, è stata data una formula per il calcolo delle perdite.

Questa formula, ulteriormente semplificata, appare di notevole interesse, dato che mediante l'impiego di essa e l'esecuzione di due prove, una a vuoto e l'altra in corto-circuito, è possibile calcolare le perdite dovute al flusso longitudinale principale in ogni condizione di carico.

Esaminato poi, sperimentalmente, l'andamento del flusso frontale nel pacco lamellare, sono state calcolate le formule che ne danno le perdite sia nel pacco lamellare stesso, che nelle eventuali piastre di serraggio frontali.

E' stata infine calcolata la dissipazione di energia dovuta al flusso longitudinale frontale, ammettendo, come per la perdita precedente, trascurabile la dissipazione di energia per isteresi.

Dall'esame delle formule calcolate e da un'applicazione numerica eseguita è risultato:

a) Che le perdite dovute al flusso longitudinale principale decrescono col decrescere del carico;

b) Che le perdite dovute al flusso frontale e longitudinale frontale decrescono col crescere del carico; presentando un massimo in corto circuito;

c) Che le dissipazioni di energia dovute ai flussi dispersi (frontale e longitudinale frontale) possono assumere valori notevoli, specie nelle eventuali piastre di serraggio;

d) Che le perdite totali variano con legge praticamente lineare, in funzione della distanza fra le bobine.

Fondandosi sui risultati precedenti, è stato proposto un metodo *semi-empirico* di separazione delle perdite, e un metodo *semi-indiretto*, di collaudo. Mediante l'impiego di quest'ultimo metodo è possibile conoscere, per ogni condizione di carico, rendimento e caduta di tensione del trasformatore, dopo avere eseguite solamente due prove, una in corto-circuito e l'altra in una qualunque condizione di carico.

*

Nella seconda parte del lavoro si esamina un circuito ad anello, alimentato a corrente costante alle estremità e con gli apparecchi utilizzatori disposti in serie, nel quale per effetto dell'ammettenza di linea si stabilisce una distribuzione dei potenziali contro la terra e delle correnti, variabili da punto a punto. Nel caso di elementi uniformemente distribuiti si ritrovano le relazioni che forniscono quelle

grandezze in funzione della distanza del punto considerato, da uno degli estremi. Le condizioni limiti per la trattazione analitica sono fornite dalla identità e costanza delle correnti alle due estremità del circuito, provvedendo a ciò il trasformatore a bobina secondaria mobile.

Si mostra come le tensioni contro la terra degli estremi siano eguali ed opposte e come sia nulla quella del punto medio. La corrente in quest'ultimo punto ha un valore massimo o minimo, a seconda delle caratteristiche della linea.

Si viene poi a considerare il caso che un punto del circuito si metta in contatto con la terra, in modo da spezzare virtualmente in due tronchi il circuito stesso. Si trovano così le espressioni della corrente di terra nel punto considerato, e quelle delle tensioni degli estremi. E' considerato il caso che il punto di messa a terra sia uno degli estremi.

Seguono alcuni esempi che dimostrano che, per normali valori delle caratteristiche di linea, gli errori che si commettono nel trascurare l'ammettenza e l'induttanza del cavo sono trascurabili. Si riscontrano anche valori di qualche ampere per la corrente di terra in uno degli estremi.

Da ultimo viene esaminato il caso che i circuiti delle lampade siano separati da quello principale a corrente costante, a mezzo di trasformatori serie. Si indica il metodo analitico per risolvere con rigore il caso più complicato, potendosi ottenere, per ogni trasformatore serie in circuito, una coppia di equazioni, tenendo conto dell'ammettenza dell'avvolgimento per stabilire la variazione della corrente e della sua impedenza per stabilire la variazione di potenziale contro la terra.

Si dimostra ancora come per una sufficiente approssimazione pratica, si può considerare la corrente costante lungo tutto il conduttore, in modo che le tensioni contro la terra dei vari punti del circuito possano ritenersi tutte in fase tra di loro.

In conseguenza, il circuito può considerarsi alla stregua di un solido lineare appoggiato agli estremi e sollecitato da un sistema di forze parallele, equivalenti alle tensioni (o potenze) assorbite dai singoli trasformatori serie ai morsetti primari. Ne risulta che le reazioni sugli appoggi equivalgono alle tensioni contro la terra dei punti estremi.

Deriva così un comodo sistema di misura per potere individuare, dalla lettura di quelle tensioni, la potenza e la distanza di un trasformatore serie, che, per qualunque ragione, venga a porsi fuori servizio. La misura serve anche alla ricerca di una messa a terra o di una interruzione nel circuito.

Sono indicate le cautele da usare nella misura, la sua approssimazione e i casi utili di impiego.

N. 18.

LA PROTEZIONE SELETTIVA DELLE RETI.

P. Colonna.

Il divulgarsi del consumo dell'energia elettrica ha avuto come conseguenza di estendere enormemente le reti di distribuzione, aumentandone i punti di alimentazione e l'ordine di grandezza delle potenze in giuoco. Il problema della loro protezione è andato acquistando sempre maggiore importanza ed i sistemi ideati per risolverlo hanno subito una continua evoluzione per rispondere alle esigenze che mano mano si andavano delineando.

Si può dire che lo scopo stesso si sia spostato in questi ultimi anni. Infatti mentre prima si pensava sopratutto a proteggere le macchine dagli eccessivi sovraccarichi e dai guasti, ora interessa principalmente di mantenere la rete in esercizio anche al verificarsi di guasti in alcuni punti di essa. Per ottenere ciò non è necessario impiegare delle macchine capaci di resistere a qualsiasi sovraccarico. Questa soluzione che a torto o a ragione si è soliti di attribuire agli Americani sarebbe da noi nella maggior parte dei casi da scartare perchè antieconomica. L'alimentazione multipla dei vari centri di consumo e la rapida e sicura eliminazione del tronco guasto è la soluzione più razionale del problema della distribuzione. Che la eliminazione dei guasti debba effettuarsi nel minor tempo possibile ce lo dimostrano gli effetti disastrosi che il permanere del corto-circuito ha sugli impianti, con la distruzione degli isolatori, dei conduttori e spesso delle macchine, e sull'esercizio con l'uscita di passo delle macchine e conseguente interruzione del servizio. E' poi evidente che quanto più la protezione sarà selettiva, capace cioè di selezionare il tronco guasto da quello sano, tanto più se ne avvantaggerà l'esercizio. Ora possiamo ben dire che di tutti i sistemi adoperati sin oggi su larga scala nessuno risponde alla duplice esigenza di rapidità e di selettività. Il sistema più largamente usato è quello dei relais a massima corrente a ritardo indipendente, semidipendente o dipendente dal valore della corrente. Finchè le linee di distribuzione avevano una configurazione a stella questo sistema poteva ancora dirsi selettivo: infatti di tutte le linee in partenza dalla centrale solo quella colpita dal corto-circuito viene messa fuori servizio. Ma se questa linea si compone di parecchi tronchi in serie per ottenere una selettività, per così dire, longitudinale, è necessario scalare i ritardi dei relais dando ad essi dei ritardi crescenti dalla periferia verso la centrale. Se i tronchi in serie sono parecchi, il relais alla partenza della linea, che è quello maggiormente ritardato, scatta dopo un tempo eccessivamente lungo per un corto-circuito in prossimità della centrale. Quando si considera che sono proprio i corto-circuiti più vicini alle centrali che sono i più violenti, perchè non limitati dalla impedenza della linea, si comprenderà la illogicità del procedimento.

Altro inconveniente dei relais a massima è quello di non permettere l'interruzione dei corto-circuiti le cui correnti siano inferiori al massimo sovraccarico che si vuole ammettere sulla linea. Ora a chi è pratico di reti di distribuzione è noto che, nei periodi di regime minimo, si possono avere corto-circuiti la cui correnti sono inferiori anche al valore del regime normale.

Questi guasti non eliminati e neanche avvertiti dal relais permarranno finchè il personale di servizio non se ne sia accorto ed avrà staccato la linea. Se poi la linea ha configurazione ad anello, occorre integrare l'azione del relais a massima con quella di un relais direzionale che in ogni centrale o sottostazione permetta l'apertura da parte dei relais soltanto di quegli interruttori attraverso i quali la energia affluisce al guasto. Ma sarebbe facile mostrare che anche con l'impiego di relais direzionali una giusta selezione è impossibile nel caso molto comune di una rete ad alimentazione multipla o costituita di più linee in parallelo.

I sistemi di protezione differenziale delle linee di trasporto presentano un certo interesse solo in alcuni casi speciali. Di questi i più importanti sono quelli destinati alla protezione di una linea sola mediante il paragone della corrente al principio ed alla fine di essa, e quelli che, mediante il paragone della corrente tra le varie linee in parallelo in partenza da una centrale, selezionano tra di esse la linea nella quale è avvenuto il guasto. Il primo di questi sistemi è applicabile solo al caso di linee molto brevi, dato che è necessario stendere tra le due estremità dei fili piloti. Questi sono per lo più costituiti da cavetti, che, innanzi tutto, rappresentano una non lieve spesa d'impianto ed inoltre danno luogo con la loro capacità ad inconvenienti eliminabili con dispositivi ancora più costosi.

Il secondo sistema presenta l'inconveniente di una notevole insensibilità per i guasti che avvengono in prossimità degli estremi della linea. Meritano un accenno anche alcuni dispositivi di protezione adottati in Francia, notevoli più per la genialità del principio sul quale si basano che per la divulgazione del loro impiego. Intendo parlare dei relais reagenti alle componenti simmetriche delle correnti di corto-circuito. Se si ammette che ogni corto-circuito, almeno nei primi istanti, costituisce un carico asimmetrico, si potranno costruire dei relais del tipo a massima corrente ma influenzati solo dalla componente inversa o da quella monofase della corrente.

Questi relais potranno costruirsi sensibili alle minime correnti di cortocircuito, poichè in regime normale anche con il maggior sovraccarico, sempre che questo sia equilibrato, le componenti inverse e monofasi della corrente sono nulle.

Il primo passo verso una selezione in funzione della distanza è stato fatto dal relais a caduta di tensione della casa Voigt e Häffner. In questo relais il ritardo si stabilisce volta per volta in base alla caduta di tensione nel tratto di linea che lo separa dal corto-circuito.

L'inconveniente principale di questo relais è che con corto-circuiti molto intensi i ritardi assumono valori intollerabili, poichè la caduta di tensione dipende dal valore della corrente.

Una esatta selezione in funzione della distanza può soltanto ottenersi prendendo come unità di misura per essa una grandezza assolutamente invariabile, sia rispetto alla corrente che alla tensione. A parte la sensibilità dell'organo misuratore, si potrebbe prendere indifferentemente l'impedenza, la reattanza o la resistenza del circuito formato da due conduttori tra i quali si è determinato il guasto. In realtà nelle linee aeree la resistenza degli archi potrebbe essere causa di notevoli errori nella selezione. Da esatte misure effettuate in una rete a 110 kV è risultato che la resistenza di un arco di 150 amp. sale rapidamente fino a parecchie centinaia di Ohm. Si è perciò soliti fare uso per le linee aeree di relais a reattanza. Nel caso di cavi invece gli archi hanno una resistenza ridottissima, d'altra parte la resistenza di un cavo ha un valore molto inferiore alla sua reattanza. Per queste ragioni per proteggere le reti di cavi si fa uso di relais a resistenza.

Sia in un caso che nell'altro se l'apparato misuratore è in grado di fissare in base alla distanza misurata il ritardo tra l'istante nel quale il corto-circuito è stato avvertito e quello nel quale scatterà l'interruttore si avrà ottenuto un sistema di protezione:

rapido: perchè i ritardi vengono volta per volta scalati a partire

non da un punto fisso della rete ma dal punto stesso in cui è avvenuto il guasto e quindi il tempo dopo il quale scatteranno gli interruttori di estremità del tronco guasto è minimo (inferiore a 2'');

selettivo: perchè il relais dei tronchi adiacenti avranno misurato una distanza maggiore e saranno quindi maggiormente ritardati. Una volta eliminato il tronco guasto l'impedenza misurata dagli altri relais torna ad essere normale ed essi riprendono la loro posizione iniziale.

indipendente dalla potenza delle macchine in servizio: consideriamo infatti una linea ad alta tensione i cui trasformatori di corrente riducono la intensità primaria a 5 Amp., e i cui riduttori di tensione riducono la tensione a 110 volt.

Supponiamo che i riduttori siano stati commisurati al regime normale. Ciò vuol dire che in corrispondenza di questo carico l'impedenza dell'anello formato da due fasi qualsiasi è di 110/5 = 22 ohm. Con un sovraccarico del 100% questo rapporto si riduce evidentemente a 11 ohm. Per evidenti ragioni di economia la caduta di tensione nella linea in corrispondenza del carico normale non sarà superiore al 20 %, ciò vuol dire che se un corto-circuito si determina all'estremità della linea e la potenza delle macchine in servizio è talmente ridotta da dar luogo soltanto ad una corrente uguale alla corrente normale, il relais sarà percorso da una corrente pari a quella normale mentre la tensione ad esso applicata è ridotta al 20 %. Il relais misurerà quindi una impedenza di 5 ohm. Un relais quindi che interviene quando l'impedenza scende al disotto di 7-8 ohm sarà ancora in grado di distinguere un corto-circuito con corrente inferiore al valore normale, da un sovraccarico superiore al 100 %.

Queste in breve le caratteristiche ed i vantaggi della protezione selettiva, che costituisce indubbiamente il progresso più importante realizzato in questi ultimi anni in materia di protezione.

I dettagli costruttivi dei relais ideati dalle diverse case costruttrici non saranno qui nè descritti, nè discussi, lo scopo che ci siamo prefisso essendo solo quello di richiamare l'attenzione dei tecnici Italiani sopra questo geniale sistema di protezione, che benchè poco conosciuto da noi, è da parecchi anni con pieno successo impiegato all'estero.

N. 21.

LE STAZIONI DI TRASFORMAZIONE PER LA CARICA DEGLI ACCUMULATORI ADIBITI AD USO DI ILLUMINAZIONE ELETTRICA DELLE VETTURE FERROVIARIE .. .. ..

G. O. Abbo.

La memoria illustra brevemente i dispositivi usati dall'Amministrazione delle Ferrovie Statali Italiane nelle proprie officine di carica accumulatori per la illuminazione elettrica delle carrozze per trasformare in continua la corrente alternata disponibile nelle reti stradali di distribuzione.

Tali dispositivi sono:

gruppo convertitore motore-dinamo, sia con motore ordinario che con motore autocompensato;

convertitrice (motore e dinamo costituenti una macchina unica);

convertitore a vapore di mercurio, tipo Cooper-Hewitt;

convertire a vapore di mercurio, tipo A. E. G.;

convertitore tipo «Corbino» a getti rotanti di mercurio;

«trasformatore commutante» Brevetto Urbinati;

«raddrizzatore rotante di corrente» brevetto Gozzano-Scaini S. A.

I vari dispositivi sono illustrati da schemi o da riproduzioni fotografiche.

Accennato sommariamente alle principali caratteristiche di ogni sistema, viene fatto un breve confronto da cui risulta che il dispositivo preferibile nella maggior parte dei casi è il convertitore rotante motore-dinamo.

N. 27.

LE STAZIONI DI CONVERSIONE A CORRENTE CONTINUA PER LA TRAZIONE FERROVIARIA

E. Virgili.

Continuità ed elasticità di erogazione sono le due esigenze fondamentali alle quali debbono soddisfare le stazioni alimentanti la conduttura di contatto di una linea elettrificata. Ad esse è da subordinare la concezione dell'impianto e nel conciliare queste esigenze con il problema economico sta la finalità cui mira il progresso tecnico.

Dopo aver rilevato che nell'assegnare la posizione delle stazioni di conversione intervengono anche altri criteri oltre gli elettrici, la relazione dà, sotto forma di considerazioni generali, un cenno delle questioni tecniche che si connettono alle singole parti che costituiscono questo particolare genere di impianti.

Per quanto concerne la parte a corrente alternata le stazioni ferroviarie di conversione sono sostanzialmente come le ordinarie di trasformazione per distribuzione di energia; viene rilevato che la tendenza odierna si va orientando verso la disposizione all'aperto dei trasformatori e di tutta l'alta tensione a corrente alternata.

Per il macchinario rotante di conversione, dopo aver ricordati i limiti di tensione che oggidì si sono raggiunti per le commutatrici, viene accennato con qualche dettaglio ai motori generatori ed alle soluzioni che essi hanno ricevute, per soddisfare alle numerose condizioni che si prescrivono nel caso di un impianto di trazione, in particolare per assicurare un buon fattore di potenza nella marcia del motore sincrono, sia come motore che come alternatore (ricupero).

Per i raddrizzatori vengono descritte le modalità adottate dalle principali Case costruttrici per le parti essenziali e gli organi più importanti di essi: anodi, giunti per la tenuta del vuoto, sistemi di pompe per il vuoto e misura di esso, dispositivi di accensione ed eccitazione, raffreddamento. Sui sistemi di pompe e sui dispositivi di accensione ed eccitazione si scende a qualche particolare data la relativa novità che presentano.

Viene rilevata la importanza che hanno gli interruttori estrarapidi nel funzionamento delle stazioni di conversione e si fa breve cenno dei tipi più usati, riservando ad un'appendice la descrizione di dettaglio del più noto di essi. Qualche notizia sommaria è anche data sul come si impiegano gli estrarapidi nella protezione di gruppi motori-generatori e di raddrizzatori. Le considerazioni generali si chiudono con un cenno ai filtri impiegati nelle stazioni con raddrizzatori.

La prima parte della relazione si completa con la descrizione sommaria di tre stazioni di conversione costruite dalle Ferrovie dello Stato: una stazione con commutatrici, una stazione con motori generatori ed una stazione con raddrizzatori.

La seconda parte è dedicata alle stazioni mobili con raddrizzatori che vengono brevemente descritte riferendosi a quelle che convertono corrente trifase 60 kV in corrente continua, 3 kV, della potenza di 2000 kW. Qualche considerazione sull'utilità e l'impiego di queste stazioni inizia e completa la descrizione fatta.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sulla teoria dei trasformatori a tre avvolgimenti.

Riceviamo:

Nel pregevole articolo dell'Ing. Correggiari «Sul calcolo delle variazioni di tensione nei trasformatori a tre avvolgimenti» apparso nel numero 15-25 agosto è fatto cenno alle formule seguenti che ho avuto occasione di usare da alcuni anni nel collaudo dei trasformatori a tre avvolgimenti:

$$\begin{cases} V_{12} = R_1 I_1 + j X_{12} I_1 - R_2 I_2. \\ V_{1-3} = R_1 I_1 + j X_{12} I_1 - j X_{23} I_3 - R_3 I_3 \end{cases}$$

dalle quali, trascurando la resistenza ohmica nei confronti delle preponderanti reattanze e omettendo il fattore j, si ricava appunto:

$$\begin{cases} V_{12} = X_{12} I_1 \\ V_{13} = X_{12} I_1 - X_{23} I_3. \end{cases}$$

Confermo che dette formule, come giustamente nota l'Ing. Correggiari, valgono solo per trasformatori ad avvolgimenti concentrici *quali sono appunto quelli di cui ho avuto occasione di occuparmi e per i quali il valore della reattanza X_2 dell'avvolgimento intermedio determinata col metodo americano (Ing. Cerretelli):*

$$X_2 = \frac{X_{23} - X_{13} + X_{12}}{2}$$

è sempre trascurabile.

Tutto ciò non si verifica per i trasformatori ad avvolgimenti sovrapposti. Le semplici formule a cui pervenni a suo tempo si deducono direttamente e cioè senza passaggi matematici intermedi *dalla considerazione fisica del concatenamento con i singoli avvolgimenti dei flussi di dispersione* risultanti *e del cui andamento mi accertai con ricerche sperimentali effettuate specialmente nelle Officine Ernesto Breda di Sesto San Giovanni.*

Lo stesso sistema di ragionamento ritengo sia valevole anche per trasformatori concentrici a più di tre avvolgimenti e a tale scopo spero

tra breve di compiere esperienze pratiche conclusive e di riferirne ne L'Elettrotecnica.

In un punto però non sono d'accordo con l'Ing. Correggiari e cioè nella sua affermazione conclusionale che le citate formule valgono solo quando il secondario è intermedio.

Per mio conto le denominazioni di primario, secondario e terziario non hanno nessuna importanza nella impostazione delle formule in questione nelle quali con l'indice 2 ho inteso indicare le grandezze relative all'avvolgimento intermedio e con gli indici 1 e 3 quelle relative agli avvolgimenti laterali indipendentemente dalla loro posizione di esterni o interni.

In ogni caso se seguendo la consuetudine volessimo indicare come primario l'avvolgimento nel quale entra l'energia attiva, come secondario quello dal quale esce e con terziario quello sul quale è inserito un rifasatore posso affermare che le formule semplificate da me usate valgono qualunque sia la posizione relativa dei tre avvolgimenti primario, secondario e terziario purchè il trasformatore sia del tipo concentrico.

L'errore che si commette trascurando X_2 è tanto più piccolo in senso relativo quanto più piccolo è lo spessore radiale dell'avvolgimento intermedio nei confronti delle distanze pure radiali tra gli avvolgimenti laterali e quello intermedio. Ciò spiega perchè nei trasformatori a tre avvolgimenti concentrici ad alta e altissima tensione le formule semplificate da me usate possano adottarsi ben sicuri di non commettere errori apprezzabili.

Con la massima osservanza.

Torino, 31 agosto 1931. GINO CRIVELLARI.

*

Leggo nel n. 23-24 *de* L'Elettrotecnica *del* 25 *agosto un articolo dell'Ing. Correggiari nel quale si esprimono alcune considerazioni a proposito di un mio scritto apparso nel Giornale il* 15 *ottobre* 1930.

L'Ing. Correggiari, pretende di sottoporre a severo esame in un capitolo da lui intitolato «Procedimento Cerretelli» una forma semplice da me a suo tempo seguita per giungere alle formule di uso ormai quasi generale sui trasformatori a tre circuiti.

Animato dal più diligente zelo sorpassa lo scopo, attribuendomi affermazioni che evidentemente non ho espresso e che quindi non potevo giustificare. Infatti il Correggiari confondendo i valori delle induttanze e delle mutue induzioni a vuoto con gli analoghi valori che si ottengono facendo riferimento a correnti di carico, è obbligato per farmi giungere bontà sua comunque al vero, ad attribuirmi arbitrarie manipolazioni di simboli e di significati fisici.

O il Correggiari non ha letto bene il mio articolo, oppure convinto di poter segnare la via corretta a chi, come anche modestamente il sottoscritto, deve occuparsi di problemi del genere, ha finito per confondersi laddove tutto era già perfettamente chiaro.

Come appare dal testo del mio lavoro, che peraltro non ha avuto nemmeno nel titolo la pretesa di essere una novità sulla teoria dei trasformatori a tre circuiti, l'applicazione della classica formula del flusso disperso ai suddetti apparecchi vale con riferimento alle correnti di carico interpretando i simboli opportunamente. E' evidente perciò che io non ho creato, nè lo potevo, eguaglianze fra flusso di dispersione di due avvolgimenti di cui uno in corto circuito ed induttanza di un avvolgimento semplicemente eccitato, nè fra mutua induzione di due avvolgimenti dovuta alla corrente di carico che si manifesta su un terzo e mutua induzione a vuoto nel senso comune.

In altre parole il Correggiari mi fa dire che all'induttanza a vuoto di un avvolgimento si può sostituire il flusso disperso fra quello ed un secondo, ed ancora che l'induttanza risultante associata ad un ramo della stella equivalente di un trasformatore a tre circuiti è uguale alla mutua induzione fra gli altri due avvolgimenti a vuoto. Questo egli fa per trovare una giustificazione che spieghi le ragioni per le quali sono tuttavia giunto al vero osservando ancora, persistendo nell'errore, che io sono pervenuto all'esatto risultato soltanto perchè esso mi era noto in precedenza.

Il Correggiari fra l'altro fa notare che

$$L_3 = l_3 - m_{13} + m_{12} - m_{23}.$$

Con ciò egli non scopre nulla di nuovo perchè questo risultato si ottiene in modo elementare dalla formula (3) *che qui riporto trascrivendola dal mio articolo, dopo aver sostituito (vedi appresso perchè) L_3 a m_{12}.*

$$L_3 = \frac{l_{13} + l_{23} - l_{12}}{2}.$$

Basta sostituire ai termini del numeratore, ordinatamente i seguenti valori:

$$l_1 + l_3 - 2\,m_{13} \text{ per } l_{13}$$
$$l_2 + l_3 - 2\,m_{23} \text{ » } l_{23}$$
$$l_1 + l_2 - 2\,m_{12} \text{ » } l_{12}$$

Si ottiene:

$$L_3 = \frac{l_1 + l_3 - 2\,m_{13} + l_2 + l_3 - 2\,m_{23} - l_1 - l_2 + 2\,m_{12}}{2} =$$
$$= \frac{2\,l_3 - 2\,m_{13} - 2\,m_{23} + 2\,m_{12}}{2} =$$
$$= l_3 - m_{13} - m_{23} + m_{12}.$$

Questa espressione dà L_3 in funzione di quantità (induttanza e mutue induzioni) che si suppongono ricavate facendo riferimento a correnti il cui comportamento sul nucleo è di natura esclusivamente magnetizzante, mentre i termini della (3) e simili sono ricavati sulla base di correnti di carico determinate dalla presenza di un avvolgimento in corto circuito come è stato detto impostando il problema.

In altri termini il Correggiari attribuisce arbitrariamente all'm_{12} (L_3) della formula (3) lo stesso valore e significato dell'm_{12} che compare nella formula generale (1) del mio scritto. Altrettanto dicasi degli l_{13} ed l_{23} che il Correggiari, sempre errando, identifica con gli l_1 ed l_2 della (1) citata. Fra l'm_{12} della (1) e l'm_{12} (L_3) della (3) passa press'a poco la stessa differenza come fra due induttanze di cui una a vuoto e l'altra in corto circuito.

Così stando le cose, non vi sono nè inammissibilità, nè falsità, nè infondatezze di sorta nel mio lavoro. Esso è esatto e solo basta riflettere appena diligentemente per vedere che si tratta di cose semplici, spiegabili senza che sia necessario di ricorrere a teorie più o meno laboriose.

Capisco come la Redazione non possa entrare in merito alle questioni tecniche sollevate dai vari Autori, nè sempre riesca a pretendere da questi forme serene di esposizione; perciò non aggiungo commenti alla nota con la quale l'articolo, che dovrebbe mostrare a chi non ne ha bisogno meravigliose vie maestre già conosciute, è stato presentato.

Milano, 2 *settembre* 1931. B. CERRETELLI.

*

L'Ing. Correggiari così risponde:

Non era mia intenzione di limitare più del necessario il campo di applicazione delle formule Crivellari, ma semplicemente di rilevare, come lo stesso Crivellari conferma, che esse valgono solo nel caso di avvolgimenti concentrici e quando l'avvolgimento contrassegnato con l'indice 2 sia intermedio: il termine «secondario» *è da me usato, nelle conclusioni riassuntive, come sinonimo di* «avvolgimento contrassegnato con l'indice 2»: *convengo che sarebbe stato preferibile non usarlo in tal senso, data la consuetudine di attribuirgli un significato funzionale. Spero che l'Ing. Crivellari, accettando questo chiarimento, si troverà d'accordo con le mie conclusioni anche per la parte formale: a mia volta vorrei esprimere il desiderio che, per evitare un uso non corretto delle sue formule, la sua affermazione, che* le formule semplificate valgono qualunque sia la posizione relativa degli avvolgimenti, *venga completata ricordando che* l'indice 2 va attribuito all'avvolgimento intermedio.

*

Mi spiace assai che le mie considerazioni relative all'articolo del collega Cerretelli lo abbiano urtato, così da indurlo ad una risposta non completamente serena: desidero anzi dichiarargli che non ho mai dubitato che egli non possieda chiare le nozioni delle grandezze e dei fenomeni fisici di cui ci occupiamo, e che gradirei un uguale giudizio da parte sua nei miei riguardi.

Ho quindi capito perfettamente quando nel suo articolo egli intendeva parlare di coefficienti di induzione (nel senso classico) relativi a quello che noi tecnici chiamiamo funzionamento a vuoto, e quando invece intendeva riferirsi agli analoghi coefficienti (di dispersione) relativi al funzionamento in corto circuito.

Il mio esame critico non si rivolge dunque alla sostanza, bensì all'uso promiscuo che il Cerretelli fa del simbolo m (e che ripete nella attuale lettera alla Redazione) per rappresentare grandezze dell'una e dell'altra categoria, ed al ragionamento che egli espone per giustificare l'uguaglianza: $L_3 = m_{12}$.

Aggiungerò, senza la minima intenzione di prolungare la polemica, che la dimostrazione della $L_3 = l_3 - m_{31} + m_{12} - m_{23}$, come viene effettuata dal Cerretelli nella sua lettera, è esattamente quella da me suggerita nell'ultimo periodo del capitoletto in questione.

F. CORREGGIARI.

*

Poichè l'Ing. Cerretelli muove appunti anche alla nota di Redazione con cui fu presentato l'articolo dell'Ing. Correggiari, ci sia consentito aggiungere qui poche parole.

Chi vive nell'insegnamento sa di quanto danno risultino la imprecisione delle premesse, delle definizioni e dei simboli così frequenti negli scritti tecnici. Se fra tecnici che lavorano nello stesso campo l'intesa è sempre facile perchè chi legge sa attribuire ai vari simboli ed alle varie locuzioni il loro esatto significato, chi studia o affronta per la prima volta un determinato argomento può essere completamente disorientato da una posizione poco precisa o da un simbolo che, in uno stesso scritto, indica successivamente due cose diverse.

Ora noi abbiamo riconosciuto all'Ing. Correggiari il merito di aver «messo un po' d'ordine nella complessa materia esaminando i varî procedimenti al lume dei principî e delle teorie fondamentali... ». Basterebbe la tabella comparativa pubblicata a pag. 553 per giustificare il nostro riconoscimento.

Quanto alla «via maestra» che è dispiaciuta all'Ing. Cerretelli nè noi abbiamo detto, nè l'Ing. Correggiari ha mai scritto o pensato di averla trovata lui: dalle note del suo lavoro risultano chiaramente i lavori anteriori su cui egli si è basato. D'altronde il nostro concetto ci pare risulti abbastanza chiaramente da tutto l'insieme della Nota

di Redazione incriminata e soprattutto dal paragone fatto col problema del calcolo elettrico delle linee. Pensiamo infatti che nessuno dei molti valentuomini che hanno studiato il problema e proposto metodi più o meno ingegnosi ed approssimati per risolverlo, debba sentirsi menomato per il fatto che oggi si insegni nelle scuole la « via maestra »; si insegni cioè, come partendo da equazioni differenziali arcinote si possa giungere semplicemente ad una soluzione generale e rigorosa del problema che comprende, come casi particolari, tutte le altre via via proposte. (*N. d. R.*).

*

Al momento di andare in macchina ci è giunta una nuova nota tecnica dell'Ing. Cerretelli sull'argomento. La pubblicheremo nel prossimo numero. (*N. d. R.*).

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

La costruzione degli interruttori in olio. (The Elec., 17 ottobre 1930, p. 464).

La studio dei fenomeni della formazione dell'arco e dell'onda interna di pressione che si produce conducono alla conclusione che la cassa di un interruttore in olio deve essere considerata come un elemento di caldaia a fondo fisso (la forma teorica sarebbe quindi una sfera). L'articolo esamina il processo di estinzione dell'arco relativamente alla velocità di separazione dei contatti, che dovrebbe assumere un valore conveniente in funzione della tensione e della frequenza. Studia poi la natura del gas dell'arco e l'azione del ristabilirsi della tensione di adescamento sulla quale azione influiscono il fattore di potenza del fenomeno transitorio di corto circuito e il punto della curva di tensione in cui questo si produce mentre ciascuna interruzione dell'arco ha un suo effetto sulla velocità di ricostruzione della tensione di riadescamento. Sono infine citati i risultati di prove di corto circuito con interruttori a cassa cilindrica. *G. Cc.*

APPLICAZIONI VARIE.

H. C. Drake — **Ricerca delle fessurazioni interne nelle rotaie.** (Elec. Eng., febbraio 1931, da pag. 122 a pag. 124 con 7 fig.).

Per lungo tempo si è considerato impossibile riconoscere le rotaie affette da fessurazioni interne non apparenti alla superficie finchè non si ricorse a metodi elettrici. L'A. descrive gli speciali carri-laboratorio studiati e costruiti a questo scopo per conto della Amer. Railway Eng. Ass. e messi in servizio per la prima volta alla fine del 1928. Il carro, munito di motore proprio in modo da poter circolare in modo autonomo sulle linee, è equipaggiato con generatore di corrente continua, a due collettori, da 6000 A a 2 V, azionato da un motore a combustione interna. La corrente alla tensione di 2 volt viene addotta a quattro gruppi di spazzole, due a ciascun lato del carro e composti ciascuno da 8 spazzole di bronzo fosforoso montate su uno speciale supporto mobile che permette di farle appoggiare sulle rotaie durante la marcia. I due gruppi su una medesima rotaia sono distanziati di circa un metro fra loro; ogni difetto interno della rotaia si traduce in una disuniforme distribuzione della corrente, quindi in una alterazione di flusso che viene rivelata da una speciale bobina esploratrice che si fa scorrere sulla rotaia fra un gruppo e l'altro di spazzole; la forza elettromotrice che si genera nella bobina, opportunamente amplificata aziona l'apparecchio registratore.

L'intensità di corrente usata per sciascuna rotaia varia fra 2000 e 3000 A a seconda del peso della rotaia. Gli istrumenti sono disposti in modo da dare una registrazione separata, per ciascuna rotaia, dei giunti e rispettivamente delle fessurazioni di piccola, media e grande importanza. Segnalato il difetto, si ferma il carro e si procede ad una nuova verifica più accurata, con una corrente di 1500 A e misurando con un galvanometro le cadute di tensione da cui si può dedurre con molta approssimazione la dimensione di ogni eventuale fessura trasversale esistente nel corpo della rotaia; questa seconda prova richiede da 2 a 3 minuti di tempo.

Vi sono attualmente in servizio dieci di tali carri-laboratorio che si sono dimostrati molto utili; la velocità media di avanzamento in servizio di esplorazione è di circa dieci chilometri all'ora. *R. S. N.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

W. D. Coolidge — **Lo sviluppo dei moderni apparecchi per la produzione dei raggi X.** (Gen. Elec. Rev., dicembre 1930, pag. 723 a 726, con 6 fig.).

Secondo il sistema inventato da Kearsley si può alimentare il tubo a raggi X direttamente dalla rete corrente alternata industriale. Tale metodo consiste nel disporre una valvola raddrizzatrice per altissima tensione, Kenotron, sul primario del trasformatore, che eccita l'ampolla a raggi X. Tale Kenotron fa indurre sul secondario delle pulsazioni di corrente, le quali permettono di alimentare l'ampolla nelle condizioni più convenienti per la sua più lunga durata e per la sua migliore efficacia di azione; senonchè, per forti potenziali acceleratori nelle ampolle, è necessario ricorrere ancora alla bobina di induzione.

L'A. descrive una di tali bobine, la quale alimenta un tubo plurimo per raggi X, per il quale la tensione acceleratrice è di 900 kV. In questa bobina, fra primario e secondario si ha un forte spessore di olio; di più, essendo l'estremità del secondario la massa, vi sono degli opportuni rompi-arco. Il ritorno alla bobina d'induzione, per queste alte tensioni, non significa un ritorno al passato. Infatti, per tali valori di tensione, la corrente assorbita è molto piccola, sicchè tali condizioni sono le più vantaggiose per queste bobine; e invero la tensione utile prodotta ha un valore sempre maggiore di quella inversa.

L'A. pronostica che per lavori medicali dovranno essere standardizzati i tipi, nei quali tutti i circuiti ad alta tensione ed i loro organi sono immersi, insieme all'ampolla, in un recipiente collegato a massa e contenente dell'olio. D'altra parte l'invenzione di Kearsley permette di mantenere in limiti ristretti il recipiente per il fatto che la capacità viene aumentata di parecchio per la riduzione ottenuta in tale modo della tensione inversa applicata sull'ampolla dei raggi X. Un altro punto importante, specialmente per quanto riguarda la radiografia d'alta velocità, è costituita dai due dispositivi a tempo pure inventati dal Kearsley. Uno di questi è completamente elettrico ed utilizza una valvola thyratron. Il secondo, invece, è un interruttore comandato da un motore sincrono a funzionamento intermittente (precisamente durante il tempo di azione dell'ampolla). Mediante questi dispositivi a tempo si ottiene l'interruzione del circuito primario proprio nell'istante di onda di tensione nulla; in tal modo si ottengono le condizioni più favorevoli per il funzionamento. *C. G. E.* (*)

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

R. B. Brown, Jr. — **La pratica corrente nell'illuminazione industriale.** (Transactions of the Illuminating Engineering Society, ottobre 1930, pag. 716).

Questa relazione, presentata alla *Illuminating Engineering Society,* contiene una serie di dati statistici e di interessanti informazioni che danno un'idea delle tendenze moderne nella pratica della illuminazione industriale negli Stati Uniti.

Si rileva, fra l'altro:

1) che il riflettore più venduto è il tipo R.L.M. per 150 watt.

2) che il riflettore più raccomandato è il tipo R.L.M. per 200 watt.

3) si nota una tendenza decisa verso l'impiego di unità di più forte potenza in tutti i tipi di apparecchi.

4) si nota un impiego sempre crescente degli apparecchi « Hi Bay ».

5) incontrano sempre maggior favore gli apparecchi rifletto-diffusori.

6) le lampade a vapore di mercurio vengono utilizzate in certe applicazioni speciali.

L'A. cita, inoltre, alcuni fatti particolarmente interessanti che mostrano la variazione di produzione avvenuta in alcuni stabilimenti, in seguito a modifiche fatte nell'impianto d'illuminazione relativo. Infine si accenna agli ulteriori sviluppi nella pratica della illuminazione industriale connessi con l'uso delle sorgenti artificiali di radiazione ultraviolette. *G. Co.*

IMPIANTI.

C. T. Weller — **Fenomeni di saturazione nei trasformatori.** (Elec. Eng., febbraio 1931, da pag. 106 a pag. 109 con 7 fig.).

L'A. riferisce su alcuni fenomeni riscontrati in due impianti nei quali si avevano dei trasformatori a stella con neutro a terra, connessi a una rete trifase che non aveva invece neutro a terra; uno degli impianti funzionava a 12 kV e 60 periodi, l'altro a 110 kV e 25 periodi. I fenomeni in questione si manifestavano talvolta quando si inserivano in circuito i trasformatori chiudendo l'interruttore in olio.

Una prima categoria di fenomeni si manifestava, sul diagramma vettoriale delle tensioni, come uno spostamento del neutro dalla sua posizione normale nel baricentro del triangolo, verso uno dei vertici di esso, talvolta fino ad uscire dal triangolo; in due dei tre trasformatori monofasi appariva quindi una tensione dell'ordine di quella fra i fili di linea anzichè fra linea e neutro, e nel terzo trasformatore compariva una tensione limitata ma fortemente distorta nella sua forma di onda.

Un secondo ordine di fenomeni poteva essere rappresentato sul diagramma vettoriale mediante una rotazione (di frequenza doppia) del neutro esternamente al triangolo delle tensioni su una circonferenza con centro sul suo baricentro. Si manifestavano nei trasformatori onde di tensione molto deformate di valore massimo pari a circa 2,7 volte la tensione normale, e onde di corrente con forti cuspidi. In altri casi il neutro compieva una rotazione, a frequenza metà, nell'interno del triangolo delle tensioni. Si manifestavano onde di tensione disimmetriche di circa 1,2 volte il valore normale e onde di corrente molto deformate con cuspidi fino a 15 volte il valore normale.

Un altro fenomeno però sempre di assai breve durata dava luogo a una rotazione del neutro, con frequenza tripla esternamente al triangolo delle tensioni.

L'A. accenna ai dispositivi sperimentali usati per lo studio di que-

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

sti fenomeni e riporta parecchi oscillogrammi. Per eliminare tali perturbazioni si è fatto uso di reostati il cui valore venne determinato sperimentalmente. *R. S. N.*

RADIOTECNICA.

H. J. LUCAS — **Sviluppi sull'applicazione dei cristalli piezoelettrici ai campioni di frequenza.** (Exp. Wireless, Vol. VII, n. 79, aprile 1930, pag. 201-203, 4 fig.).

Resoconto di una conferenza tenuta alla Sezione Radio dell'I.E.E.

Per eliminare le irregolarità di funzionamento dovute a variazioni di attrito tra il quarzo e il supporto, l'A. immobilizza la piastrina (vibrante in senso longitudinale) mediante due strisce di sughero disposte tra questa e gli elettrodi in un punto nodale, cioè a metà della lunghezza.

Ciononostante sono state ancora riscontrate lente variazioni di frequenza dell'ordine di 1/10.000, e ne è stata attribuita la causa a variazioni dell'umidità atmosferica. Perciò il piezorisuonatore è stato prima sistemato in un ambiente secco e poi in un recipiente in cui era fatto il vuoto, con notevole vantaggio nella stabilità di frequenza.

Durante le prove sui piezorisuonatori l'A. ha avuto occasione di realizzare un oscillatore a 10 kc/s notevolmente stabile ($1/10^5$), e ne controllava la frequenza per confronto con un piezorisuonatore a 100 kc/s per moltiplicazione di frequenza e usando il metodo di assorbimento del Cady; quell'oscillatore era usato per alimentare, mediante uno stadio di amplificazione, un circuito generatore di armoniche (contenente un diodo), dal quale si poteva mettere in evidenza tutte le armoniche fino alla 200ª. L'uso dei quarzi piezoelettrici come risuonatori, invece che come oscillatori, avrebbe secondo l'A. i seguenti vantaggi:

1) Il piezorisuonatore non è sottoposto ad alcun lavoro.

2) Col metodo di Cady, se il circuito oscillante su quale è derivato il quarzo è perfettamente sintonizzato, si ha la vera frequenza di risonanza del complesso cristallo-sopporto.

3) E' eliminata l'influenza di variazioni delle costanti elettriche dei circuiti.

L'A. considera quindi l'uso dei quarzi come oscillatori, e descrive un multivibratore a 50 kc/s, sincronizzato da un piezooscillatore, mediante il quale si ottiene una scala di frequenze da 50 a 6000 kc/s (120ª armonica). Con un secondo multivibratore a 1000 c/s «sincronizzato dal piezooscillatore attraverso la sua 50ª armonica» [si tratta di una vera demoltiplicazione, quantunque l'A. non ne parli. - *N. d. R.*] si ottiene una scala da 1 a 6000 kc/s con intervalli di 1000 c/s.

Segue una breve discussione su alcuni punti della conferenza. E. Mallett suggerisce che l'influenza dell'umidità sulla frequenza possa essere dovuta a variazioni della massa della piastrina, in conseguenza di condensazioni. *M. B.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Rapporto del Comitato per l'elettrificazione delle Ferrovie in Inghilterra. (La Traction Electrique, N. 11-12, ottobre-novembre 1930).

Il rapporto è stato presentato al Ministero dei Trasporti a Londra, il 23 luglio 1928, dal Comitato nominato dal Ministero stesso l'11 novembre 1927. Il compito affidato ai Commissari era quello di rivedere e modificare le raccomandazioni fatte, nel 1921, dal Consiglio per l'Elettrificazione delle Ferrovie inglesi, in relazione agli sviluppi ed ai progressi fatti dopo quell'epoca.

Le conclusioni e le raccomandazioni più importanti del Comitato sono le seguenti:

a) Impiego generale del sistema di trazione a corrente continua a 750 V massimi per la bassa tensione e 1500 V massimi per l'alta tensione, misurata alle sbarre delle sottostazioni. In casi speciali è ammessa la tensione di 3000 V.

b) Tutti i motori di trazione, quantunque dimensionati in modo da dare i migliori risultati alla tensione alla quale devono funzionare, devono essere in grado di funzionare al massimo prescritto per l'alta e la bassa tensione.

c) Per l'alta tensione la linea di contatto dev'essere, salvo casi particolari, aerea. Per la bassa tensione, l'alimentazione dev'essere fatta con la terza rotaia. La presa di corrente va fatta con contatto lungo la faccia inferiore del filo oppure lungo la faccia superiore della terza rotaia.

d) Tutti i locomotori devono essere costruiti secondo due tipi di sagome limiti. Tutte le motrici, previste per l'intercambiabilità, devono essere equipaggiate con motori a bassa tensione, adatti per funzionare egualmente sotto l'alta tensione con accoppiamento in serie-parallelo. L'equipaggiamento dev'essere atto a lavorare sotto le due tensioni.

e) La messa in opera della terza rotaia e del filo di contatto deve soddisfare a requisiti ben determinati — distanza dal binario, altezza dal piano delle rotaie di rotolamento, zig-zag del filo, ecc. — che il Comitato prescrive. Norme speciali regolano pure il collegamento delle rotaie del binario di corsa con giunti in rame e gli altri accorgimenti atti a prevenire gli effetti di elettrolisi nelle condutture interrate oppure le perturbazioni ai circuiti telefonici, di segnalazione, ecc. *V. D. Ma.*

AEI Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI ROMA.

Il 3 aprile, alle ore 21,15, nella Sede Sociale l'Ing. **Silvano Ruberti** tenne una conferenza sul «**Nuovo Laboratorio di misure della Società Elettricità e Gas di Roma**». L'uditorio numerosissimo, applaudì vivamente il Conferenziere, il quale illustrò molto efficacemente quanto era stato fatto dalla E.G.R. per organizzare ed attrezzare questo Laboratorio il quale può ben dirsi «modello» per la perfezione degli impianti.

La Società E.G.R. invitò poi gentilmente i Soci della A.E.I. a visitare il Laboratorio stesso, visita che fu effettuata il 28 giugno. I Soci, che intervennero numerosissimi alla visita si recarono sul luogo a mezzo di autobus messi gentilmente a disposizione dalla Società Tramvie e Ferrovie Elettriche di Roma.

Facevano gli onori di casa il Comm. Ing. Fano, Consigliere Delegato della E.G.R., l'Ing. De Stefani, l'Ing. Ruberti, la Sig.na Ing. De Marco, Direttrice del Laboratorio stesso, ed altri Funzionari della Società.

Ebbe subito inizio la visita che riuscì interessantissima.

Il nuovo Laboratorio di misure della E.G.R. è stato costruito per una produzione media giornaliera di oltre 200 contatori e riduttori, onde è possibile eseguire in tempo sufficientemente breve il cambio periodico degli apparecchi in esercizio.

Il ciclo delle operazioni che vengono eseguite sui vari apparecchi può così riassumersi:

I contatori in arrivo vengono presi in carico dal «magazzino entrata» e da questo, a mezzo di appositi montacarichi, inviati al reparto dove essi subiranno la prima operazione e cioè la riparazione. Gli apparecchi quindi passano al reparto «verifiche», poi al reparto «verifica della taratura», da questo, in ultimo, al «magazzino di uscita».

Le varie operazioni, eseguite nell'ordine sopradetto, son fatte in locali diversi, di modo che è evitata in maniera assoluta, la possibilità che un apparecchio arrivi al «magazzino di uscita» senza essere passato per tutti i vari reparti di lavorazione e di esame.

Il Laboratorio è attrezzato con i più moderni mezzi meccanici per la lavorazione di precisione dei vari organi dei contatori; ma una delle caratteristiche del laboratorio è la disposizione dei quadri di verifica della taratura (in numero di 12 e per oltre 50 contatori ciascuno). Tali quadri, che hanno ciascuno il proprio alimentatore, sono mobili e possono, a mezzo di piccolo argano, scendere dalla sala verifica della taratura al «magazzino di uscita», eliminando così non solo ogni pericolo di immagazzinare apparecchi non completamente verificati, ma evitando anche scosse e passaggi di mano inutili, se non dannosi, agli apparecchi tarati.

Un camion appositamente attrezzato contro gli urti provvede al trasporto dei contatori dal magazzino di uscita ai vari posti di utilizzazione.

Il laboratorio comprende altri importanti reparti: per le riparazioni dei riduttori, per le prove di alta tensione, per misure e prove varie, per le misure di alta precisione, e tutti sono dotati con larghezza di ogni mezzo più moderno per procedere a prove e misure. E' fornito inoltre di una batteria di accumulatori per tensioni fino a 150 V, e vari gruppi di macchinario che permettono di ottenere corrente continua e corrente alternata a tutte le tensioni e frequenze opportune per gli usi del laboratorio stesso.

Particolare rilievo meritano l'impianto di illuminazione, di ventilazione, di riscaldamento, e di aria compressa, razionali e riuscitissimi in ogni particolare. Ampi uffici, ed un vasto refettorio per gli operai completano il fabbricato il quale mostra evidenti i segni di quanta intelligente e competente cura è stato oggetto fino nelle più piccole rifiniture.

Alla fine della visita venne offerto ai Soci dell'A.E.I. un lauto rinfresco.

Il Presidente Urbinati ringraziò a nome di tutti i presenti il Comm. Fano per la bella visita e gli espresse l'unanime compiacimento e complimento per il nuovo laboratorio di misure.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

NB. - Durante l'ultima decade non è pervenuto alcun annuncio di Riunioni da parte delle Sezioni.

Fatevi Soci vitalizi!

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile*. (I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 25 Settembre 1931 - ANNO IX N. 27

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA S. PAOLO, 10 - MILANO (103) - TELEFONI N. 13-713 - 82-086

COMITATO DIRETTIVO: A. BARBAGELATA, DIRETTORE DELLA RIVISTA - U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

REDAZIONE: R. SAN NICOLO', REDATTORE CAPO - F. NERI - G. SILVA, REDATTORI - M. BOELLA - P. LOMBARDI, COLLABORATORI ORDINARI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Per l'imminente Riunione di Perugia.

Le iscrizioni al Congresso continuano come era prevedibile anche dopo il termine ufficiale del 31 agosto.

Non si può essere che lieti di questa conferma del successo della Riunione. Dobbiamo però fare presente ai ritardatari che l'Ufficio Centrale non può più assumere impegni tassativi nei riguardi degli alloggi, pure mettendosi sempre e ben volentieri a disposizione dei consoci per agevolare per quanto possibile la loro sistemazione a Perugia.

In relazione a quanto dicemmo nello scorso numero circa le discussioni che si svolgeranno durante la Riunione, richiamiamo l'attenzione dei colleghi sul *Regolamento per le sedute* riportato più avanti. Esso si ispira a quanto di fatto già oggi si pratica nelle migliori organizzazioni del genere, specie internazionali, e non fa che sanzionare quello che più o meno già si faceva o si tendeva a fare nelle ultime nostre riunioni.

Non dubitiamo che i colleghi interessati, vorranno attenersi alle norme stabilite, agevolando il compito della Presidenza ed assicurando l'esito della Riunione che — lo ripetiamo ancora una volta — è indissolubilmente legato al buon andamento delle discussioni.

In questi giorni intanto l'Ufficio Centrale ha spedito agli iscritti al Congresso un primo nucleo di quasi venti memorie o relazioni, che i congressisti potranno così leggere con calma per prepararsi efficacemente alla discussione.

Continuiamo intanto la pubblicazione dei riassunti.

Parecchi di essi trattano questioni riguardanti i trasformatori. Gli Ingg. LOMBARDI e ASTA si occupano, su basi sperimentali, del tipo costruttivo a 5 colonne. L'Ing. AZZARELLO avanza nuove proposte di studi sistematici sugli oli, mentre gli Ingg. CORREGGIARI e GERLI si occupano rispettivamente dei trasformatori per regolazione di tensione e dei regolatori a induzione.

Gli Ingg. CUZZER e ALTIERI studiano i trasformatori sotto l'aspetto dell'isolamento e della protezione, problema che è esaminato, in modo più generale e secondo i nuovi concetti della selezione preordinata, dal Prof. BARBAGELATA. Allo stesso ordine di argomenti appartengono la memoria dell'Ing. CAMINITI circa l'efficacia delle bobine di self, e quella del Prof. REBORA sulle prese di terra.

Dell'automatismo nelle sottostazioni parla in linea generale l'Ing. FIORENTINI, mentre l'Ing. BRUNETTI ne illustra le applicazioni fatte nelle cabine dell'A.E.M. di Torino.

Il problema particolare delle misure nelle sottostazioni è trattato dagli Ingg. BARBAGELATA e USIGLI.

Contributi importanti sono recati dai tecnici ferroviari.

L'Ing. BIANCHI parla dell'importante iniziativa per l'unificazione delle locomotive elettriche a c. c. e gli Ingg. SANTI e ALESSANDRI illustrano rispettivamente le cabine mobili e quelle fisse usate per le linee delle FF. SS.

L'impianto di Galleto e le gite della Riunione.

Continuiamo in questo numero la descrizione dell'impianto di Galleto chè sarà visitato dai congressisti la domenica 11 ottobre. Nell'occasione richiamiamo l'attenzione su un comunicato riportato più avanti relativo alla quota d'iscrizione alle gite.

*

Per assoluta mancanza di spazio siamo costretti a rimandare a un prossimo numero la continuazione dell'articolo dell'Ing. Silva sullo « Studio meccanico dei conduttori delle linee aeree ».

LA REDAZIONE.

IMPIANTI SUI FIUMI NERA E VELINO DELLA SOC. "TERNI"

(Continuazione, v. N. 26, pag. 618)

Impianto sul medio Nera.

E' costituito dal grande canale derivatore che, derivando le acque immediatamente a valle della località dove sarà costruita la centrale di Triponzo, le porta ad immettersi nel lago di Piediluco dal quale passano ad alimentare l'impianto di Galleto (fig. 2).

La costruzione del canale costituisce un'opera veramente importante data la sua lunghezza che è di circa 40 km, quasi interamente in galleria. Il canale è proporzionato per una portata massima di circa 22,50 m^3/sec e raccoglie durante il suo percorso, che si svolge interamente in sponda sinistra dalla valle, seguendo approssimativamente il corso del Nera, anche le acque di parecchi affluenti del fiume. Sono state a tale scopo costruite apposite opere, in generale assai semplici, di presa e di allacciamento.



Fig. 18. — Ponte canale sul fosso Scheggino.

Una importante opera d'arte si è dovuta costruire per sorpassare l'avvallamento corrispondente al letto del torrente Scheggino che incide profondamente il versante montano. L'opera consiste in un grande ponte canale lungo oltre 200 metri sostenuto da un viadotto in cemento armato di 20 campate. Nella parte centrale del viadotto, i piloni in cemento armato, costituiti essenzialmente da due montanti collegati da traverse orizzontali, raggiungono una altezza massima di oltre 25 m; in

questa zona, i piloni sono anche collegati fra loro, a circa metà altezza, da una travata longitudinale (fig. 18 e 19).

que in eccesso al letto del fiume Salto circa 150 m a valle della centrale.

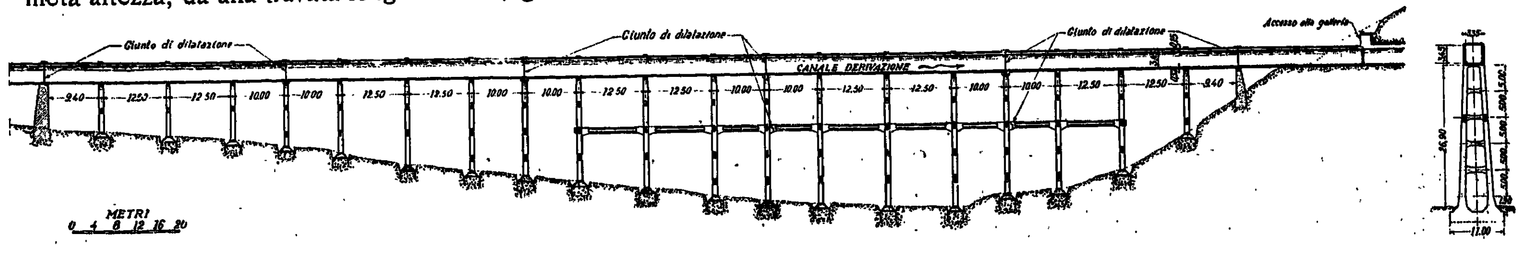


Fig. 19. — Ponte - canale sul fosso Scheggino.

Il canale è formato da una camera rettangolare completamente chiusa, di m 3,35×3,45, con parete di cemento armato di 32 cm di spessore. Lungo il canale, e nella travata longitudinale di collegamento dei piloni, si sono sistemati parecchi giunti di dilatazione. Alle sue estremità il ponte canale si collega direttamente cogli imbocchi della galleria (fig.21).

Come si vede dal grafico di fig. 24 il lago artificiale, a massimo invaso, corrispondente alla quota 510,40 ha uno specchio d'acqua di circa 4,5 chilometri quadrati, ed una capacità totale di circa 8 milioni di metri cubi. Il massimo svaso del lago è a quota 47,8, alla quale corrisponde uno specchio d'acqua di meno di mezzo chilometro quadrato, ed un invaso residuo

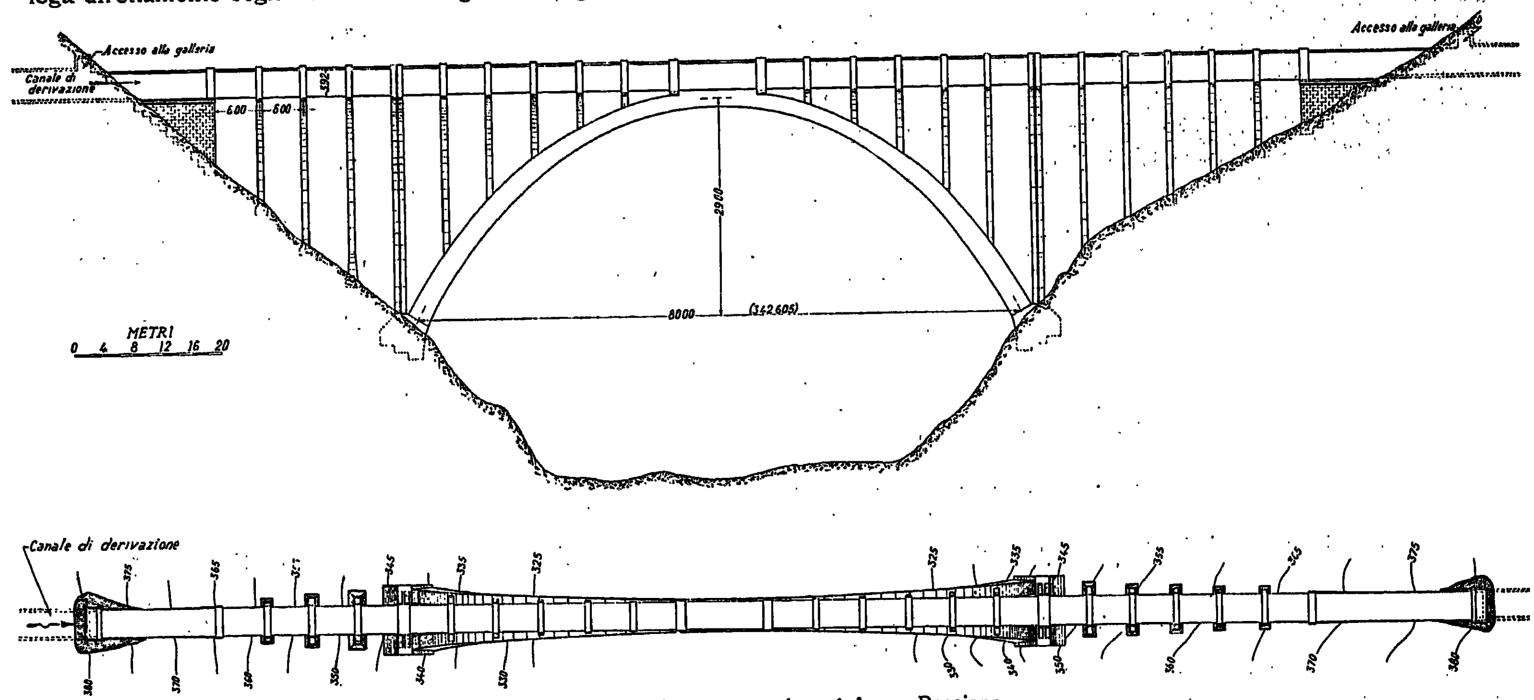


Fig. 20. — Ponte - canale sul fosso Rosciano.

Non meno importante è il ponte canale che si è dovuto costruire sul Fosso Rosciano (fig. 20).

Esso differisce dal precedente perchè la parte centrale è sostenuta da una grande arcata in cemento armato, di 80 metri di luce e 29 m di freccia, che si imposta direttamente sulla roccia dei due versanti; sull'arcata si impostano i piedritti di sostegno della parte centrale del canale. Esso poi si prolunga ai due lati dell'arcata, sostenuto da altri piedritti direttamente impostati sulla roccia.

Nel suo complesso l'opera è lunga circa 150 metri e collega gli imbocchi della galleria sui due opposti versanti del Fosso.

Impianto sul fiume Salto.

L'impianto, progettato in località detta Balze di S.ta Lucia, consiste in una diga di sbarramento in muratura costruita nel letto del fiume e addossato alla quale è costruito, a valle, l'edificio della centrale. Lo sbarramento produce l'invaso delle acque per un lungo tratto a monte, costituendo così un lago artificiale, di forma allungata e ramificata, della capacità utile di 81 milioni di metri cubi.

Le opere di presa sono progettate avanzate rispetto al fronte della diga, in corrispondenza all'incirca della spalla destra di essa, entro l'invaso prodotto dalla diga stessa. Non esiste canale derivatore e le condotte forzate collegano direttamente le opere di presa colla centrale, la quale restituisce immediatamente le acque di scarico al letto del fiume (fig. 25 e 26).

Completa l'impianto uno scaricatore delle piene progettato sulla sponda del lago artificiale creato dalla diga, poco a valle di questa; esso, con una galleria di scarico, restituisce le ac-

di circa 7 milioni di metri cubi. In tal modo coll'escursione massima di m 32,40 sul pelo d'acqua vengono resi disponibili circa 81 milioni di metri cubi d'acqua.

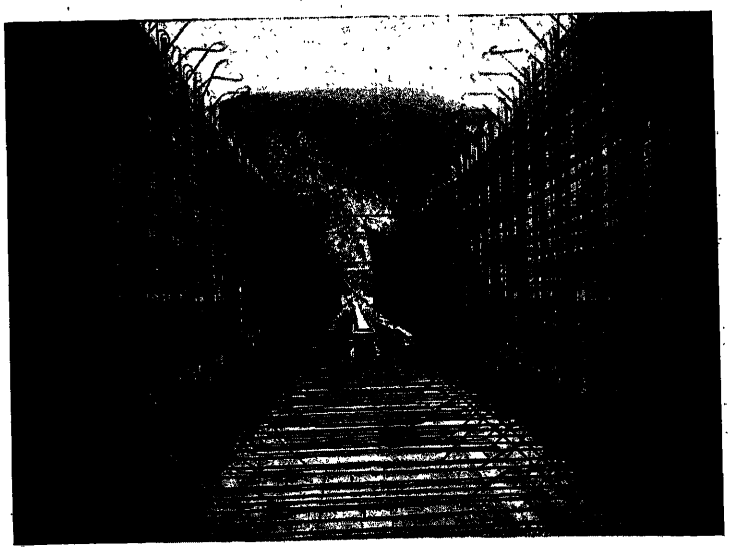


Fig. 21. — Ponte - canale sul fosso Scheggino. Vista delle armature del canale.

Diga di sbarramento.

La diga è in muratura, a profilo triangolare, con disposizione planimetrica ad arco di grande raggio. L'altezza massima

che essa raggiunge sull'alveo del fiume è di circa 60 m. Il paramento a monte ha una inclinazione di 0,09, ed è rivestito con un intonaco retinato sul quale è deposto uno strato di « isol ». Il paramento a monte, rivestito in pietra viva, ha invece una inclinazione di 0,80, salvo nell'ultimo tronco superiore dove esso si dispone verticale (fig. 23).

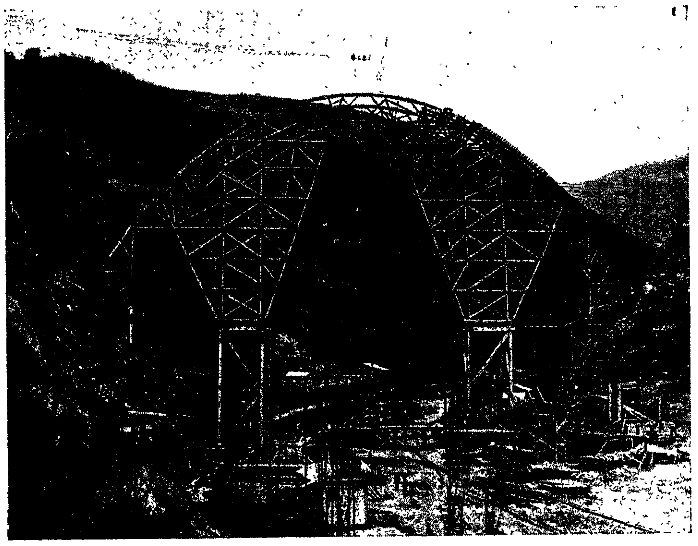


Fig. 22. — Ponte - canale sul fosso Rosciano.

Lo spessore minimo della diga in testa è di 5 m. Sul ciglio superiore corre una strada che si collega all'apposito tronco di strada costruito per l'accesso alla diga.

quota 510,40, si ha un franco di tre metri. Le fondazioni della diga, grazie alla buona natura del terreno sottostante hanno potuto essere relativamente limitate e si immorsano direttamente nella roccia in posto. Sulla fronte a monte si è però approfondita una robusta unghia di guardia per impedire infiltrazioni.

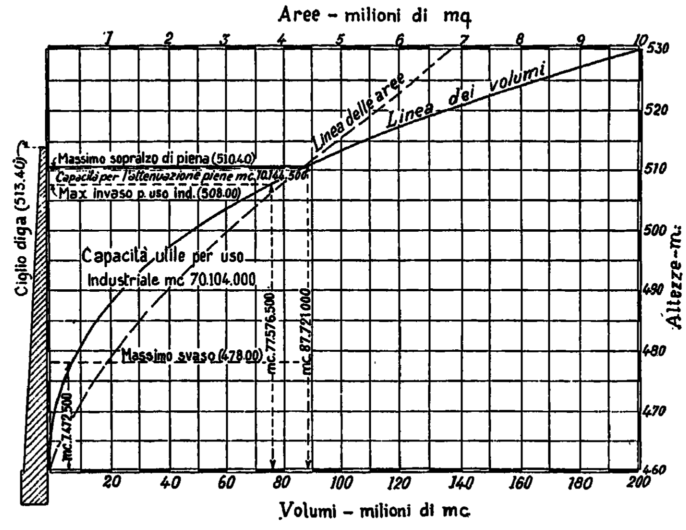


Fig. 24. — Diagramma delle capacità del serbatoio costruito sul fiume Salto.

Il corpo della diga è provveduto di un sistema di drenaggio che mette capo a tre ordini di cunicoli orizzontali, rispettivamente a quota 458,20-474,80 e 494,60. Questi cunicoli sono

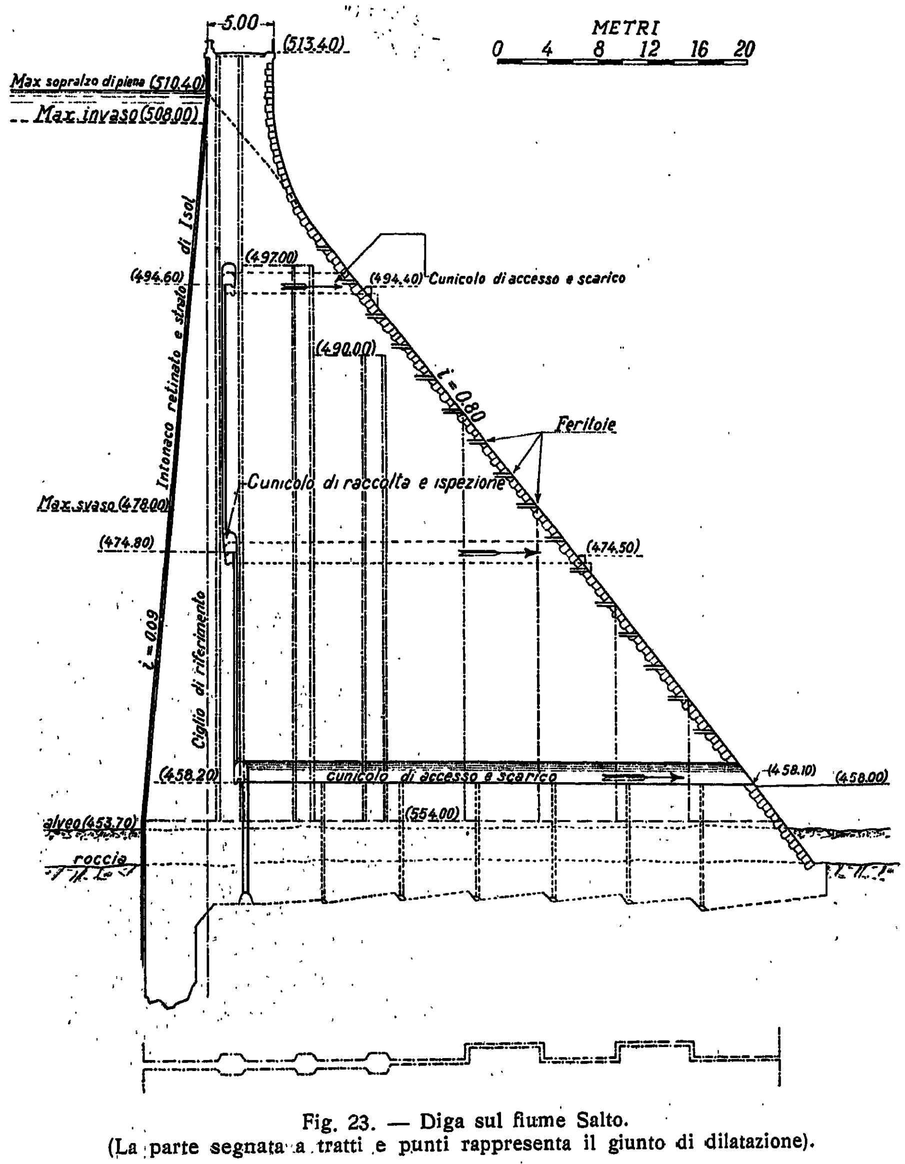


Fig. 23. — Diga sul fiume Salto.
(La parte segnata a tratti e punti rappresenta il giunto di dilatazione).

Il ciglio superiore è stabilito a quota 513,40 e poichè il massimo sovralzo delle acque in caso di piena è previsto a

praticabili e servono oltrechè per la raccolta e l'evacuazione delle acque di permeazione, anche come cunicoli di osserva-

zione: a tale scopo essi sono direttamente accessibili dal paramento a valle della diga per mezzo di gallerie orizzontali.

Sulla fronte della diga, in corrispondenza al letto del fiume si apre uno scarico di fondo il quale immette in una condotta di

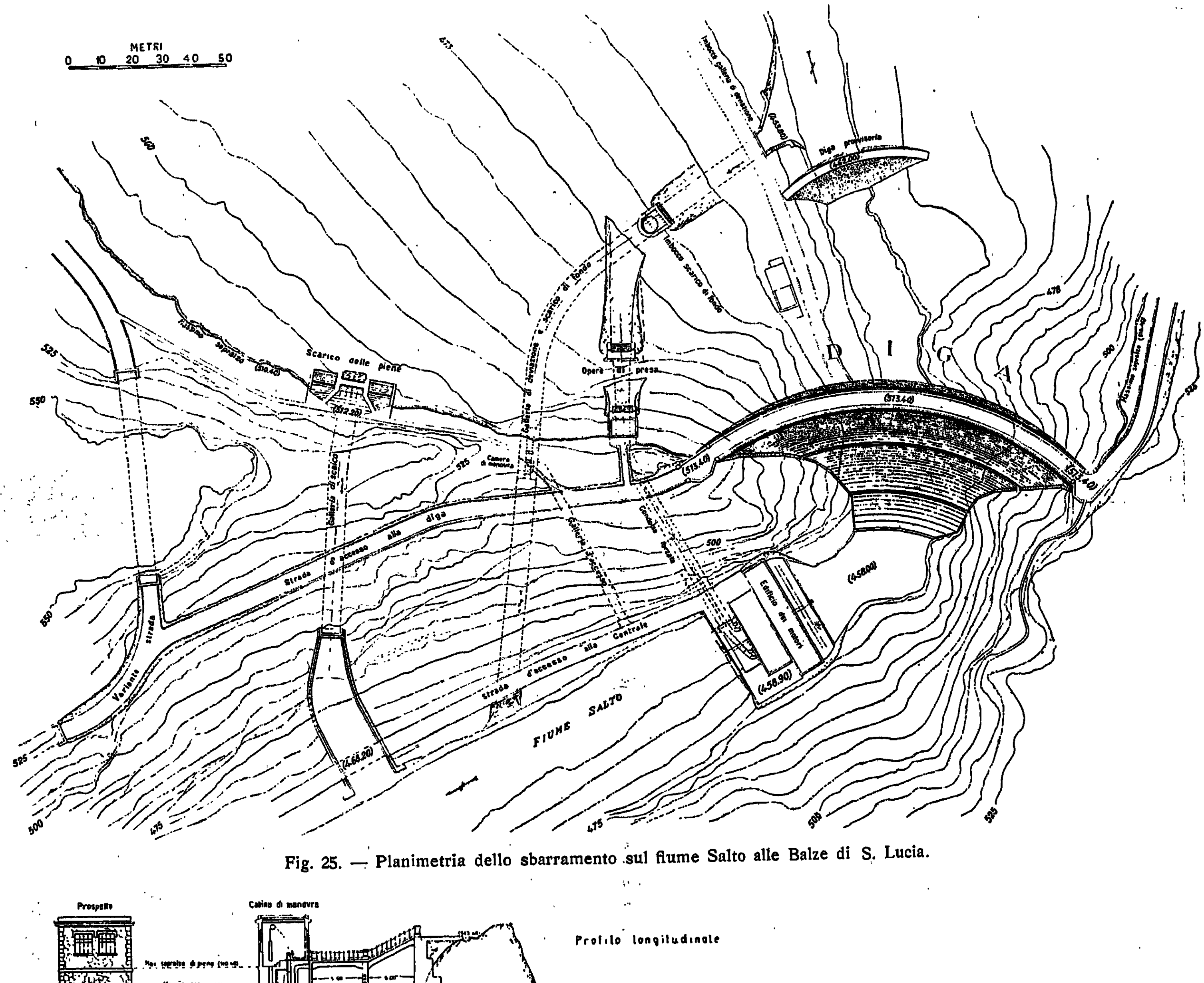


Fig. 25. — Planimetria dello sbarramento sul fiume Salto alle Balze di S. Lucia.

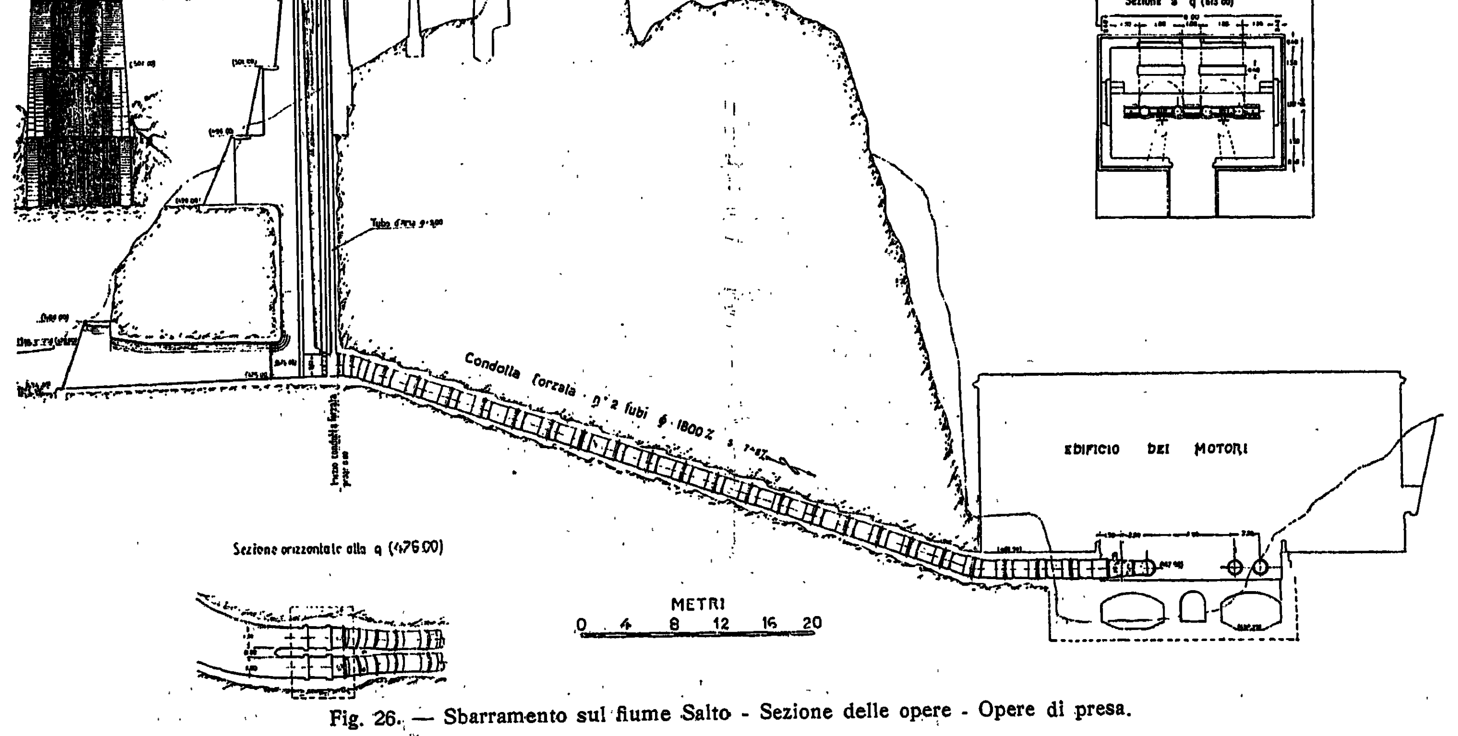


Fig. 26. — Sbarramento sul fiume Salto - Sezione delle opere - Opere di presa.

La diga è altresì provveduta di opportuni giunti di dilatazione.

scarico che attraversa in apposito cunicolo tutta la base della diga e sottopassa il retrostante edificio della centrale per im-

metere ancora nel letto del fiume a valle dell'edificio stesso. Nel punto dove il cunicolo esce dal paramento a valle della diga è prevista una cabina di manovra dove è contenuta una saracinesca di comando della tubazione.

Per procedere alla costruzione della diga principale sarà necessario in un primo tempo deviare le acque del fiume. A tale scopo si è previsto circa 50 m a monte della diga principale

Opere di presa e condotta forzata.

Le opere di presa consistono essenzialmente in una torre verticale in muratura che nella sua parte inferiore si prolunga entro un pozzo scavato nella roccia, fino a raggiungere la quota di fondo di 475; alla base della torre si aprono le due bocche di accesso delle condotte forzate (fig. 26).

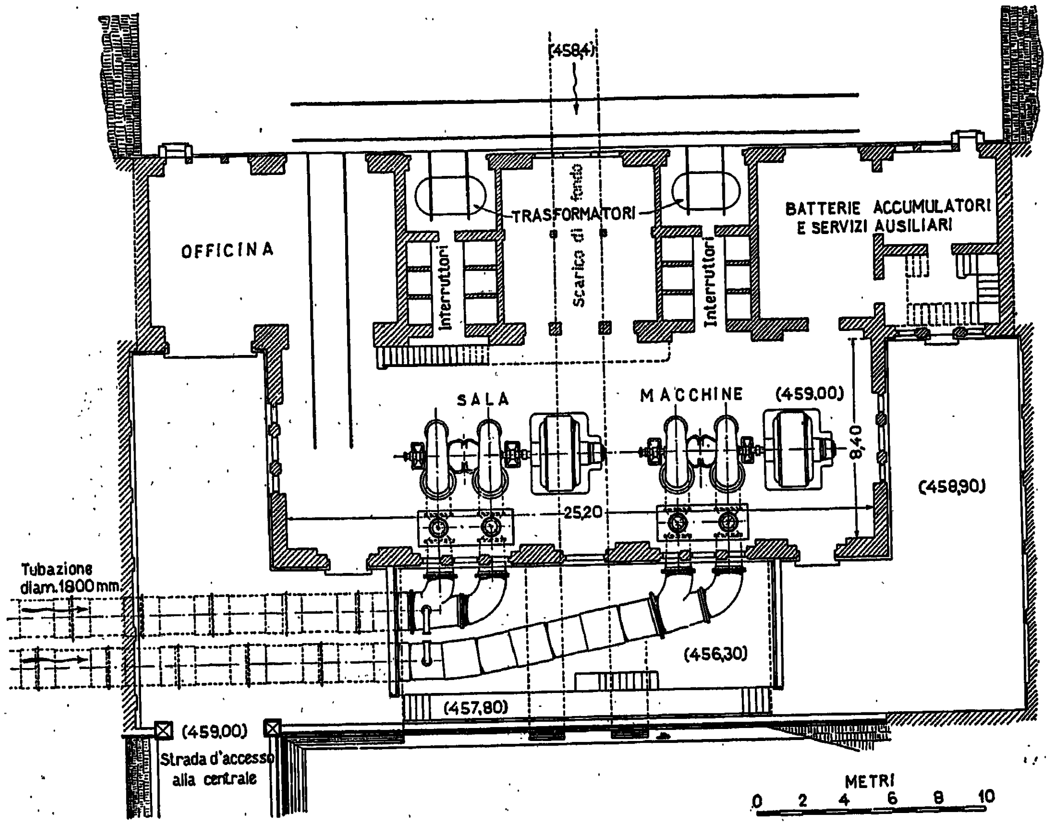


Fig. 27. — Pianta della centrale sul fiume Salto.

una piccola diga provvisoria in muratura, col ciglio superiore alla quota 462 producendo un piccolo invaso. In sponda destra del fiume, poco a monte della diga provvisoria sarà praticata una bocca di presa delle acque le quali verranno immesse in una galleria di deviazione che, descrivendo un ampio arco di circolo, le porterà a scaricarsi, più a valle delle opere da co-

La torre è a sezione rettangolare di m 8 × 5,60 ed è costruita fuori terra fino alla quota 490. Per tutto questo tratto superiore essa si prolunga in avanti verso il lago con due muraglioni verticali di invito che lasciano aperto alle acque un largo accesso, diviso in due luci di m 1,80 di larghezza da uno sperone mediano. Queste due luci sono protette su tutta la loro

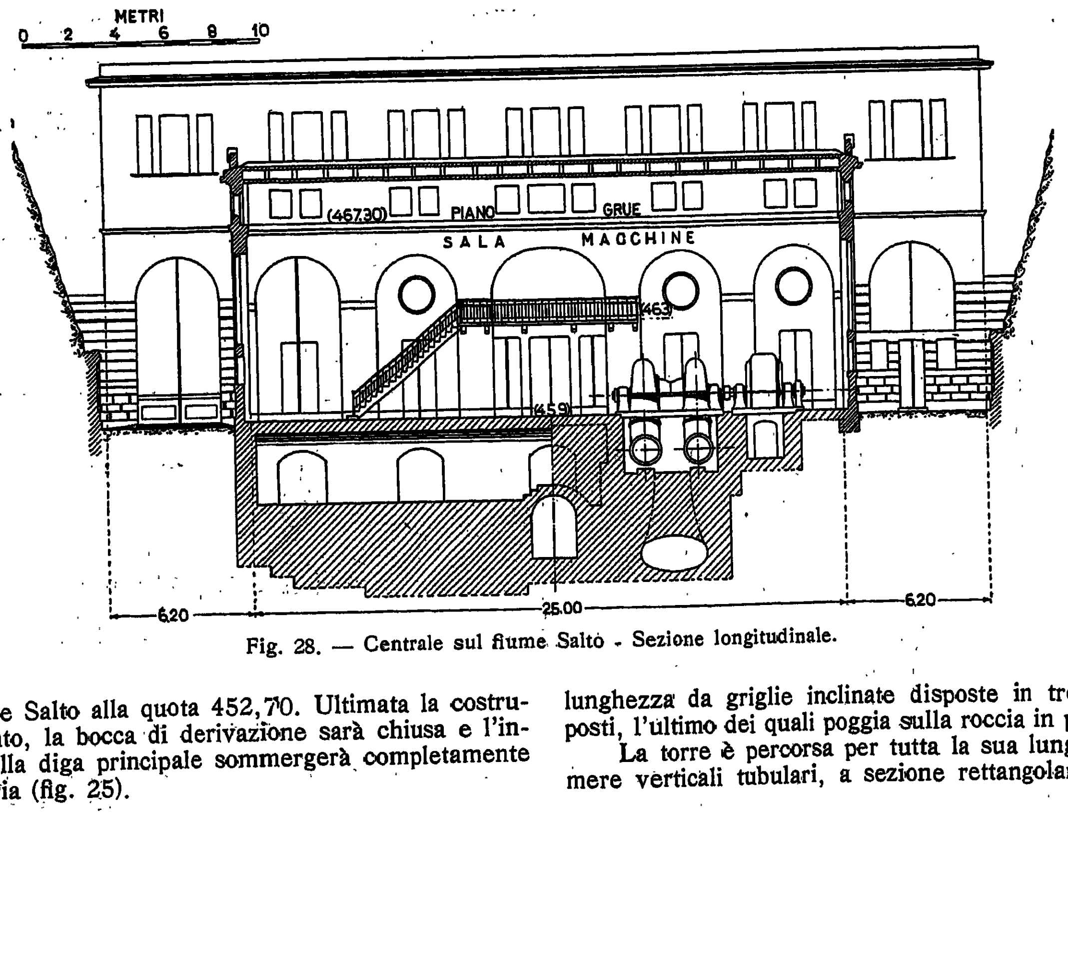


Fig. 28. — Centrale sul fiume Salto - Sezione longitudinale.

struire, nel fiume Salto alla quota 452,70. Ultimata la costruzione dell'impianto, la bocca di derivazione sarà chiusa e l'invaso prodotto dalla diga principale sommergerà completamente la diga provvisoria (fig. 25).

lunghezza da griglie inclinate disposte in tre gradoni sovrapposti, l'ultimo dei quali poggia sulla roccia in posto a quota 490.

La torre è percorsa per tutta la sua lunghezza da due camere verticali tubulari, a sezione rettangolare col lato rivolto

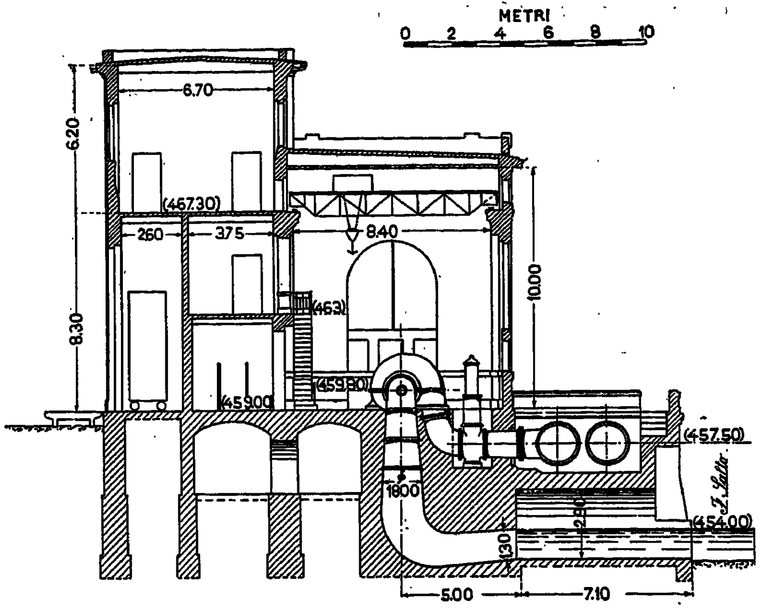


Fig. 29. — Centrale sul fiume Salto /- Sezione trasversale.

alle acque foggiato a volta, entro le quali corrono le aste di comando delle paratoie inferiori.

Al di sotto di quota 490 la torre si prolunga in un pozzo nel quale continuano le due camere tubulari in muratura. Il pozzo ha dimensioni assai maggiori di quelle delle due camere cosicchè le acque, precipitando entro due grandi condotte in

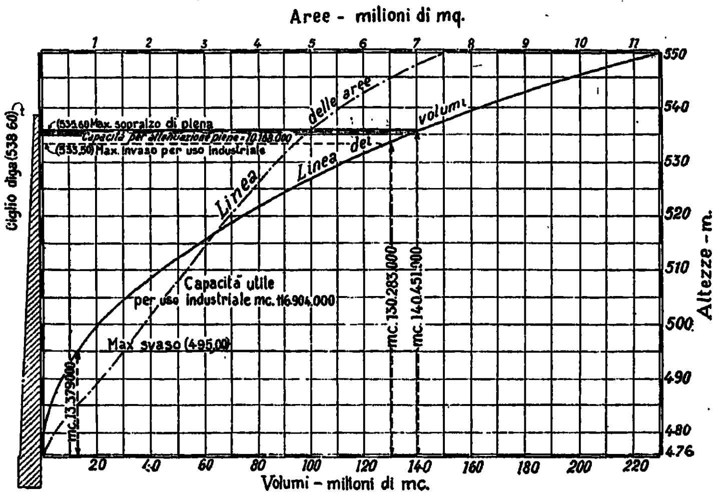


Fig. 31. — Diagramma delle capacità del serbatoio costruito sul fiume Turano.

muratura predisposte entro il pozzo, possono liberamente comunicare col fondo del pozzo stesso. In tal modo sarebbe quindi possibile svasare il lago fino alla quota 490.

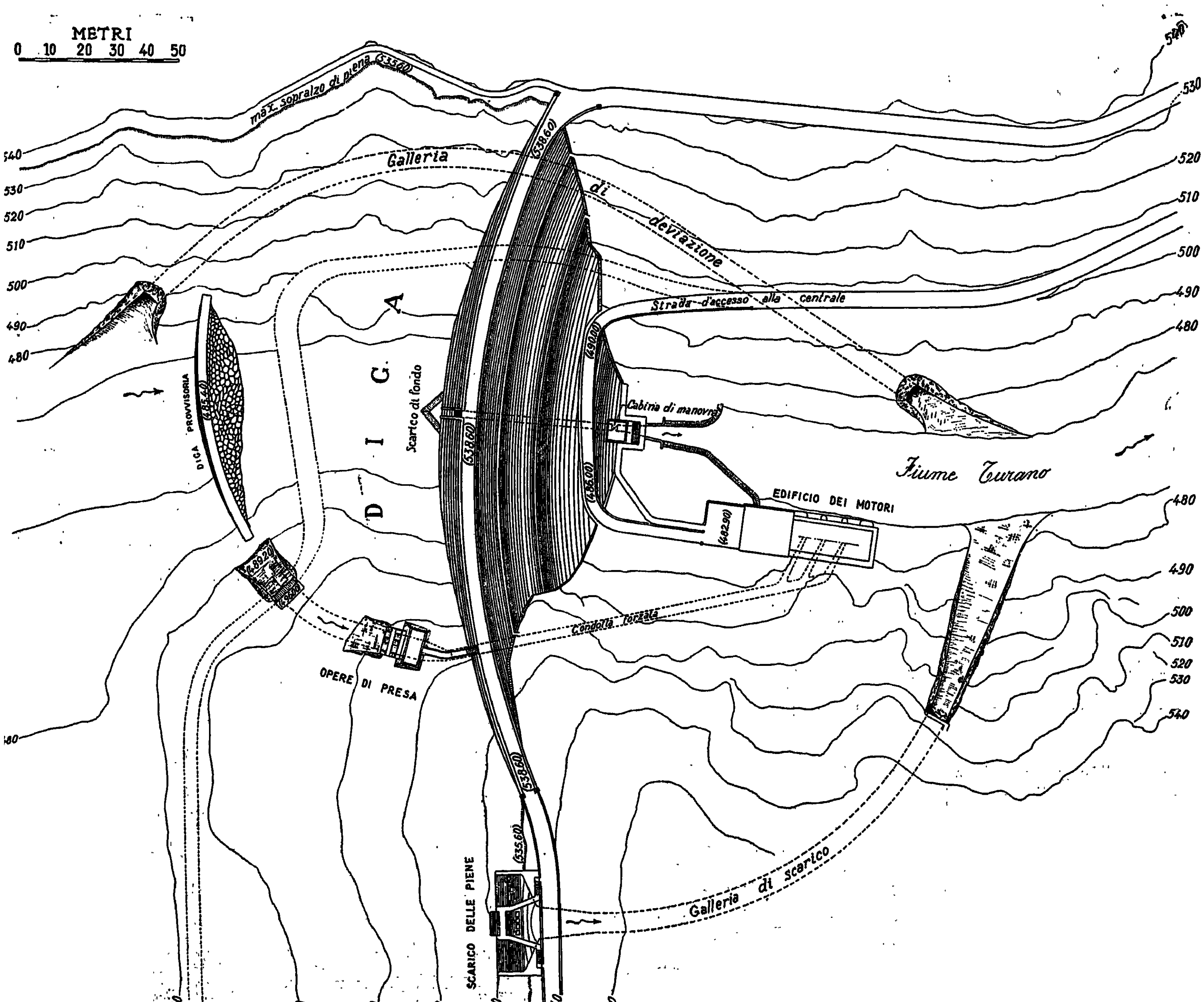


Fig. 30. — Planimetria dello sbarramento sul fiume Turano a Posticciola.

Per spingere lo svaso fino alla quota minima prevista di 478, si è costruito un tronco di galleria orizzontale che dal

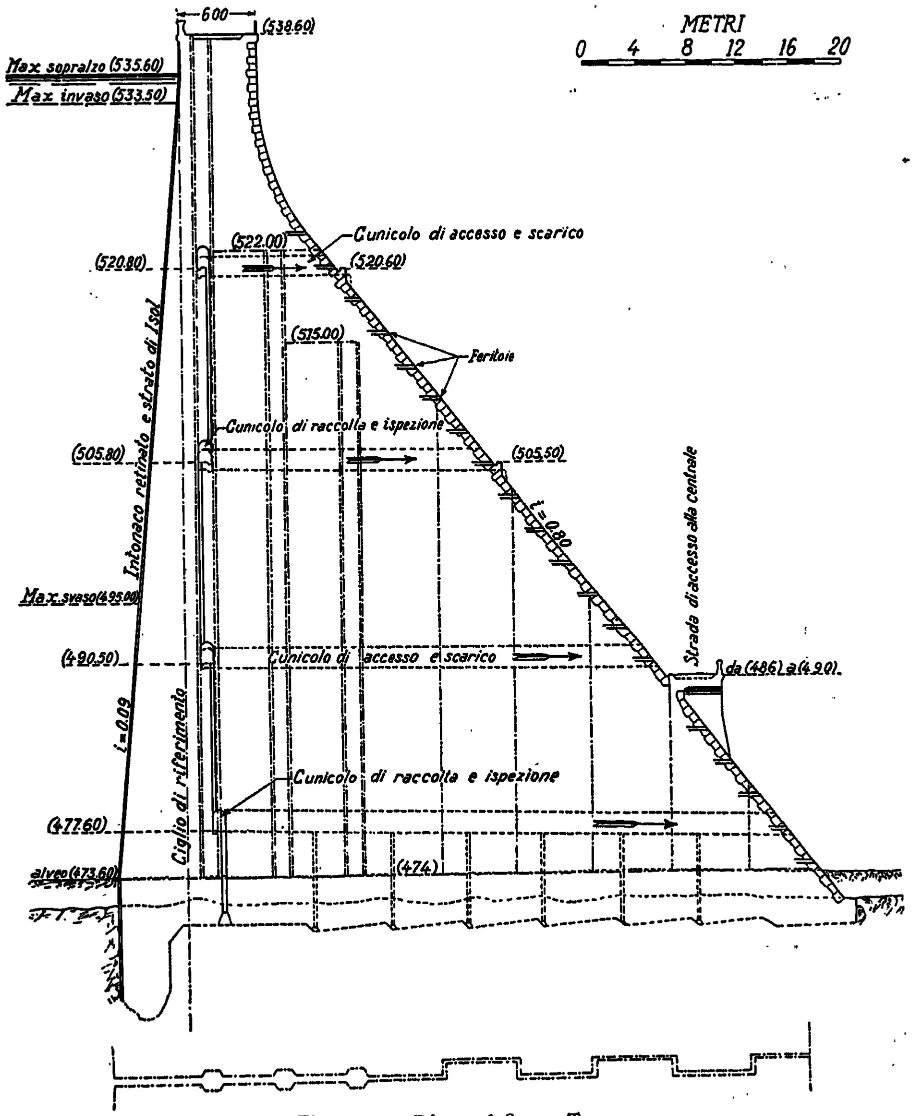


Fig. 32. — Diga sul fiume Turano.
(La parte segnata a tratti e punti rappresenta il giunto di contrazione).

fondo del pozzo si spinge in avanti attraverso la roccia, fino a sboccare all'aperto sul fondo del lago. La quota di fondo di questa galleria, lunga circa 15 m è a quota 474, e la soglia di essa

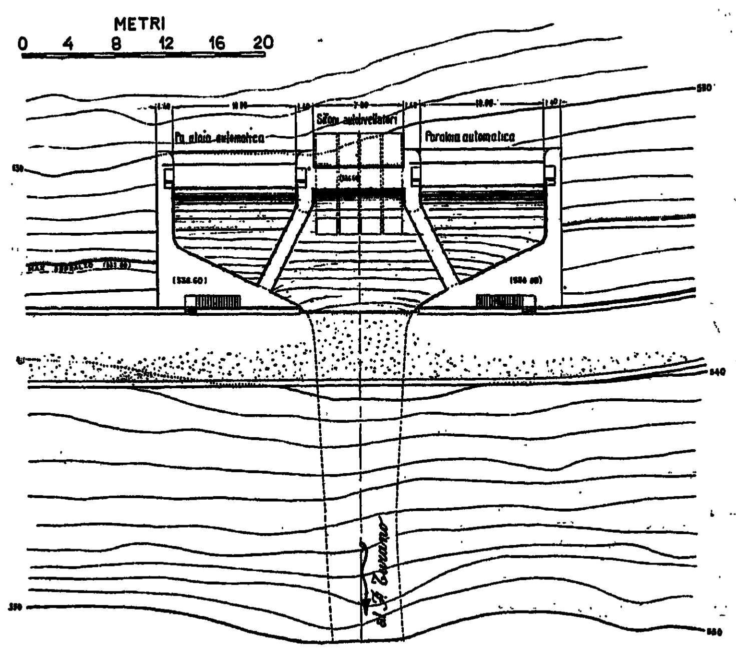


Fig. 33. — Sbarramento sul fiume Turano a Posticciola
Scarico delle piene.

è sopraelevata con un gradino di 50 cm dal fondo del lago nel punto di sbocco. La sezione della galleria, interamente rivestita

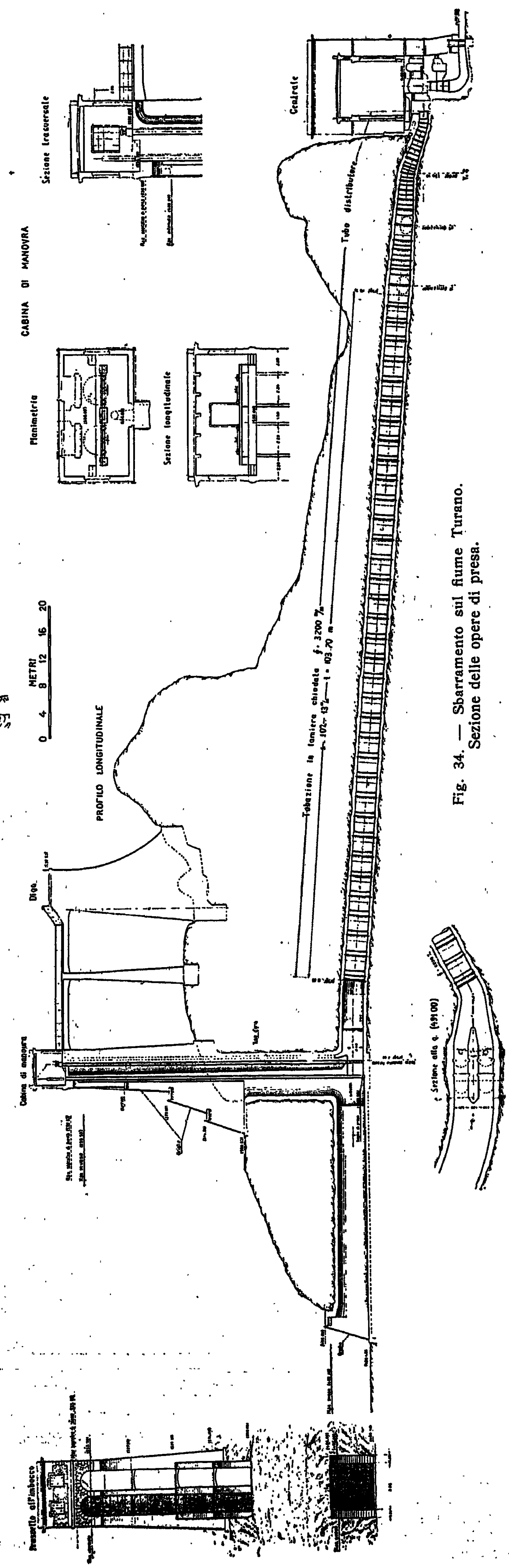


Fig. 34. — Sbarramento sul fiume Turano.
Sezione delle opere di presa.

in muratura, è pressochè elittica coll'asse maggiore orizzontale; essa è divisa in due parti da un muro verticale longitudinale.

Sul fondo del pozzo, si aprono, come si è detto, le bocche di accesso alle due condotte forzate. Le bocche sono coman-

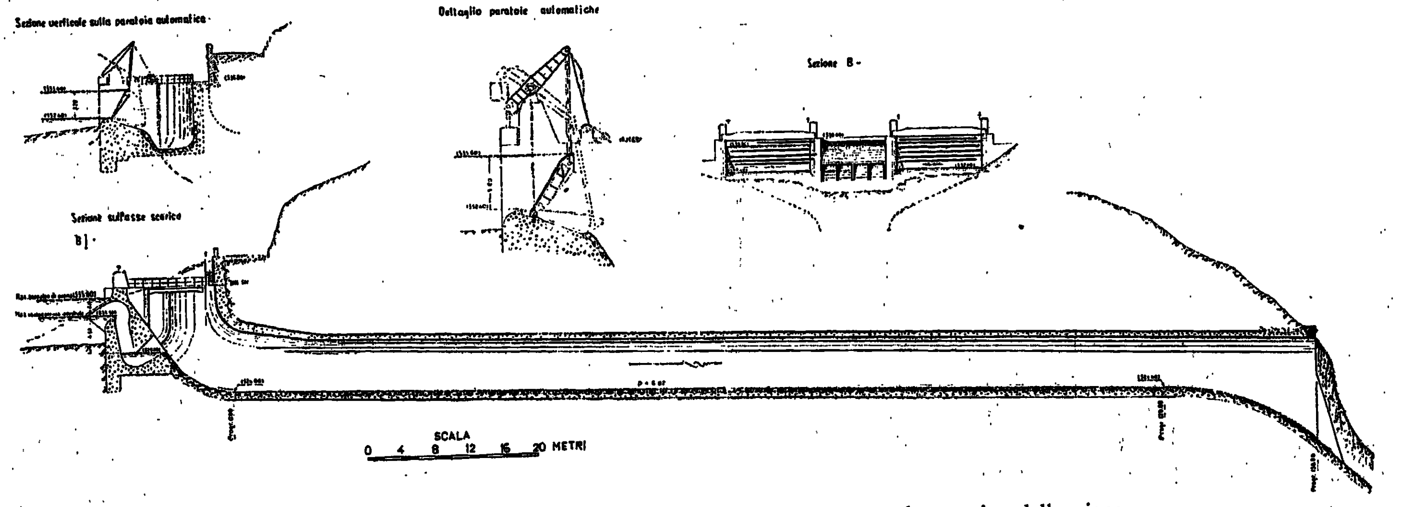


Fig. 35. — Sbarramento sul fiume Turano - Sezioni delle opere per lo scarico delle piene.

date da paratoie piane di m 1,80 di larghezza e di m 2 di altezza. Esse sono manovrabili dall'alto della torre di presa, con meccanismo a mano, e sono a tale scopo opportunamente contropesate (fig. 26).

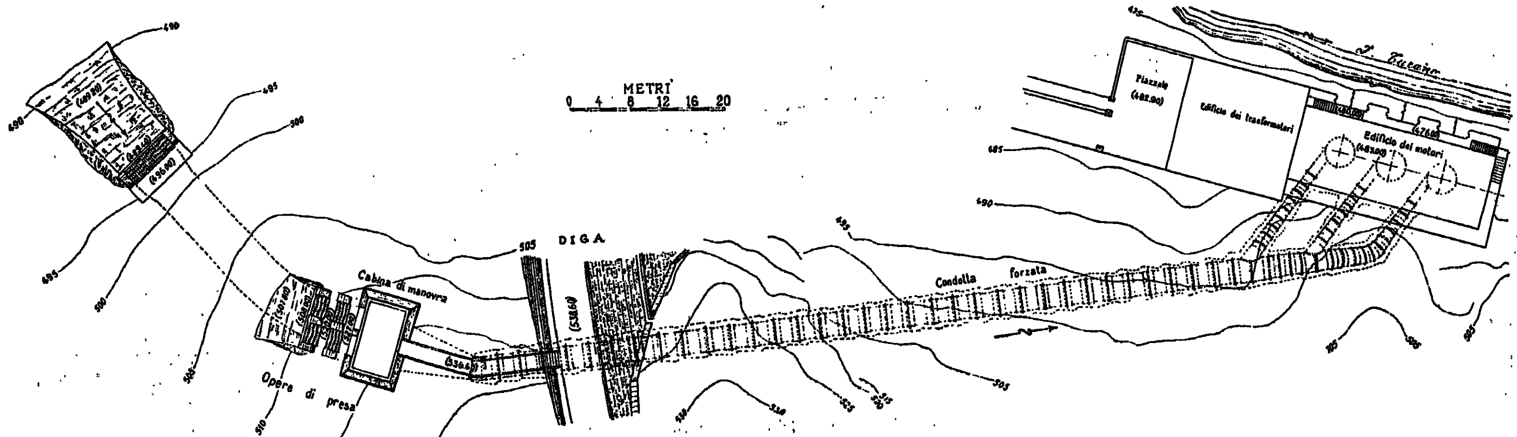


Fig. 36. — Impianto sul fiume Turano - Planimetria della presa e della condotta forzata.

Il piano della cabina di comando in testa alla torre è a quota 511, cioè un metro più elevato del livello di massima piena. Gli organi di manovra sono sistemati in apposita cabina in muratura alla quale si accede, con un piccolo viadotto

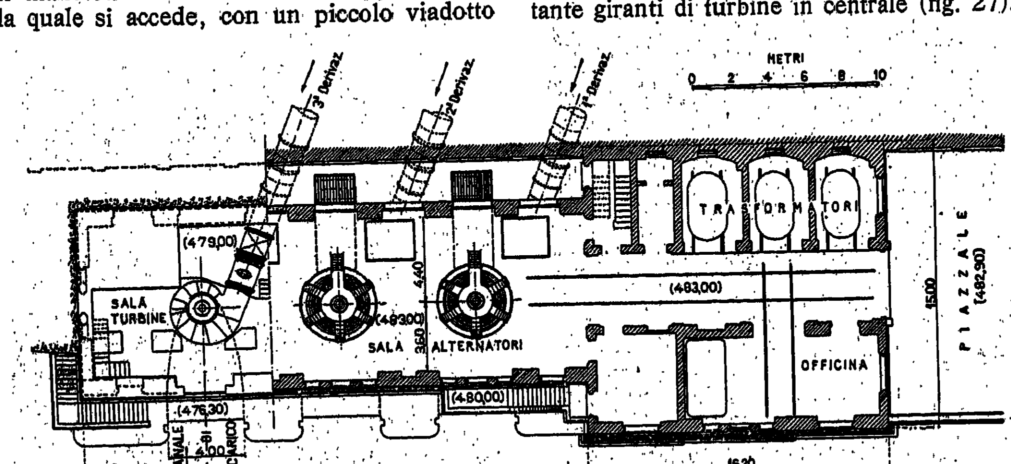


Fig. 37. — Pianta della centrale sul fiume Turano.

in muratura, dalla strada di accesso alla diga. Entro la torre corrono verticalmente per tutta la sua lunghezza anche due tubi di scarico d'aria che prendono capo all'inizio delle due condotte forzate immediatamente a tergo delle paratoie di accesso.

Sono previste due condotte forzate, rettilinee, in lamiera chiodata da 7 ÷ 8 mm, con diametro interno di 1800 mm e lunghe circa 67 metri ciascuna.

Esse sono allogate, l'una accanto all'altra, entro una galleria a sezione grossolanamente rettangolare ricavata nella roccia. La quota dell'asse della bocca di entrata è di 476; quella dell'estremità inferiore delle tubazioni è di 457,50.

Nel loro ultimo tratto le tubazioni escono all'aperto e corrono parallele a una fronte dell'edificio della centrale. Ogni tubazione, piegando ad angolo retto, si divide in due rami e si hanno così quattro tubazioni che vanno ad alimentare altrettante giranti di turbine in centrale (fig. 27).

Centrale.

L'edificio della centrale è previsto a cavalcioni del letto del fiume, immediatamente a tergo della diga di ritenuta, in posizione alquanto obbliqua rispetto ad essa (figg. 27, 28, 29).

Il pavimento della sala macchine è a quota 459, notevolmente sopraelevato sul fondo del letto del fiume, e sostenuto da pilastri in muratura. L'edificio è completamente sottopassato, come si è detto, dal cunicolo dello scarico di fondo del serbatoio.

Ciascuna ruota delle turbine è alimentata, come si è detto, con una propria tubazione forzata sulla quale è inserita una saracinesca di comando.

Le turbine hanno uno scarico unico, mediano, per le due ruote il quale, sottopassando le tubazioni forzate, restituisce immediatamente le acque al letto del fiume; la quota di scarico è stabilita a 454.

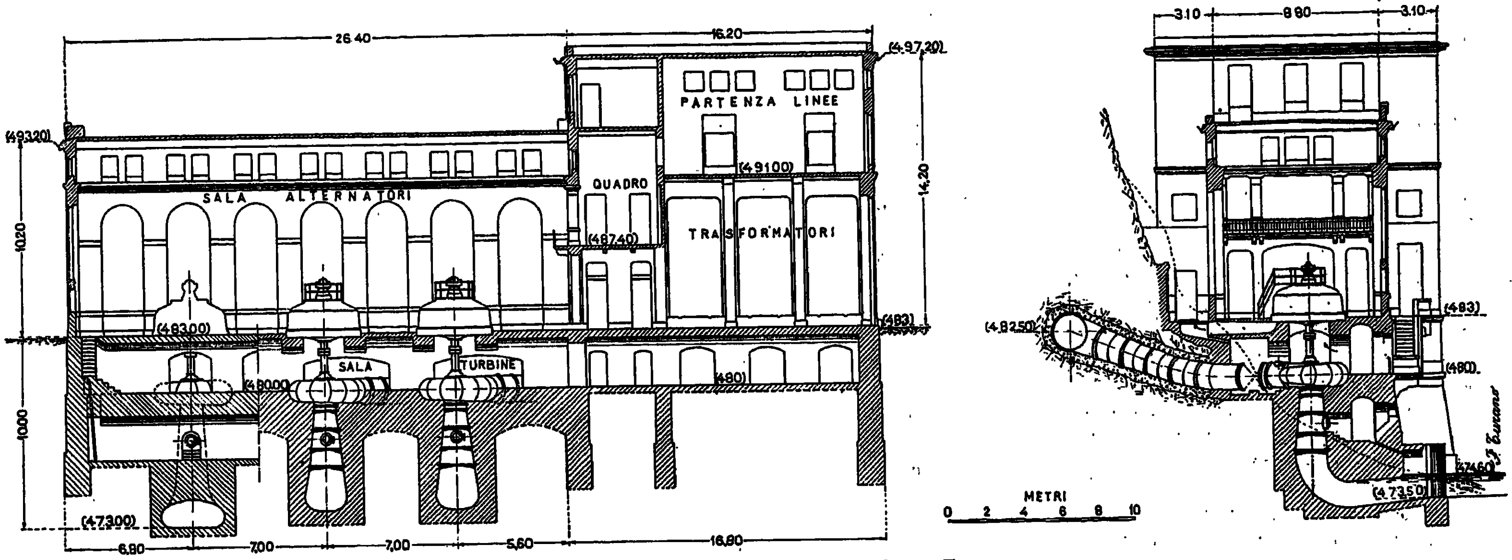
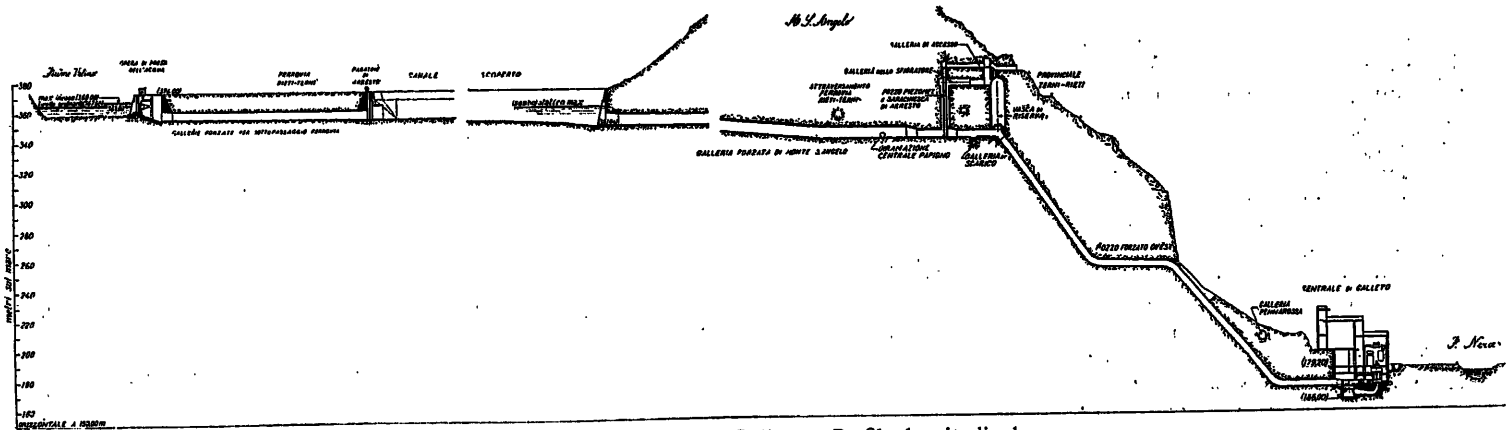
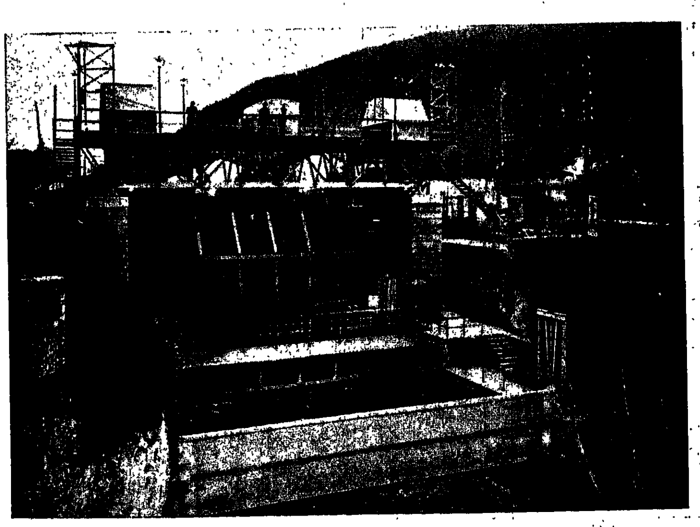


Fig. 38. — Sezioni della centrale sul fiume Turano.

La centrale è costituita da due corpi di fabbrica contigui e comunicanti. Il primo, a un solo piano, coperto da un tetto piano, misura circa m 26 × 9 e costituisce la sala macchine.

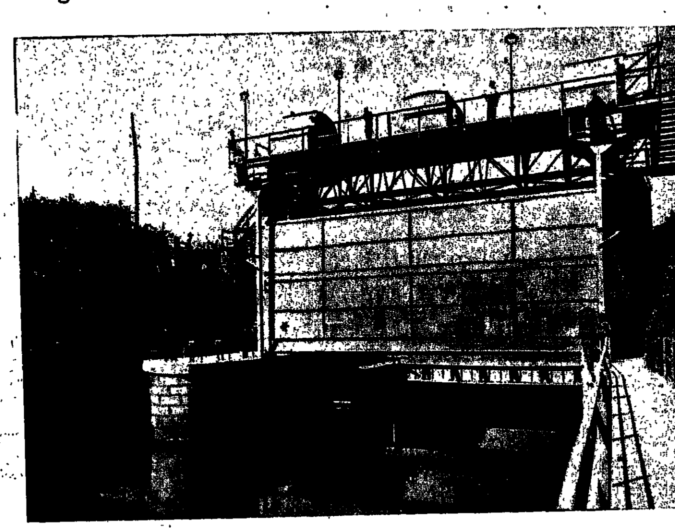

Fig. 39. — Impianto di Galleto - Profilo longitudinale.

Sono previsti due gruppi generatori ad asse orizzontale disposti parallelamente al lato maggiore del locale, sul medesimo allineamento. La quota dell'asse delle macchine è 459,80.


Fig. 40. — Sbarramento mobile sul fiume Velino. Vista da valle.

Ogni gruppo è costituito da una turbina Francis a due ruote, da 3300 kW, collegata ad un alternatore trifase da 4300 kVA.

Dietro alla sala macchine e largamente comunicante con essa, si trova l'edificio quadri, a due piani, lungo circa 36 m e largo 8. In esso saranno sistemati al piano terreno, dietro ciascun gruppo generatore, le celle dei circuiti di macchina e, posteriormente ad esse le due camerette, comunicanti coll'esterno, per i trasformatori.


Fig. 41. — Sbarramento mobile sul fiume Velino. Vista da monte.

Ne saranno installati due, uno per ogni macchina, del tipo in olio, da 6300 kVA.

Al piano superiore dell'edificio quadri si svolgono i circuiti ad alta tensione e si effettua l'uscita delle linee.

Scarico delle piene.

Come si è già accennato, allo scarico delle acque di piena si è provveduto con un'opera speciale, indipendente dal corpo della diga.

Essa è formata da un edificio in muratura costruito sulla sponda del lago artificiale generato dall'invaso della diga, in corrispondenza alla quota di massimo invaso. L'edificio prospetta il lago con una luce di m. 26,60, contenuta entro due muraglioni verticali estremi di m. 1,40 di spessore (fig. 25).

La luce libera è divisa in tre parti da due speroni in muratura pure di m 1,40 di spessore. Vengono così a costituirsi due luci laterali di m 8 di larghezza ciascuna, comandate da paratoie automatiche ribaltabili le quali, quando sono completamente rovesciate, lasciano libera la soglia fino a quota 507,20.

Nella parte centrale, larga metri 7,80, sono invece sistemati quattro sifoni autolivellatori, affiancati l'uno all'altro, col ciglio della bocca a quota 508.

L'acqua defluente, sia dalle bocche laterali che dallo scarico dei sifoni viene guidata da appositi muri d'ala, a imboccare la galleria di scarico, che comincia immediatamente dietro all'edificio murario.

Essa ha sezione trapezia, con volta a tutto sesto, con larghezza massima di m 5,60 e altezza massima di m 5,40, ed è proporzionata per una portata di oltre 200 metri cubi al secondo.

La galleria dopo aver descritto un'ampia curva, sottopassa la strada di accesso alla diga e poi sbocca all'aperto sul pendio montano dando luogo a uno scivolone fortemente inclinato il quale, nel suo ultimo tratto passa, sostenuto da un'arcata in muratura, sopra alla strada di accesso alla centrale, per immettere poi direttamente nel fiume.

Impianto sul fiume Turano.

L'impianto sul Turano può considerarsi gemello di quello sul Salto, del quale conserva tutte le più importanti caratteristiche e da cui differisce soltanto per qualche dettaglio nella disposizione delle opere. Per questa ragione ne diamo una descrizione molto succinta richiamandoci a quanto già detto per l'impianto sul Salto.

Nel grafico di fig. 31 sono riportate le caratteristiche idrauliche del serbatoio che verrà creato collo sbarramento del fiume. La massima quota di piena è a 536,60 e in corrispondenza ad essa il serbatoio offre uno specchio liquido di circa 5 chilometri quadrati e un invaso totale di circa 140 milioni di metri cubi. Col massimo svaso stabilito a quota 495, lo specchio liquido si riduce a circa 1,5 chilometri quadrati, e la capacità residua a

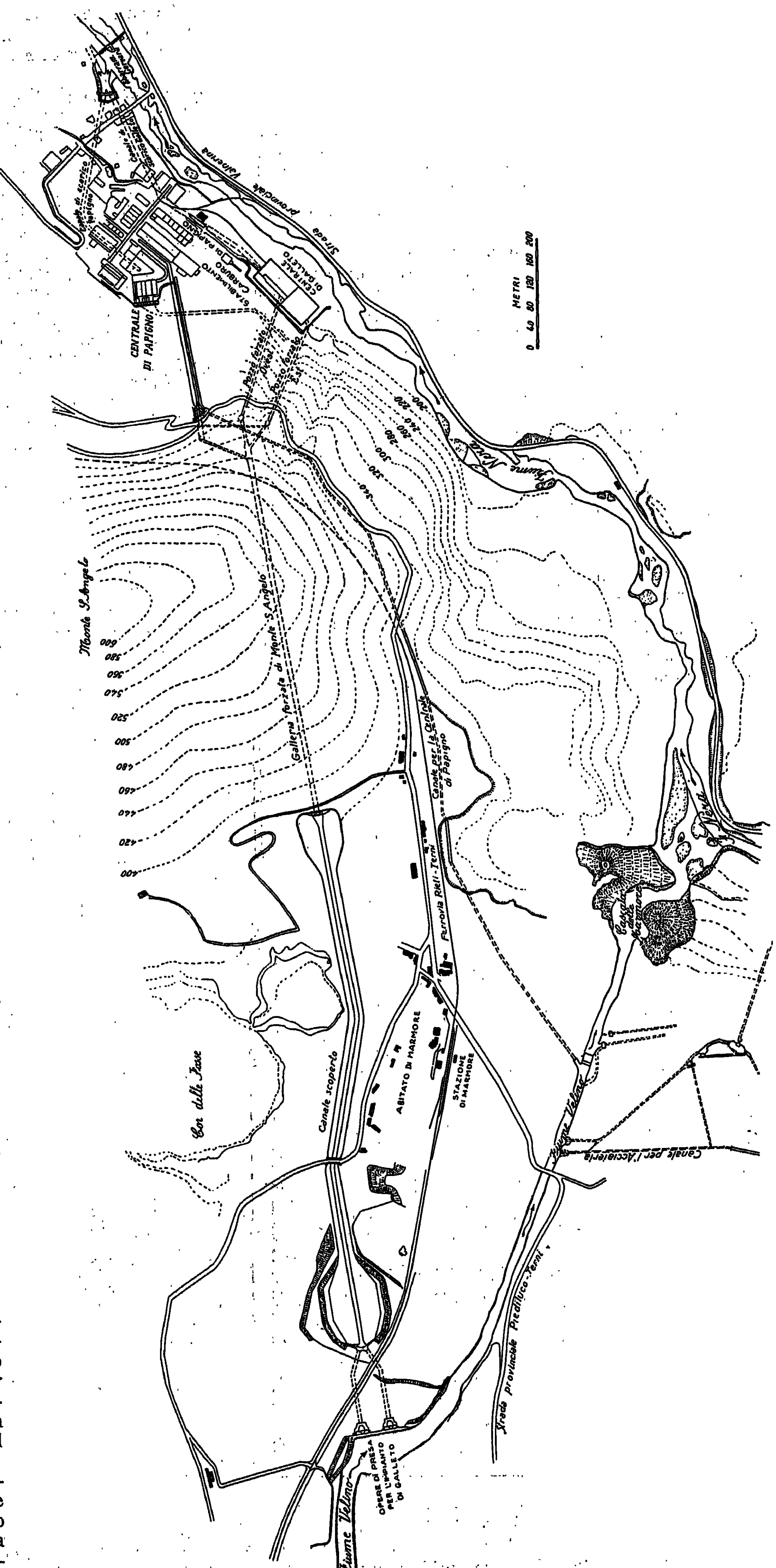


Fig. 42. — Planimetria generale dell'impianto di Galleto.

circa 13 milioni di m³. Si ottiene così, con una escursione di m 40,60 nel pelo liquido, una capacità disponibile di circa 127 milioni di metri cubi.

Diga e opere di presa.

La diga è in tutto analoga, sia come tipo costruttivo sia come disposizione planimetrica, a quella sul Salto. Essa ha però una maggiore imponenza tanto per l'altezza, che raggiunge il valor massimo di 65 m sul letto del fiume, quanto per lo sviluppo in pianta che è assai più vasto; ne risulta una mole muraria molto più grande (fig. 30 e 32).

La diga è attraversata in tutta la sua lunghezza, alla base, dallo scarico di fondo del serbatoio, il quale sbocca nel letto del fiume immediatamente a valle della diga; ivi è sistemata una cameretta di manovra. Nel corpo della diga sono praticati un sistema di drenaggio e giunti di dilatazione.

Lo spessore, in sommità è di m. 6 e il ciglio superiore si trova a quota 538,60. Alla diga si accede con apposita strada che si prolunga sul ciglio della diga stessa.

Anche qui si è dovuto provvedere alla costruzione preventiva di una galleria di derivazione delle acque, e di una diga provvisoria col ciglio a quota 485,40, attualmente sommersa dalle acque (fig. 30).

Il massimo sopralzo di piena è a quota 536,60; il massimo invaso per uso industriale è limitato a quota 533,50.

Le opere di presa sono pure del tutto analoghe a quelle dell'impianto sul Salto. Abbiamo anche qui la torre di presa prolungatesi in pozzo entro la roccia, e la galleria di avanzamento per la presa alla quota minima di 495. La torre serve per manovrare dall'alto le due paratoie di accesso alla condotta forzata, ed è accessibile dal ciglio della diga per mezzo di un breve viadotto in muratura (fig. 34).

Contrariamente all'impianto del Salto, è prevista una sola tubazione forzata in lamiera chiodata da 10 a 13 mm di spessore lunga m 103,70. Essa è posata in galleria; la quota dell'imbocco superiore è 491,60, e quello all'estremità inferiore è 480; all'imbocco superiore, immediatamente dietro alla paratoia di comando, si innesta il tubo d'aria che sbocca all'aperto risalendo la torre di comando (fig. 34 e 36).

Nel suo tratto inferiore la tubazione forzata si divide in tre rami i quali vanno ad alimentare altrettanti gruppi generatori installati in centrale.

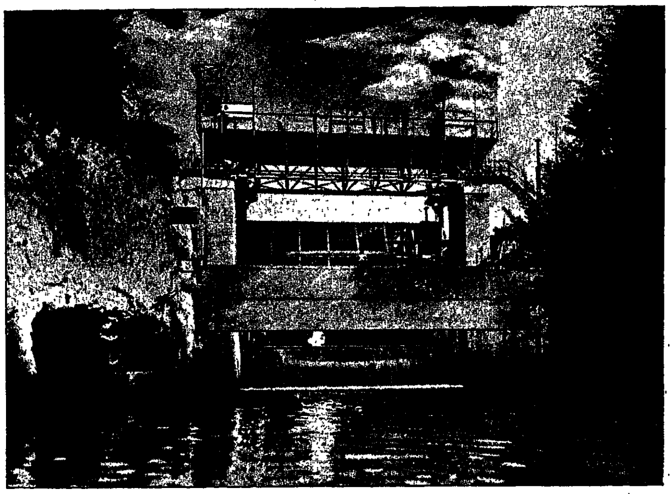


Fig. 44. — Sbarramento mobile sul fiume Velino. Visto da valle colla bocca di presa per la centrale Spoleto.

Centrale.

In corrispondenza dello sbarramento, a valle della diga, i versanti della valle sono stretti e molto ripidi. L'edificio della centrale sarà costruito, sbancando un certo tratto di roccia, sulla riva destra del fiume subito a valle della diga. Data la natura del pendio si è dato all'edificio una forma allungata, costruendo l'edificio quadri e trasformatori, di seguito alla sala macchine anzichè posteriormente ad essa (fig. 30).

La sala macchine misura m 9,60 × 26,40 e contiene tre gruppi generatori ad asse verticale. La mezzeria della turbina è a quota 480 e la tubazione arriva alla macchina sbucando direttamente dalla galleria nella roccia; si è appena ricavato lo spazio per inserire la saracinesca di comando. Il pavimento della sala macchine è a quota 483 (fig. 37 e 38).

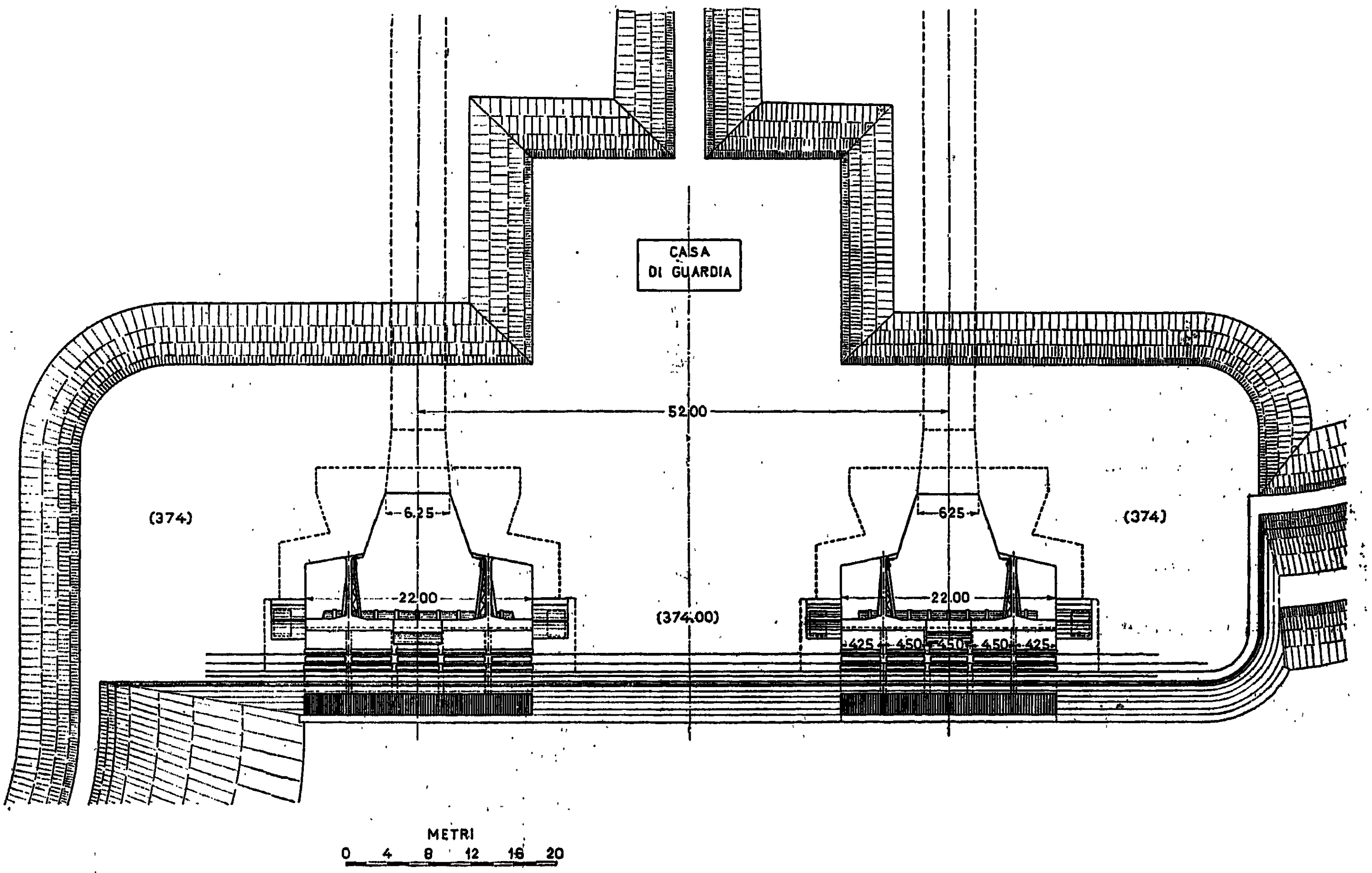


Fig. 43. — Planimetria delle opere di presa sul fiume Velino.

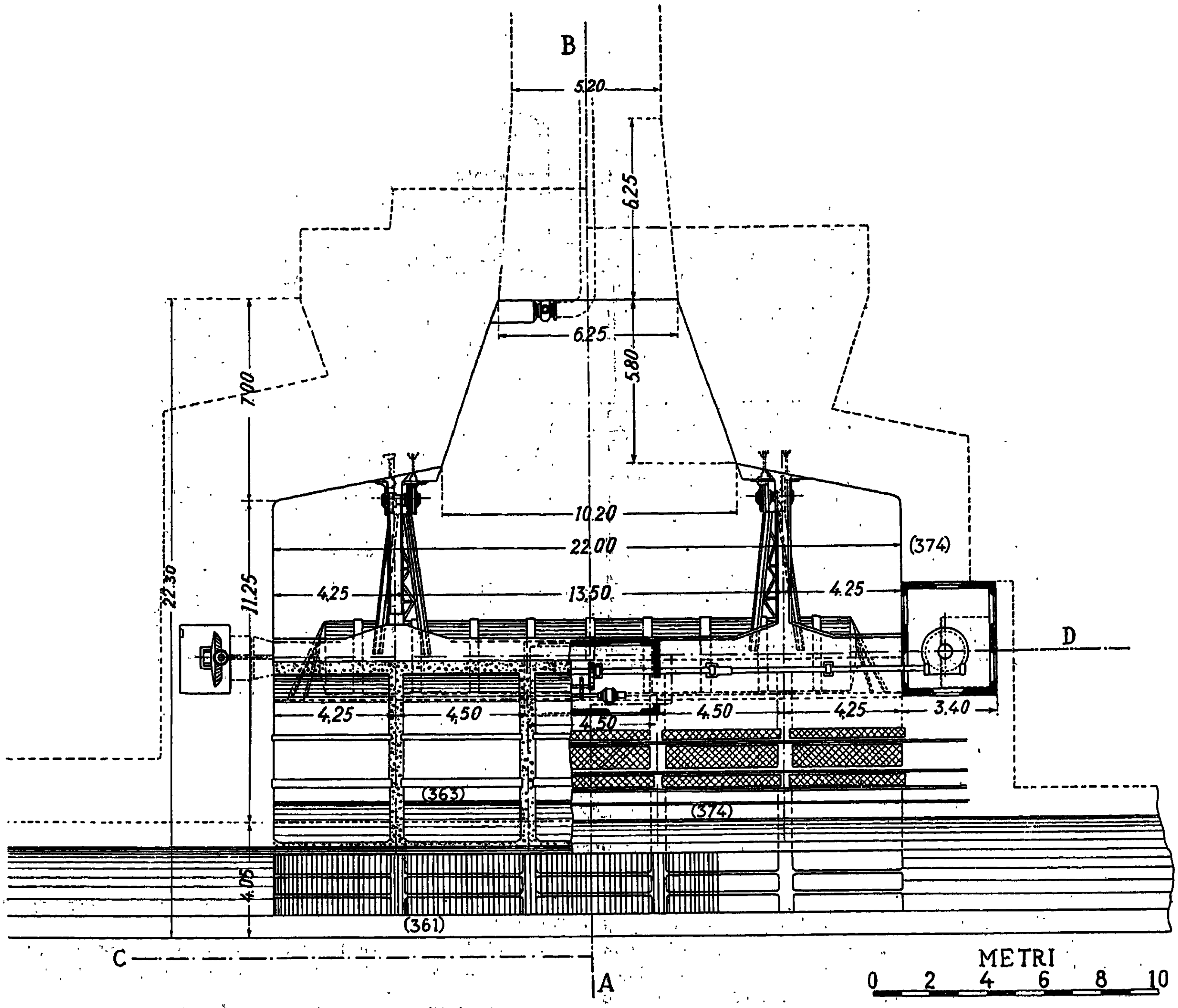


Fig. 45. — Particolari della planimetria di una bocca di presa sul fiume Velino.

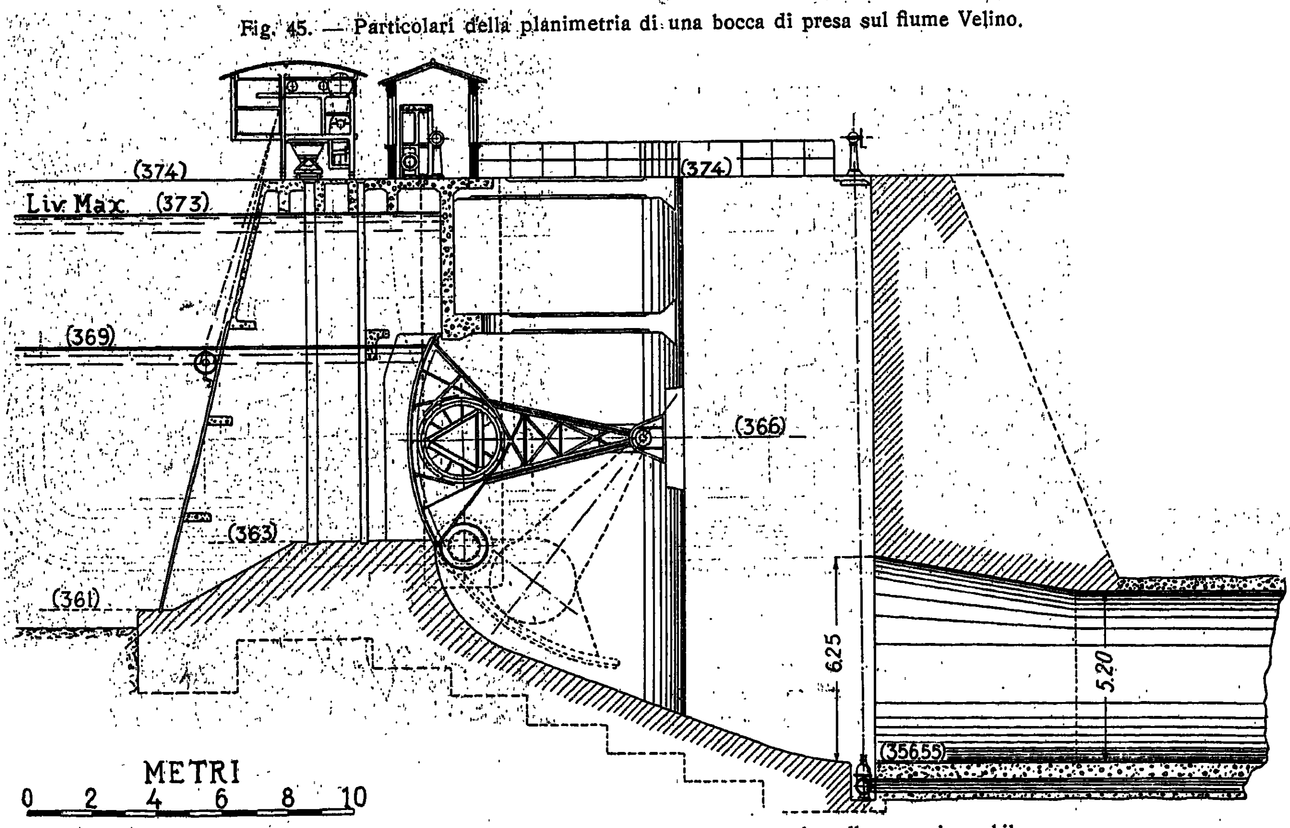


Fig. 46. — Presa sul fiume Velino - Sezione trasversale sulla paratoia mobile.

I gruppi sono costituiti da turbine Francis ad unica ruota da 3300 kW, accoppiate ad alternatori trifasi da 4300 kVA.

Lo scarico delle turbine avviene verticalmente con un breve tronco di tubazione che restituisce immediatamente le acque al letto del Turano.

In continuazione colla sala macchina, unito ad essa per un

lato minore, è costruito l'edificio trasformatori e quadro, a più piani. Al piano inferiore, in tre celle situate sulla fronte prospiciente il fiume sono collocati i trasformatori trifasi da 4300 kVA. Ai piani superiori si svolgono i circuiti ad alta tensione e si effettua la partenza delle linee.

di Piediluco in modo da creare un'unica grande capacità di invaso (fig. 42).

Sul tronco del Velino rigurgitato sono costruite le opere di presa e di derivazione dell'acqua, in sponda sinistra. Due tronchi di galleria paralleli adducono le acque dalle opere di

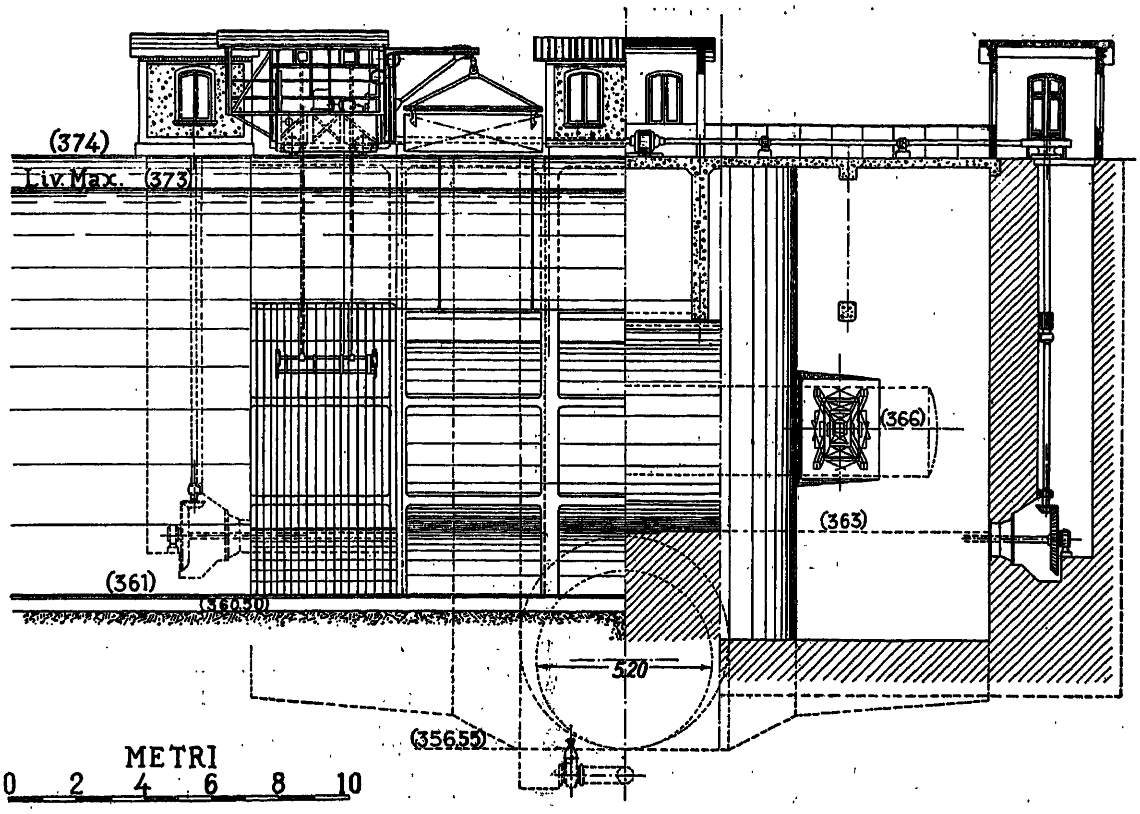


Fig. 47. — Presa sul fiume Velino - Sezione C-D.

presa in un canale derivatore all'aperto, lungo poco più di un chilometro.

Al canale fa seguito una galleria forzata lunga 730 metri; ricavata entro il monte Sant'Angelo e che all'estremità si biforca in due rami; da essa, poco prima della sua biforcazione si stacca un tronco di galleria che serve per allacciare la condotta forzata della centrale di Papigno.

Subito dopo la biforcazione della galleria, su ciascuno dei due rami secondari è ricavato, interamente in scavo nella roccia,

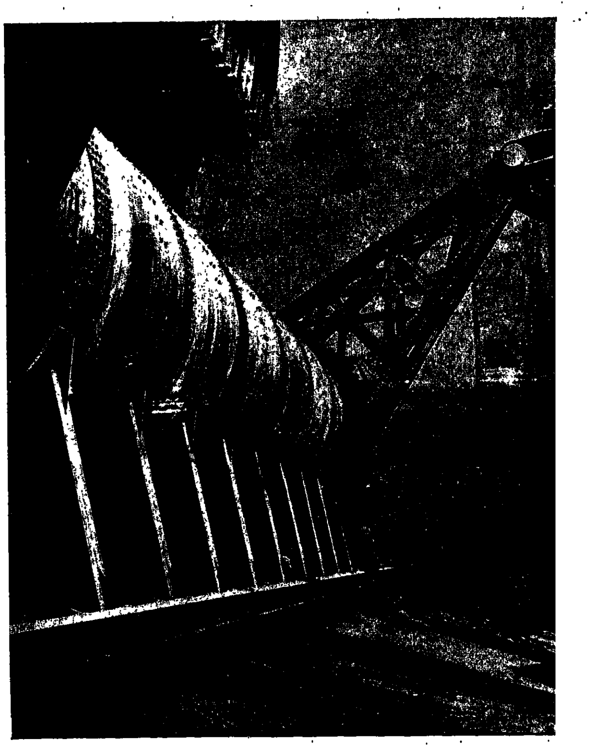


Fig. 49. — Attacchi del galleggiante alla paratoia mobile e ai perni fissi di rotazione.

Scarico delle piene.

Analogamente a quanto fatto nel serbatoio sul Salto, si è prevista, sulla sponda del serbatoio, in vicinanza della diga un'opera per lo scarico delle piene. Essa comprende una batteria di quattro sifoni autolivellatori e due paratoie automatiche di 10 m di luce ciascuna, ribaltabili col ciglio inferiore a quota 532,40 (fig. 30, 33 e 35).

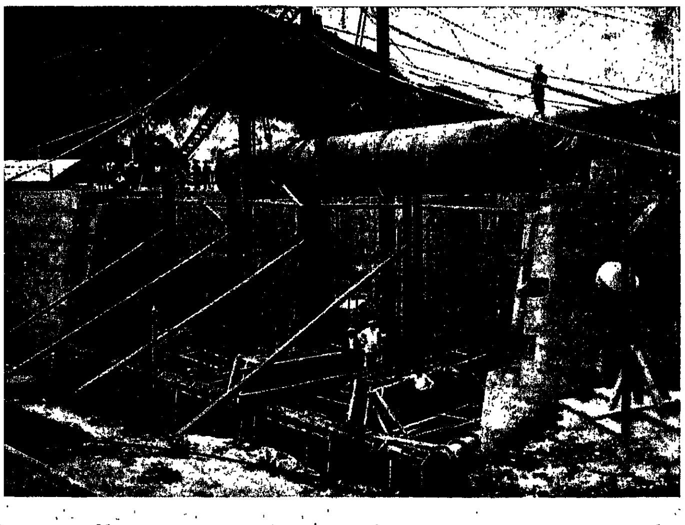


Fig. 48. — Montaggio del galleggiante cilindrico della paratoia mobile.

Le acque di scarico vengono convogliate in una galleria, proporzionata per una portata di circa 260 m^3/sec, la quale mette capo ad uno scivolone che restituisce le acque al letto del fiume subito a valle della centrale.

Impianto di Galleto.

L'impianto comprende essenzialmente le seguenti opere indicate nelle fig. 39 e 42:

Uno sbarramento mobile sul fiume Velino che produce un rigurgito tale da creare un invaso che, per mezzo di un ampio e profondo canale è messo in diretta comunicazione col lago

un complesso di opere che comprendono: due grandi pozzi piezometrici, le saracinesche di comando e gallerie di accesso, uno sfioratore e uno scarico di fondo.

Da queste opere prendono origine i due pozzi forzati, inclinati, i quali vanno ad alimentare la centrale.

Le opere idrauliche sono state costruite per una portata di 140 m^3/sec; il salto utilizzato è di 205 metri.

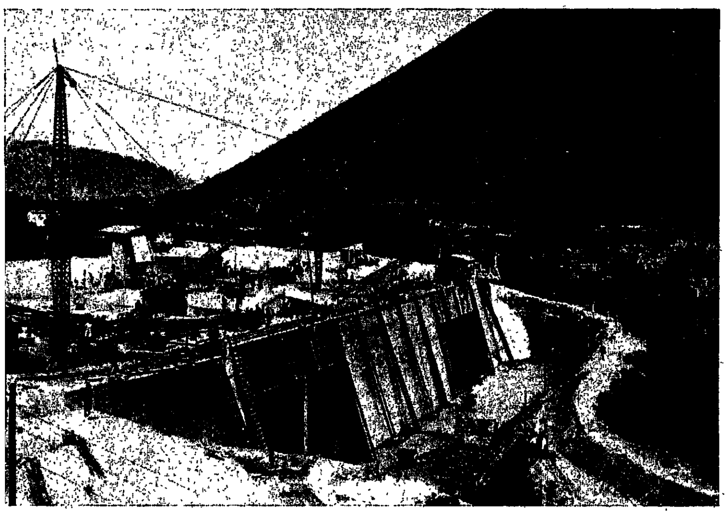


Fig. 50. — Vista delle opere di presa sul Velino prima dell'abbattimento del diaframma.

L'edificio della centrale è costruito a ridosso della falda montana in un piazzale ricavato parzialmente in iscavo, e comprende per ora quattro gruppi generatori verticali da 35.000 kW; a impianto finito i gruppi saranno otto.

Siccome il livello di scarico delle turbine risulta notevolmente inferiore alla quota delle acque del Nera in vicinanza della centrale, è stato necessario costruire una galleria di scarico lunga quasi mezzo chilometro per raggiungere il fiume molto più a valle. In seguito questa galleria sarà direttamente allacciata al canale derivatore per la centrale di Narni.

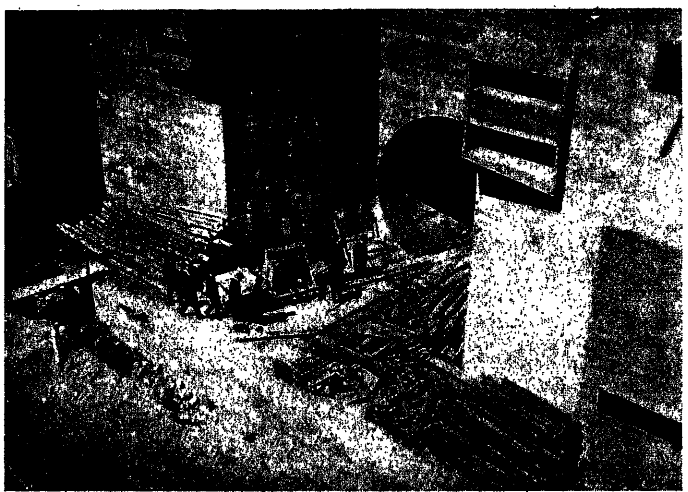


Fig. 51. — Imbocco di una delle gallerie forzate di derivazione.

La centrale di Galleto è in funzione con quattro gruppi (cioè per metà potenza) dal 1929.

Sbarramento sul Velino e invaso del lago di Piediluco.

Si è accennato alla opportunità di utilizzare come serbatoio di regolazione il lago di Piediluco il quale, col suo vasto specchio liquido di circa 1,7 chilometri quadrati mette a disposizione, con una escursione relativamente picola del pelo d'acqua, una capacità di invaso rilevante. Il lago non si trova inserito sul corso del fiume Velino, ma è situato lateralmente ad esso come una grande varice, e le sue acque defluiscono nel fiume come quelle di un ordinario affluente.

Il modo migliore di utilizzare l'invaso del lago come serbatoio per la centrale, sarebbe stato quello di derivare direttamente dal lago una galleria forzata in modo che il serbatoio potesse rispondere immediatamente ad ogni chiamata da parte delle turbine in centrale.

Tale soluzione sarebbe però riuscita eccessivamente costosa e si è perciò fatto ricorso ad un'altra soluzione la quale risponde egualmente bene allo scopo.

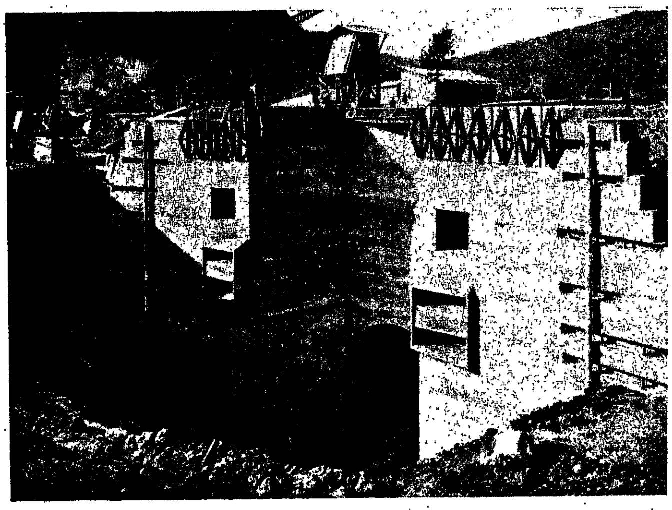


Fig. 52. — Scavi e murature di una delle opere di presa sul Velino.

Il concetto seguito è stato quello di creare un forte rigurgito nel corso del Velino a valle del lago, collegando quest'ultimo col fiume mediante un canale largo e profondo che crei un'ampia comunicazione per le acque. In questo modo si è venuti, per così dire, a prolungare fin entro il corso rigurgitato del Velino il serbatoio di accumulazione del lago, il quale funziona come un tutto unico col canale di collegamento e coll'invaso (di qualche centinaio di migliaia di metri cubi) creato mediante lo sbarramento del Velino.

La derivazione per la centrale è fatta dall'invaso sul Velino mediante un canale a cielo aperto che segue tutte le variazioni del pelo d'acqua nel lago e nel fiume, e poi con una galleria forzata.

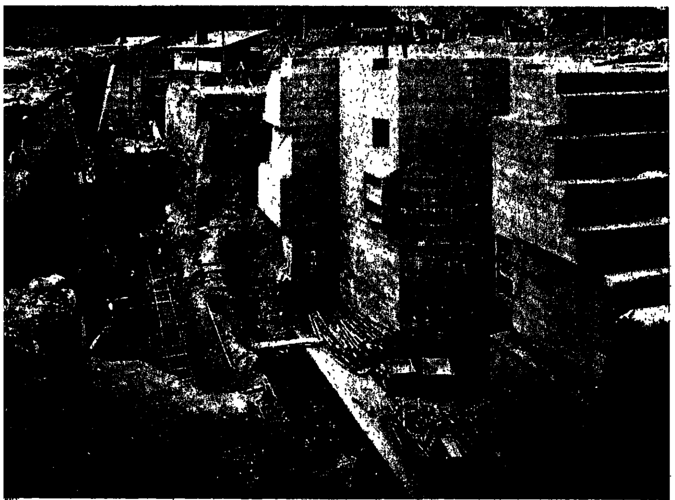


Fig. 53. — Opere all'imbocco di una delle due gallerie forzate di derivazione.

In questo modo la centrale può utilizzare la capacità di regolazione disponibile tal quale come se attingesse direttamente dal lago mediante una galleria forzata. Il sistema idraulico così costituito può mettere a disposizione, con una oscillazione del pelo liquido nel lago di Piediluco di soli tre metri, una capacità utile di cinque milioni di metri cubi; le opere eseguite permettono però di sfruttare una oscillazione massima di sei metri.

Lo sbarramento sul fiume Velino è costituito da una grande paratoia piana in lamiera, rinforzata da travi verticali a traliccio. Essa è manovrabile mediante comando con motori elettrici (e in caso di necessità, anche a mano), dall'alto di una passerella superiore sostenuta da travate metalliche trasversali portate da piedritti in muratura (figg. 40, 41, 44).

Lo sbarramento è sistemato sul fiume poco a monte della

cascata delle Marmore. La quota di massimo invaso è a 375 m sul mare.

Opere di presa.

Esse sono costruite quasi un chilometro a monte dello sbarramento del fiume, in sponda sinistra. Un tronco di sponda lungo circa 100 metri è stato leggermente retrocesso in modo da creare nel fiume come una piccola vasca di invito, ed è stato sistemato con grandi muraglioni leggermente inclinati che alle estremità si raccordano alle sponde naturali (fig. 42 e 43).

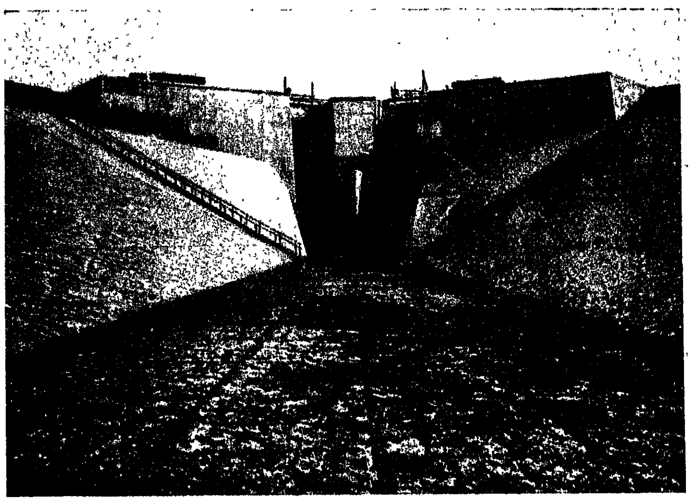


Fig. 54. — Sbocco delle due gallerie di derivazione nel canale all'aperto.

In questo muraglione si aprono le bocche di presa che sono due, eguali, e distanti fra loro 22 metri; si può così procedere quando occorra alla revisione di una delle bocche, senza dover interrompere il servizio dell'impianto.

Ognuna delle due bocche è larga 22 metri. La soglia anteriore, alquanto rialzata sul fondo del fiume è a quota 361; poi la soglia risale, inclinata, fino alla quota 363 permettendo così di svasare il Velino e il lago di Piediluco fino ad una quota di poco superiore a questa (figg. 45, 46 e 47).

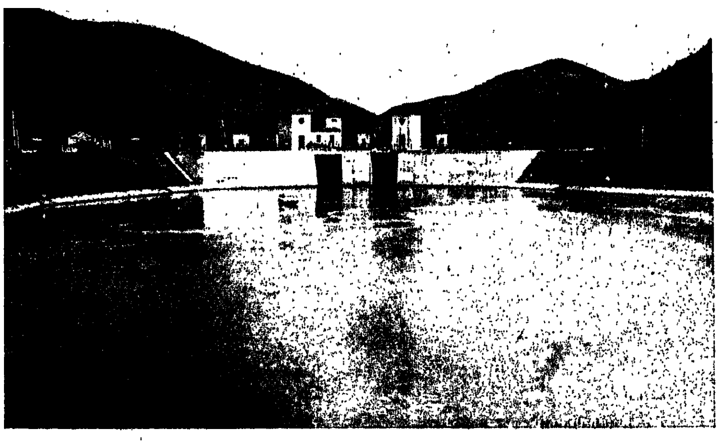


Fig. 55. — Il bacino all'inizio del canale all'aperto, visto da valle.

L'accesso alla bocca è protetto da una griglia inclinata composta di ferri da 10 × 100 distanziati 30 mm da asse ad asse, e che si appoggia inferiormente al piede della soglia a quota 361, ed è sostenuta da un complesso di cinque speroni verticali in cemento armato collegati da tre ordini di travi orizzontali. La trave superiore è a circa quota 370 e contro di essa si appoggia l'estremità superiore della griglia. Da questa trave fino al piano superiore di manovra (a quota 374) gli speroni verticali sono collegati da un solettone continuo in cemento armato che arresta l'entrata delle acque. Questa disposizione è utile per trattenere, in caso di piena, i numerosi galleggianti che vengono sempre trasportati dalle acque.

Le griglie sono pulibili meccanicamente mediante una sgrigliatrice che può scorrere su binari sistemati sul piano di manovra superiore che sovrasta tutta l'opera di presa e che è sostenuto dagli speroni in cemento armato.

Il lavoro di pulitura delle griglie è molto oneroso e specialmente nella stagione autunnale deve essere eseguito in modo quasi continuo per la grande quantità di galleggianti trasportati dalle acque. La pulitrice automatica è anche equipaggiata con una grue che viene utilizzata sia per la manovra dei panconcelli da mettere nei gargami quando si vuol effettuare una tura, sia anche per rimuovere, quando sia necessario, elementi di griglia. Questa è infatti divisa in tanti pannelli larghi m 0,85 e pesanti circa 1500 kg, che possono venire singolarmente rimossi.

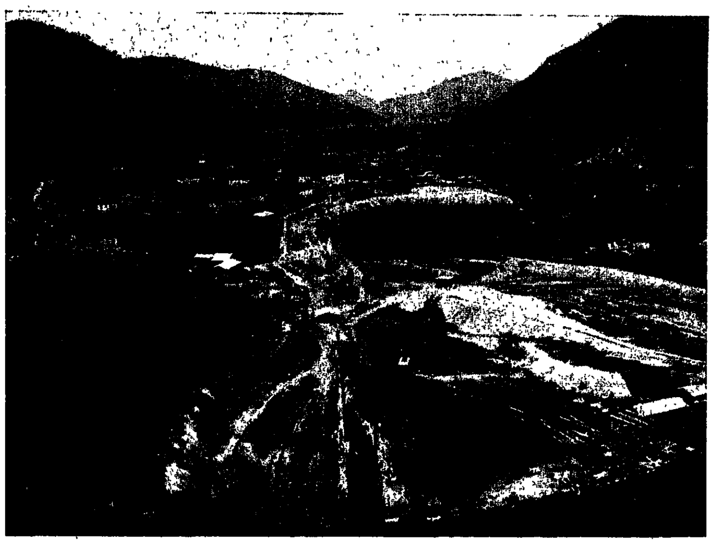


Fig. 56. — Veduta generale, dall'imbocco della galleria di Monte Sant'Angelo, dei lavori di scavo pel canale derivatore.

Alquanto indietro alle griglie sono sistemate le paratoie, una per ciascuna bocca per l'intera luce di 22 metri. Fra la griglia e la paratoia sono ricavati, negli speroni di cemento armato, dei gargami per eventuali ture di sicurezza.

Le paratoie sono del tipo a settore ruotante intorno ad un asse orizzontale e possono essere interamente abbassate andando a collocarsi in apposita svasatura ricavata nella parte posteriore della soglia della bocca di presa. Questo tipo è stato scelto perchè permette di derivare sempre l'acqua dagli strati superiori dell'invaso, ciò che è molto utile dato che le acque del Velino sono sempre molto ricche di materiali in sospensione, i quali hanno naturalmente tendenza a depositarsi gradatamente negli strati inferiori dell'acqua.



Fig. 57. — Scavo del canale derivatore.

La paratoia è costruita in lamiera di ferro chiodata ed ha la forma di un settore cilindrico ad asse orizzontale, del raggio di sette metri e colla corda di sei metri (fig. 46).

Immediatamente dietro alla parete cilindrica di lamiera corre, per tutta la lunghezza della paratoia, un grande cilindro orizzontale, pure di lamiera, disposto lungo la mezzeria del set-

tore cilindrico e rigidamente collegato ad esso da un complesso di bracci metallici a mensola (fig. 48 e 49).

Questo cilindro ha un doppio scopo. Da una parte esso, che è ermeticamente chiuso, funziona come galleggiante e fa sì che la paratoia (la quale quando vi è acqua nel canale si mantiene spontaneamente a circa 1 metro al di sotto del livello dell'acqua a monte) può essere manovrata secondo il bisogno con uno sforzo relativamente assai piccolo.

trici o anche a mano: un argano comanda un albero orizzontale che corre sul piano di manovra per tutta la lunghezza della paratoia; esso mediante due alberi verticali installati alle sue estremità entro pozzi ricavati nelle opere murarie, comanda due pignoni dentati installati al livello della soglia inferiore in corrispondenza alle due estremità della paratoia e che ingranano con due dentiere fissate alla faccia posteriore del settore cilindrico (fig. 47).

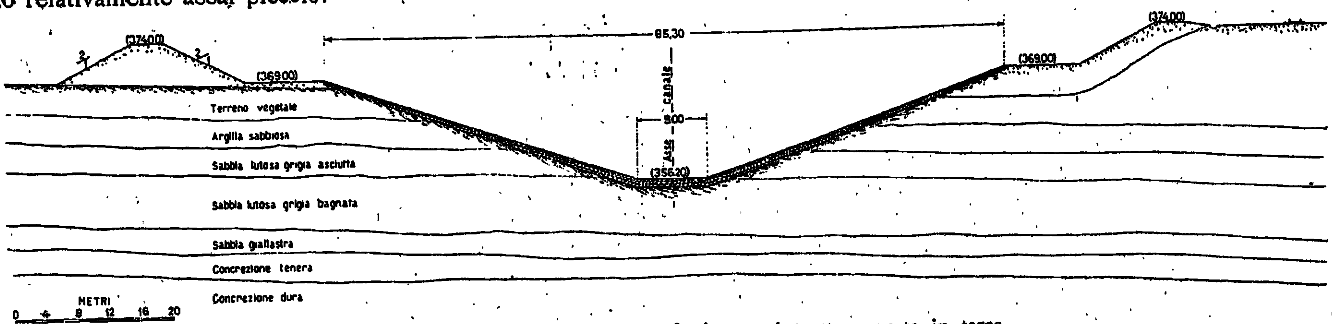


Fig. 58. — Canale derivatore - Sezione nel tratto scavato in terra.

Il cilindro ha poi una importante funzione statica in quanto costituisce la travata centrale di irrigidamento del settore circolare. Il cilindro è collegato con due robusti bracci metallici triangolari a traliccio, distanti fra loro 13 metri, a due perni orizzontali che nel loro insieme costituiscono l'asse di rotazione della paratoia e che sono portati dal muraglione verticale retrostante nel quale si apre la bocca della galleria di derivazione.

Il peso totale della paratoia è di circa 140 tonnellate. Esso è calcolato per resistere ad una pressione d'acqua di 10 m sul bordo inferiore.

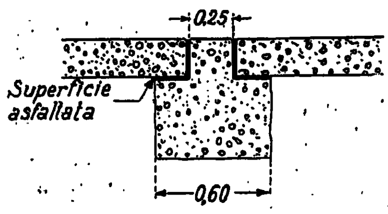


Fig. 59. — Rivestimento del canale a pelo libero
Particolare di collegamento fra giunti e lastroni.

Nella sua posizione più alta, la paratoia si trova col ciglio superiore a quota 369. Qui esso si appoggia, mediante una guarnizione di gomma che assicura la tenuta, contro il bordo inferiore di un solettone in cemento armato, verticale, che arriva fino al piano superiore di comando, e che riporta gli sforzi dovuti alla pressione dell'acqua, per mezzo di due puntoni orizzontali pure in cemento armato, al muraglione posteriore.



Fig. 60. — Il canale derivatore, prima dell'immissione dell'acqua, nel punto di massima larghezza.

La tenuta della paratoia nella parte inferiore cioè contro la soglia della bocca di presa è realizzata mediante una striscia di lamiera sottile fissata alla soglia stessa e che la pressione dell'acqua fa aderire fortemente contro la superficie della paratoia.

La manovra della paratoia può essere fatta con motori elet-

Il massimo sforzo di manovra si ha naturalmente quando la paratoia è all'asciutto mancando allora l'azione di alleggerimento del galleggiante.

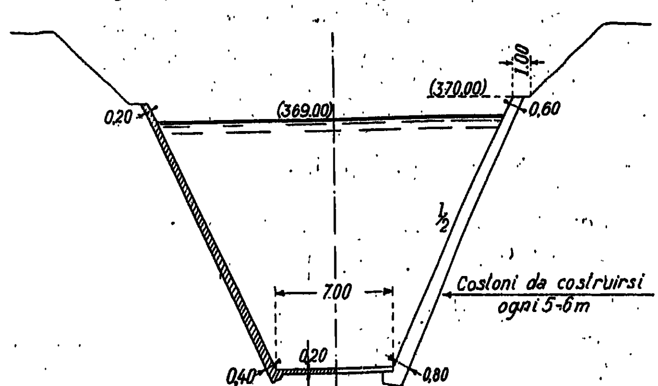


Fig. 61. — Canale a pelo libero - Sezione tipo nel tratto scavato in roccia.

Qualche difficoltà si è incontrata durante i lavori di scavo e di costruzione (fig. 50 e 52) in causa della natura dei terreni interessati che, nelle parti superficiali erano di natura incoerente (sabbie e argille) ciò che ha reso necessario la costruzione di robusti muri di sostegno. In profondità si è invece incontrato un terreno migliore, calcareo abbastanza compatto.

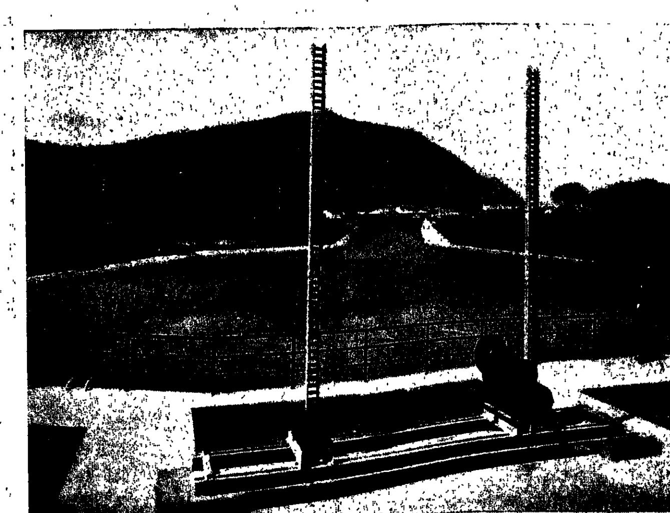


Fig. 62. — Inizio del canale derivatore all'aperto, visto da monte.

Gallerie e canale di derivazione.

Come si è accennato, il collegamento fra l'invaso del Velino e la galleria forzata di derivazione è effettuato mediante un primo tronco di galleria e poi con un canale a pelo libero (figg. 51 a 66).

Ognuna delle due bocche di presa immette in una galleria

circolare di 5,20 m di diametro. Le due gallerie si dipartono perpendicolarmente al fronte dell'opera di presa e corrono, rettilinee, parallele fra loro e mantenendosi alla distanza di 52 metri fra gli assi, per un tratto lungo circa 100 metri con una pendenza uniforme di 2,21 per mille; poi convergono fra loro e vanno sboccare, l'una a fianco dell'altra nella vasca di inizio del canale scoperto (fig. 42, 51 e 53).

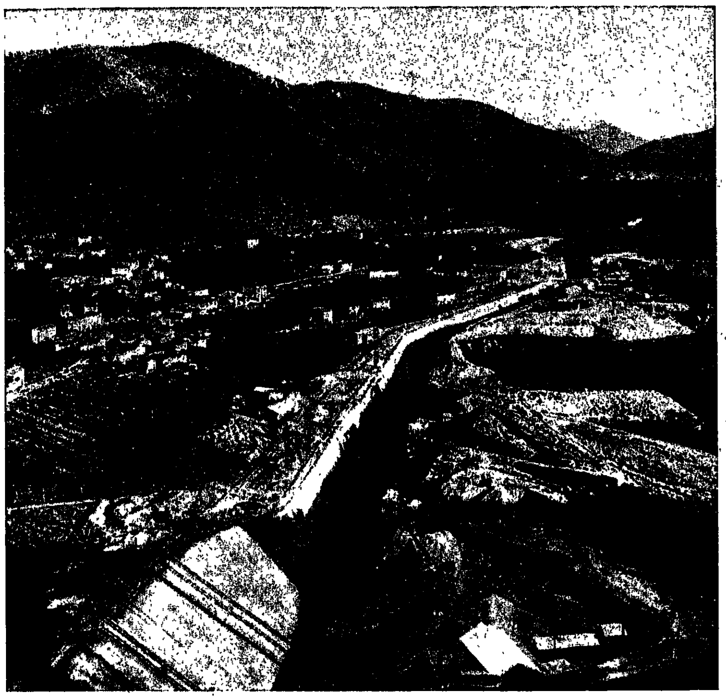


Fig. 63. — Veduta generale del canale derivatore a opere finite.

La qualità dei terreni attraversati e la rilevante spinta dell'acqua che arriva a 13 metri, ha costretto a rivestire ed armare notevolmente le due gallerie.

Nel tratto dove esse sottopassano la ferrovia Terni-Rieti, l'armatura è stata rinforzata con un tubo di lamiera annegato nel calcestruzzo.

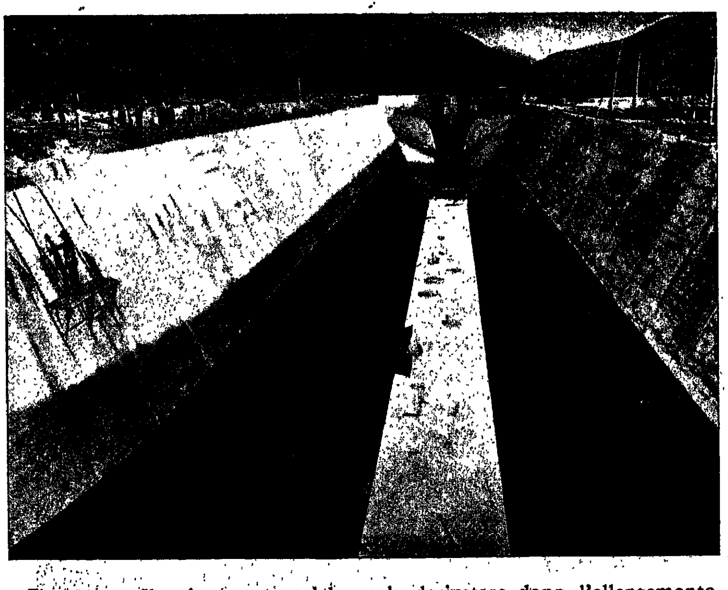


Fig. 64. — Il primo tronco del canale derivatore dopo l'allargamento iniziale, visto da valle.

Il canale all'aperto prende origine da un bacino largo circa 100 metri e lungo circa 150 m praticato in iscavo, allo sbocco delle gallerie forzate di derivazione. Queste sboccano, con direzione convergente, ai piedi di un grande muraglione verticale di contenimento del terreno e sono separate da uno sperone in muratura che avanza alquanto nel bacino (fig. 54).

Alla estremità delle gallerie si trovano due paratoie piane le quali servono sia per mettere all'asciutto l'una o l'altra delle due gallerie, sia come sussidiarie delle paratoie cilindriche di presa in caso di guasto, sia infine per permettere di procedere alla revisione di una delle paratoie di presa senza interrompere il funzionamento dell'impianto. La manovra delle paratoie può farsi a mano o con motorini elettrici (fig. 55 e 62).

Il canale a pelo libero è lungo circa un chilometro e ha un andamento planimetrico a spezzata, con tre tronchi rettilinei di quasi eguale lunghezza. Esso è ricavato in parte in iscavo e in parte in rilevato. Il suo fondo è a circa 17 metri sotto il livello massimo dell'acqua, ed ha una larghezza di 7 metri. La quota media del terreno è di 169 e quindi le sponde del canale si sono in parte dovute ricavare in riporto utilizzando il materiale degli scavi (figg. 56, 60, 63, 64, 65 e 66).

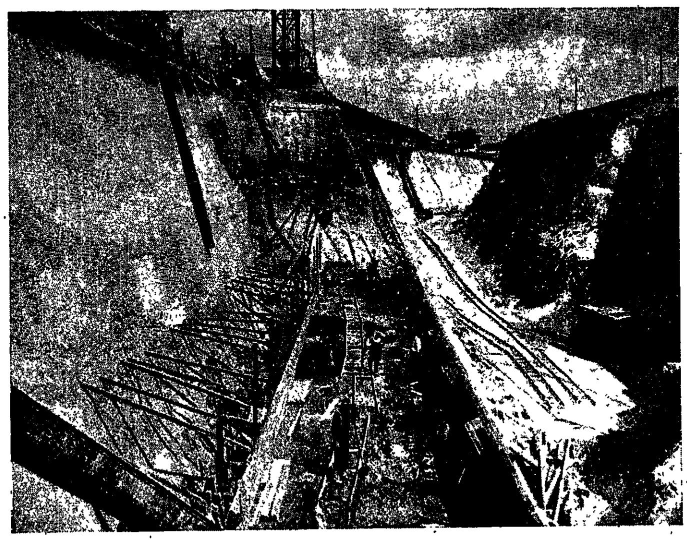


Fig. 65. — Scavi per la costruzione del canale.

Il tipo costruttivo del canale varia secondo i terreni attraversati.

Nei tratti in terreni argillosi si è adottata una sezione trapezia con sponde aventi la pendenza di 1 di altezza su 3 di base; si è fatto un rivestimento del fondo e delle sponde con pietrame vivo tenuto insieme da una rete metallica che consente una certa libertà per seguire gli assestamenti del terreno (fig. 58).



Fig. 66. — Il canale derivatore col rivestimento in calcestruzzo.

Dove il canale attraversa concrezioni calcaree rocciose si è potuto adottare una sezione con 2 di altezza su 1 di base. In questi tronchi si è eseguito il rivestimento delle sponde mediante soletta in calcestruzzo sostenuta da nervature verticali, collegate a loro volta con travi longitudinali; le nervature sono a 6 m di distanza fra loro e in corrispondenza di esse sono praticati i giunti di dilatazione della soletta (fig. 59 e 61).

Nell'ultimo tratto del canale la pendenza delle sponde diventa di 2 su 3; qui le pareti sono semplicemente rivestite da una parete continua di calcestruzzo poggiante sul terreno senza nervature nè giunti di dilatazione.

Nel suo complesso il canale per le dimensioni e l'importanza dei lavori eseguiti costituisce veramente un'opera imponente.

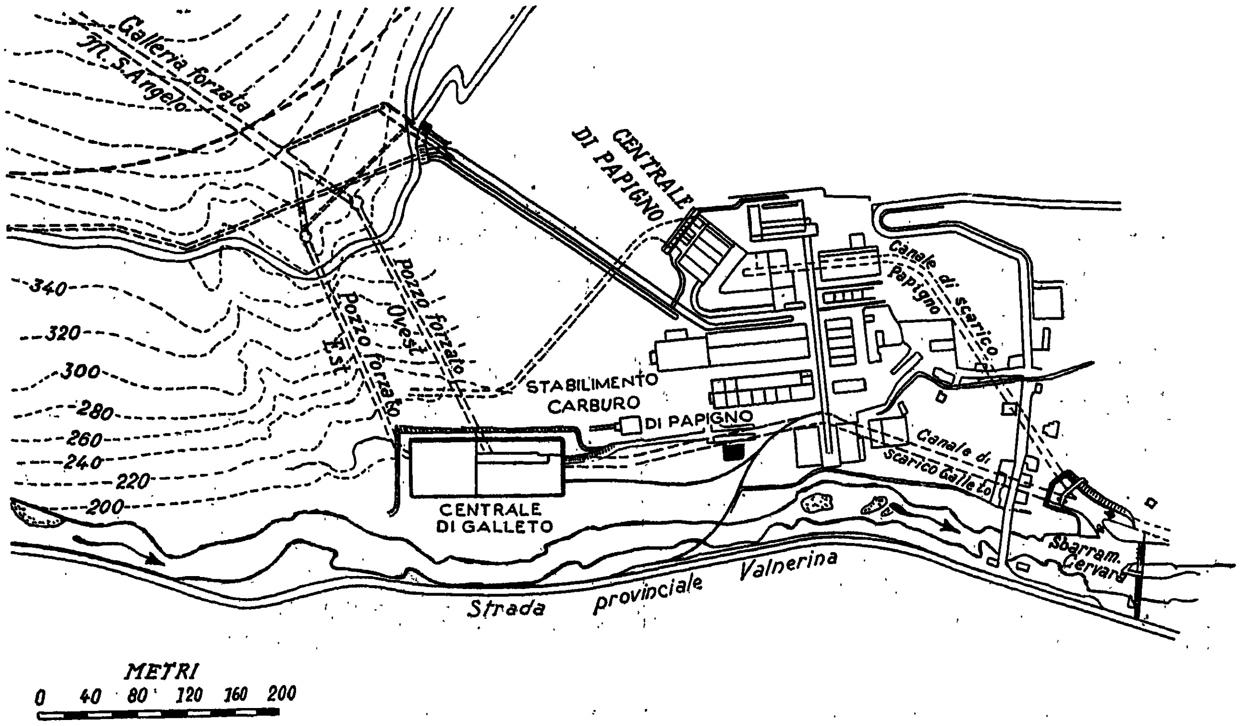


Fig. 67. — Planimetria generale delle opere in vicinanza della centrale di Galleto.

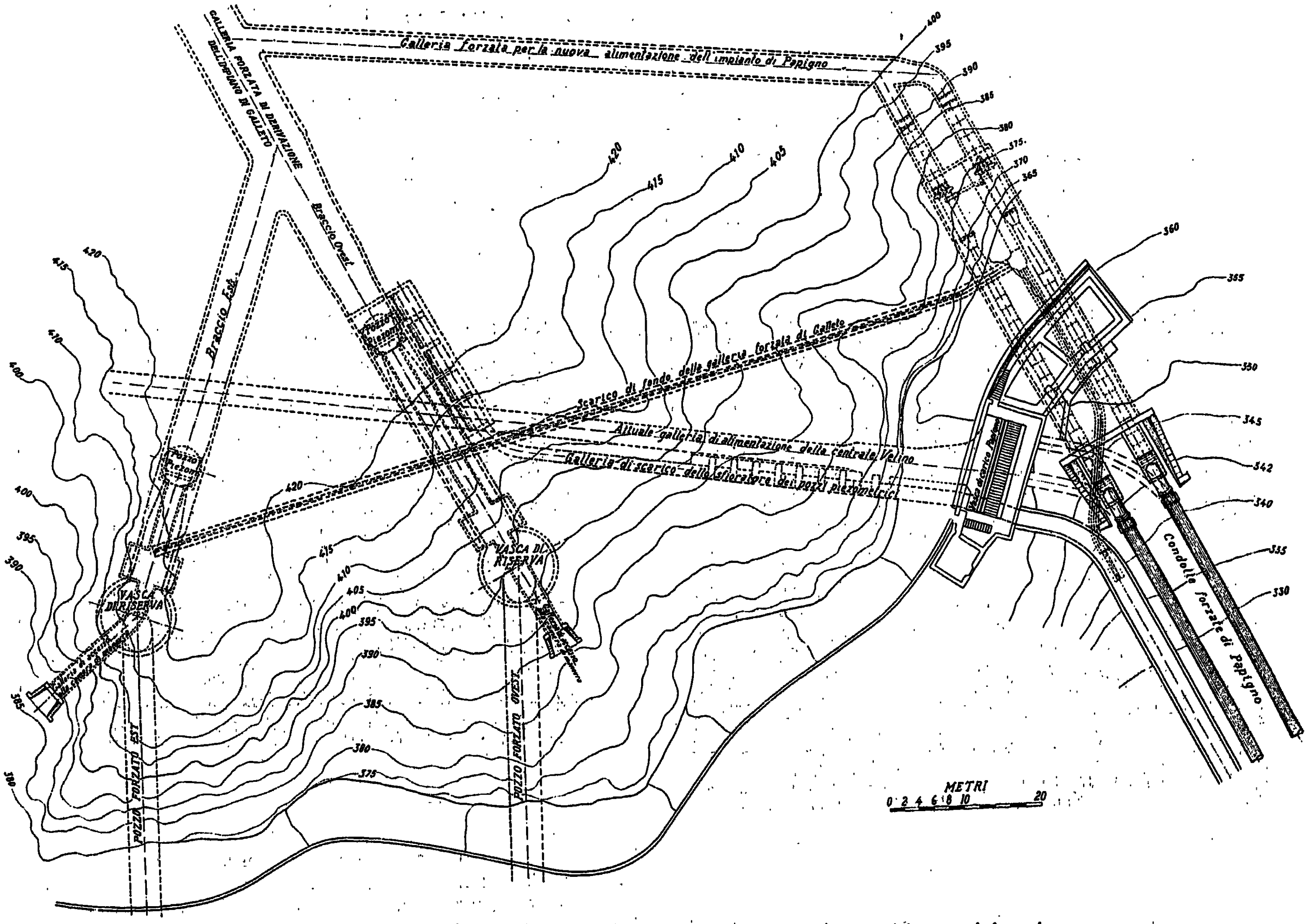


Fig. 68. — Planimetria generale delle vasche di riserva, pozzi piezometrici e pozzi forzati.

Il tratto estremo del canale subito prima dell'imbocco della galleria forzata si allarga sensibilmente dando luogo a un piccolo bacino nel quale è stata installata una griglia destinata a contenere i materiali che cadessero nel canale lungo il suo percorso.

Galleria forzata e allacciamento della centrale Papigno.

All'estremità del canale è praticata la bocca di accesso alla galleria forzata di derivazione che attraversa il monte S. Angelo (fig. 69 e 71).

Essa è lunga 730 metri e ha un andamento planimetrico rettilineo; nell'andamento altimetrico invece essa presenta due tronchi estremi di leggera pendenza (rispettivamente 2 e 1 per mille) collegati da un tronco intermedio che ha la pendenza del 9 per mille. Questa disposizione è stata resa necessaria dal fatto che il percorso della galleria forzata viene a incrociare la galleria ferroviaria della linea Terni-Rieti la quale deve venire sottopossata (fig. 39).

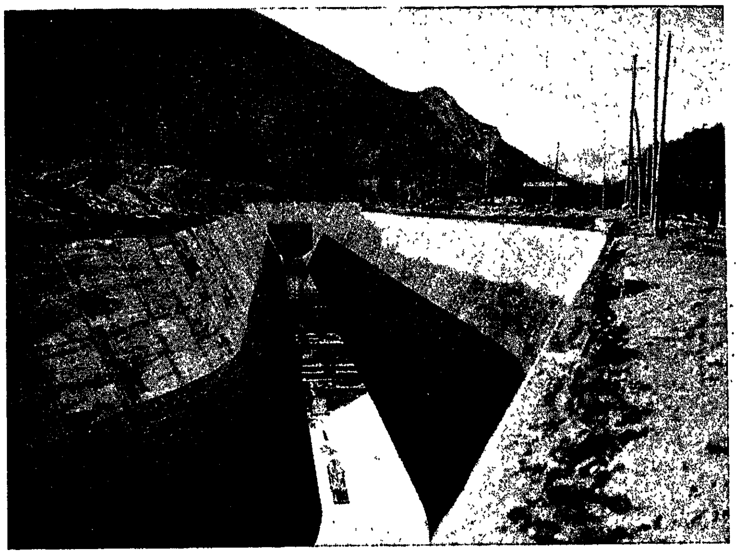


Fig. 69. — Il canale derivatore nel tratto scavato in roccia colle sponde rivestite e catramate - In fondo, l'imbocco della grande galleria forzata di Monte Sant'Angelo.

La sezione è rotonda con diametro interno di m 7,35, rivestita in calcestruzzo, quasi dovunque armato con una gabbia di tondini disposti secondo le generatrici e le sezioni rette del cilindro, perchè la roccia calcarea attraversata, notevolmente fessurata, non dava sufficiente affidamento (fig. 70, 72 e 74).

Nel tratto di attraversamento della galleria ferroviaria, l'armatura è stata sostituita da un tubo in lamiera annegato nel calcestruzzo (fig. 73).

In molti punti è stato anche necessario procedere a numerosi iniezioni di cemento nella roccia.



Fig. 70. — Vista della galleria forzata di Monte Sant'Angelo verso l'imbocco.

Alla progressiva 650 circa, sul lato sinistro della galleria, è effettuata la derivazione della galleria di allacciamento colle condotte forzate della vecchia centrale di Papigno la quale, come si è detto, è stata mantenuta in servizio (fig. 67, 68 e 77).

La galleria forzata di allacciamento, lunga 94 metri, ha un diametro di tre metri ed è costruita in modo analogo alla galleria principale. Alla sua estremità si biforca in due rami di m 2,10 di diametro nei quali si innestano due tubazioni metalliche. Esse mettono capo in una camera di manovra ricavata in scavo dove sono installate due valvole a farfalla alle quali sono state collegate le esistenti condotte forzate della centrale di Papigno. Le valvole sono comandabili a mano in posto, oppure con comando elettrico a distanza dalla centrale (fig. 75 e 76).



Fig. 71. — Imbocco della grande galleria forzata di Monte Sant'Angelo.

La camera di manovra si prolunga in un tronco di galleria che va a sboccare all'aperto sul versante costituendo nel complesso un'opera a pianta rettangolare, lunga circa 40 metri che fa col suo asse un angolo di circa 120° coll'asse della galleria forzata di allacciamento. La camera di manovra propriamente detta misura m 4,50×9,70: in essa trovano posto oltre alle valvole a farfalla sulle due tubazioni, anche una valvola di scarico, installata subito a monte di esse in ogni tubazione, e destinata a scaricare la sabbia che si andasse accumulando nella condotta; per lo smaltimento di questi scarichi si è costruito un cunicolo di raccordo col canale di scarico della vasca di carico della centrale di Papigno, che già esisteva. Sulle condotte, a valle delle valvole a farfalla, sono poi installate due valvole di rientrata d'aria. Segue infine, su ogni condotta, un tubo Venturi per la registrazione delle portate.

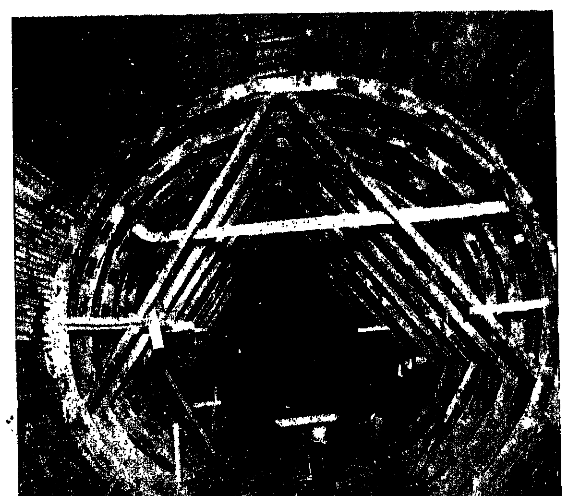


Fig. 72. — Lavori di scavo della galleria forzata. Centine per l'esecuzione del rivestimento.

Le condotte forzate percorrono l'ultimo tratto di galleria che segue la camera di manovra e che sbocca, come si è detto, all'aperto; dopo aver compiuto un angolo col piano verticale si innestano nelle preesistenti tubazioni forzate della centrale di Papigno.

La centrale di Papigno era, prima della costruzione delle nuove opere, alimentata con una galleria a pelo libero della portata di 25 m³/sec derivata dal Velino immediatamente a monte dello sbarramento mobile che è stato costruito per produrre l'invaso per la centrale di Galleto e di cui si è detto più sopra. Coll'allacciamento attuale alla condotta forzata di Gal-

leto, che funziona, come si è visto, sotto carico, la centrale di Papigno viene ad utilizzare un salto corrispondentemente maggiore.

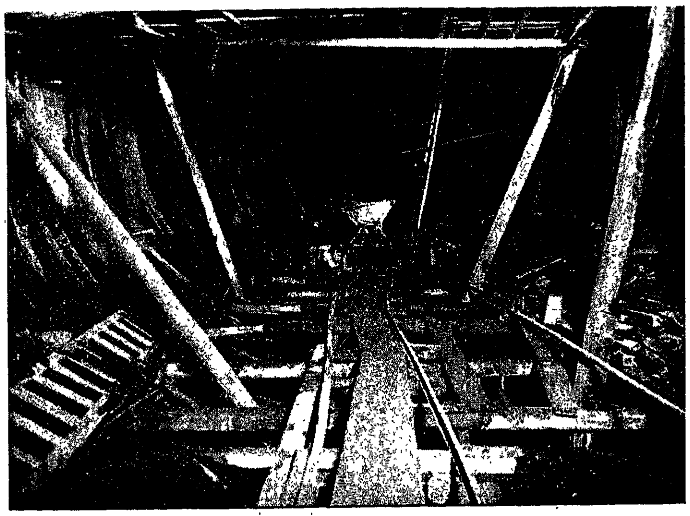


Fig. 73. — Galleria forzata - Lavori in corrispondenza dell'attraversamento sotto la galleria ferroviaria.

Pozzi piezometrici e vasche di compensazione.

La centrale di Galleto ha le caratteristiche di una centrale di punta e quindi va soggetta a brusche e forti variazioni di

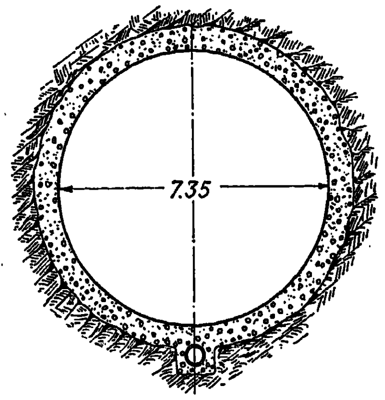


Fig. 74. — Sezione normale della galleria forzata principale.

carico. Inoltre, essendo gli alternatori protetti contro le sovracorrenti mediante il noto tipo di regolazione rapida Brown Bo-

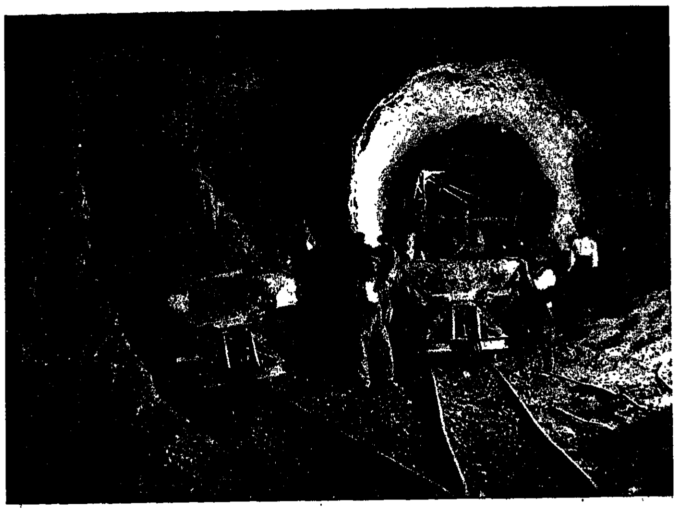


Fig. 77. — Derivazione, dalla galleria forzata principale, dell'allacciamento colla centrale di Papigno.

veri può avvenire che in seguito ad un guasto venga bruscamente annullato e poi rapidamente ripristinato l'intero carico.

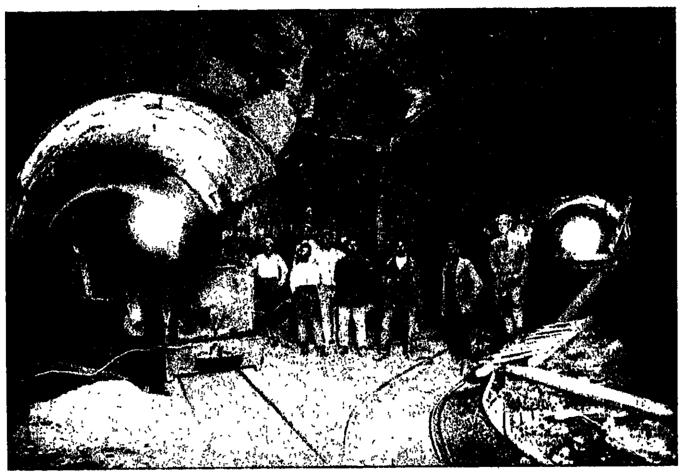


Fig. 78. — Biforcazione della grande galleria forzata, nei due bracci estremi.

Queste considerazioni importavano la necessità della costruzione di pozzi piezometrici per sottrarre le gallerie e le condotte alle pericolose ripercussioni delle brusche variazioni di

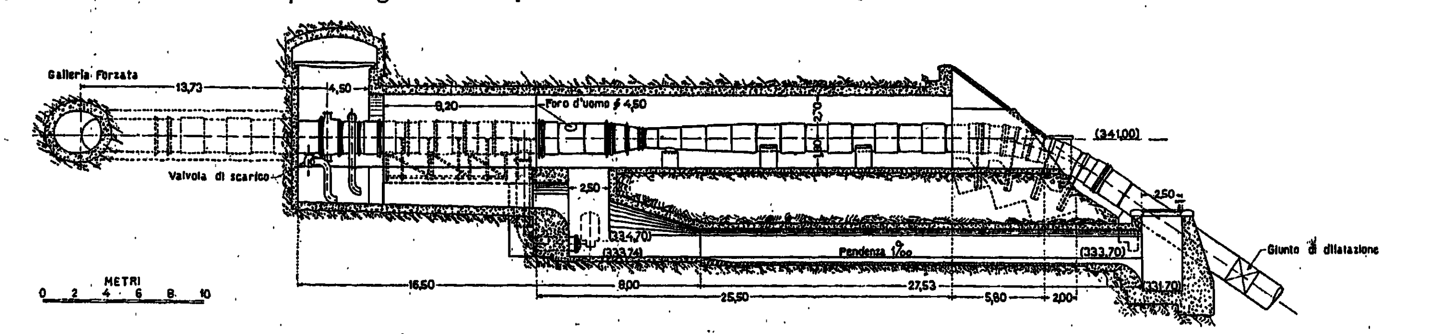


Fig. 75. — Raccordo colle condotte forzate di Papigno - Sezione longitudinale.

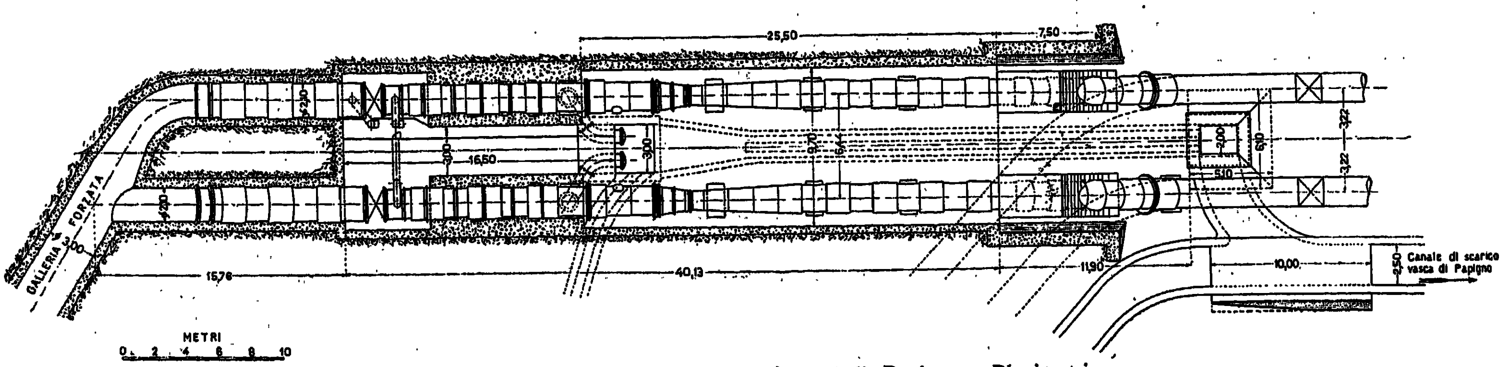


Fig. 76. — Raccordo colle condotte forzate di Papigno - Planimetria.

regime nella massa d'acqua in movimento. Date le portate rilevantissime in giuoco e l'ampiezza delle variazioni previste,

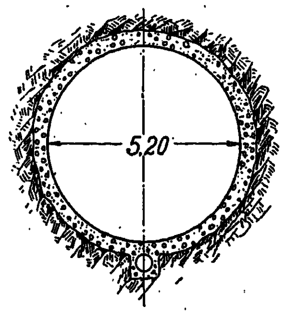


Fig. 79. — Sezione normale di uno dei bracci estremi della galleria forzata.

le dimensioni necessarie pei pozzi piezometrici risultavano assai grandi.

o viceversa di erogare la portata richiesta durante il periodo di irregolarità che si verifica in modo transitorio prima che sia raggiunto il nuovo stato di regime. Si è quindi costruito un complesso di opere, interamente in scavo, che nel loro insieme costituiscono una mole di lavoro imponente (fig. 68).

La grande galleria forzata di derivazione, quasi immediatamente dopo la derivazione per l'allacciamento colla centrale di Papigno, si biforca (fig. 78) dando luogo a due tronchi rettilinei, lunghi circa 60 metri, i quali divaricano fino a portarsi colle loro estremità ad una distanza di 50 metri fra loro. Su ciascuno di questi due tronchi sono costruiti un pozzo piezometrico ed una vasca di compensazione, con disposizione analoga sui due tronchi.

La fig. 80 rappresenta la sezione delle opere sul tronco ovest. L'estremità della galleria forzata ha l'asse a quota 342,04; essa è comandata da una paratoia metallica piana a sollevamento verticale scorrevole su rulli. Gli organi di manovra della paratoia sono installati in una camera in roccia col pavimento a quota 387 la quale comunica colla bocca della galleria forzata mediante un pozzo verticale di sezione rotonda,

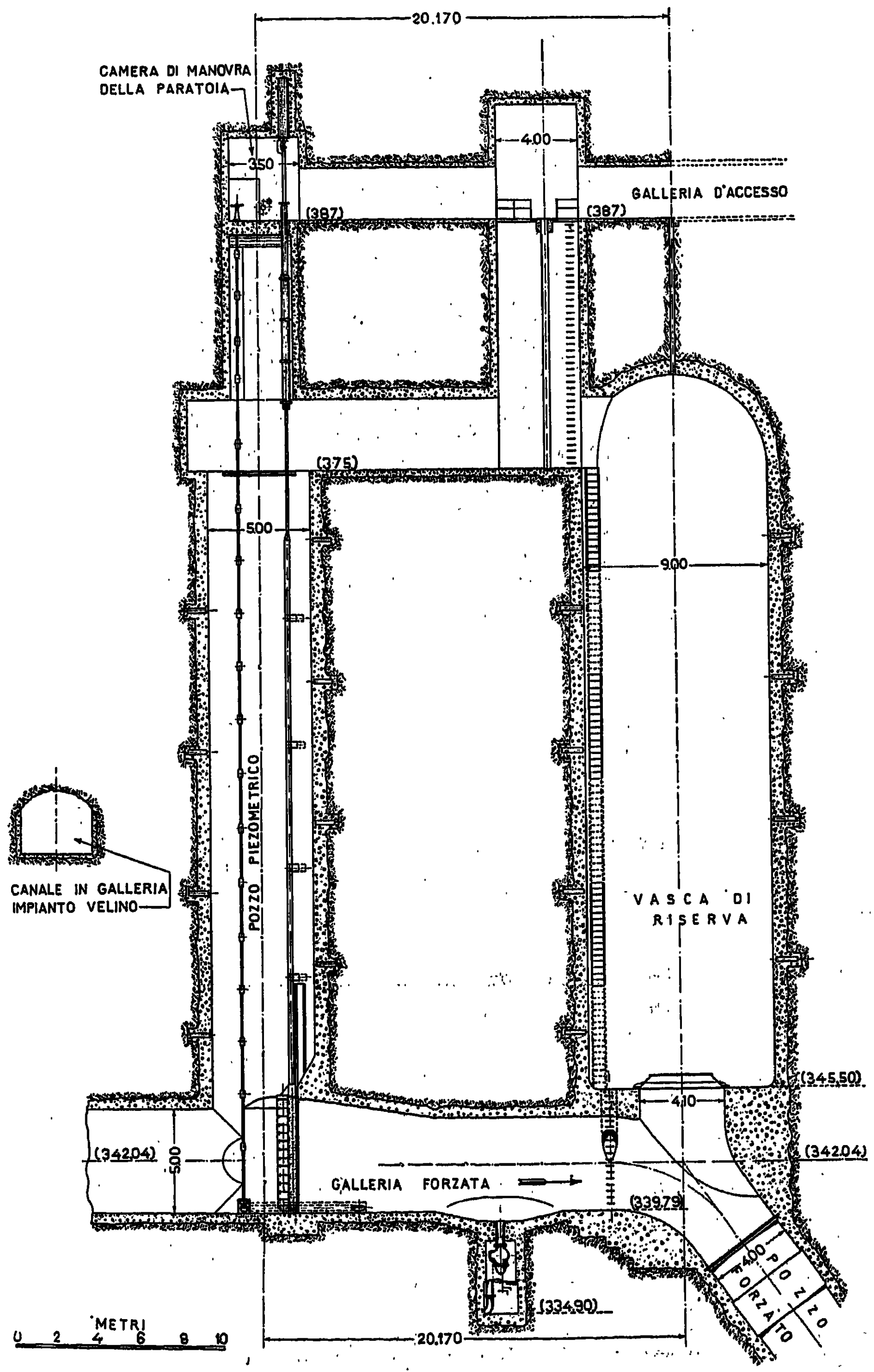


Fig. 80. — Pozzo piezometrico e vasca di riserva - Sezione longitudinale (Braccio Ovest).

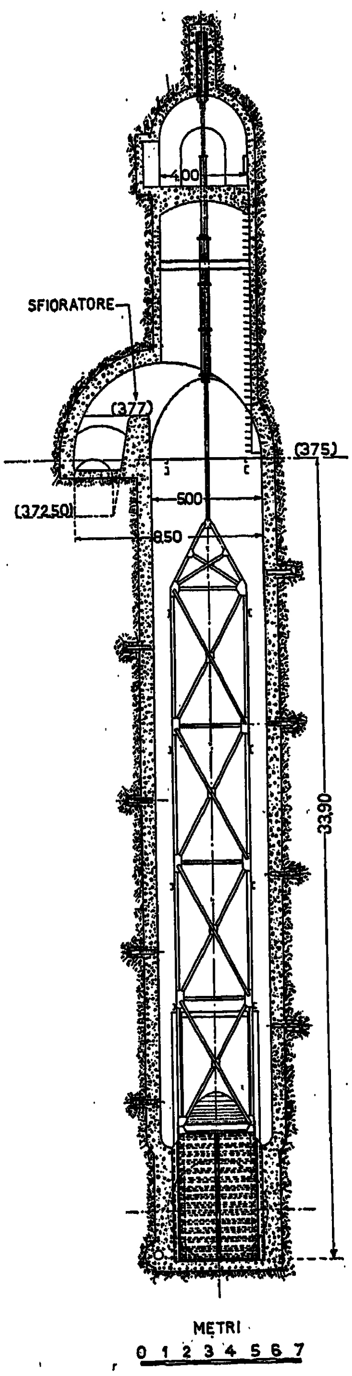


Fig. 81. — Pozzo piezometrico e vasca di riserva - Sez. trasversale in corrispondenza dello sfioratore (Braccio est).

Vi si è in parte rimediato ricorrendo a un tipo di pozzo piezometrico differenziale Johnson nel quale il pozzo propriamente detto è sussidiato da una vasca di compensazione la quale ha la funzione di accumulare l'eccesso d'acqua in arrivo

di 5 metri di diametro che costituisce il pozzo piezometrico propriamente detto.

La paratoia è provveduta di un dispositivo rapido di chiusura comandabile anche elettricamente a distanza, dalla centrale. La paratoia viene mantenuta in posizione di apertura da un gancio; mediante un elettromagnete essa può essere sganciata e cade quindi sotto l'effetto del proprio peso, mitigato dall'azione di un freno a glicerina.

Alla paratoia fa seguito un breve tronco di galleria del diametro di m 4,50 circa la quale mette capo nel pozzo forzato di alimentazione della centrale. In corrispondenza alla bocca del pozzo forzato è ricavata, in scavo nella roccia, la grande vasca di compensazione che ha anch'essa la forma di un pozzo verticale, alto circa 35 metri e del diametro di 9 m.

Il pozzo piezometrico e la camera di compensazione comunicano alla loro estremità superiore e inferiore.

La comunicazione inferiore è ottenuta mediante una bocca praticata nel fondo della camera di compensazione; la bocca è armata con un pezzo metallico conico con diametro variabile da m 2,78 a m 4 fissato nel calcestruzzo che costituisce il fondo della vasca; il pezzo metallico è costruito in modo da poter essere parzialmente tolto per ottenere una bocca di diametro maggiore quando l'impianto lavorerà a piena potenza.

La comunicazione superiore è invece data da un tronco di galleria orizzontale col pavimento a quota 375, cioè a circa 6 metri al di sopra del livello ordinario dell'acqua.

Qualora si verificasse la chiusura contemporanea delle paratoie in entrambe le gallerie forzate, potrebbe avvenire nei pozzi piezometrici un forte rigurgito di acqua la quale, attraverso la galleria superiore di collegamento andrebbe a scaricarsi nella camera di compensazione.

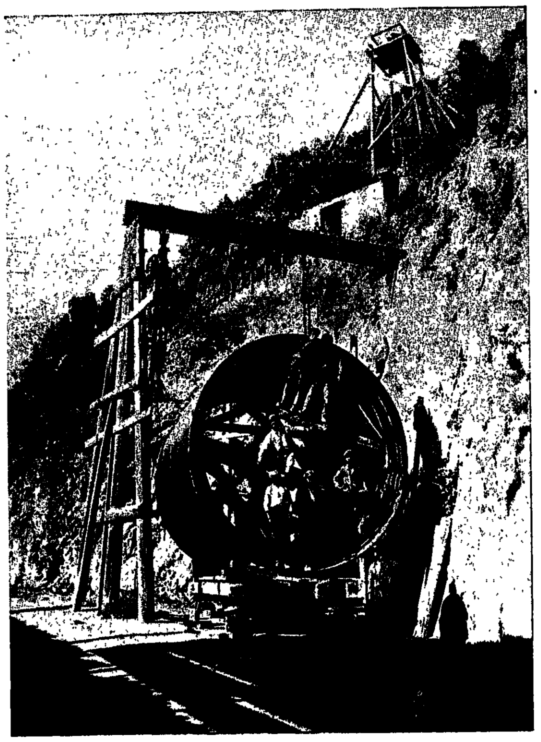


Fig. 83. — Trasporto dei tronchi di tubazione pei pozzi forzati.

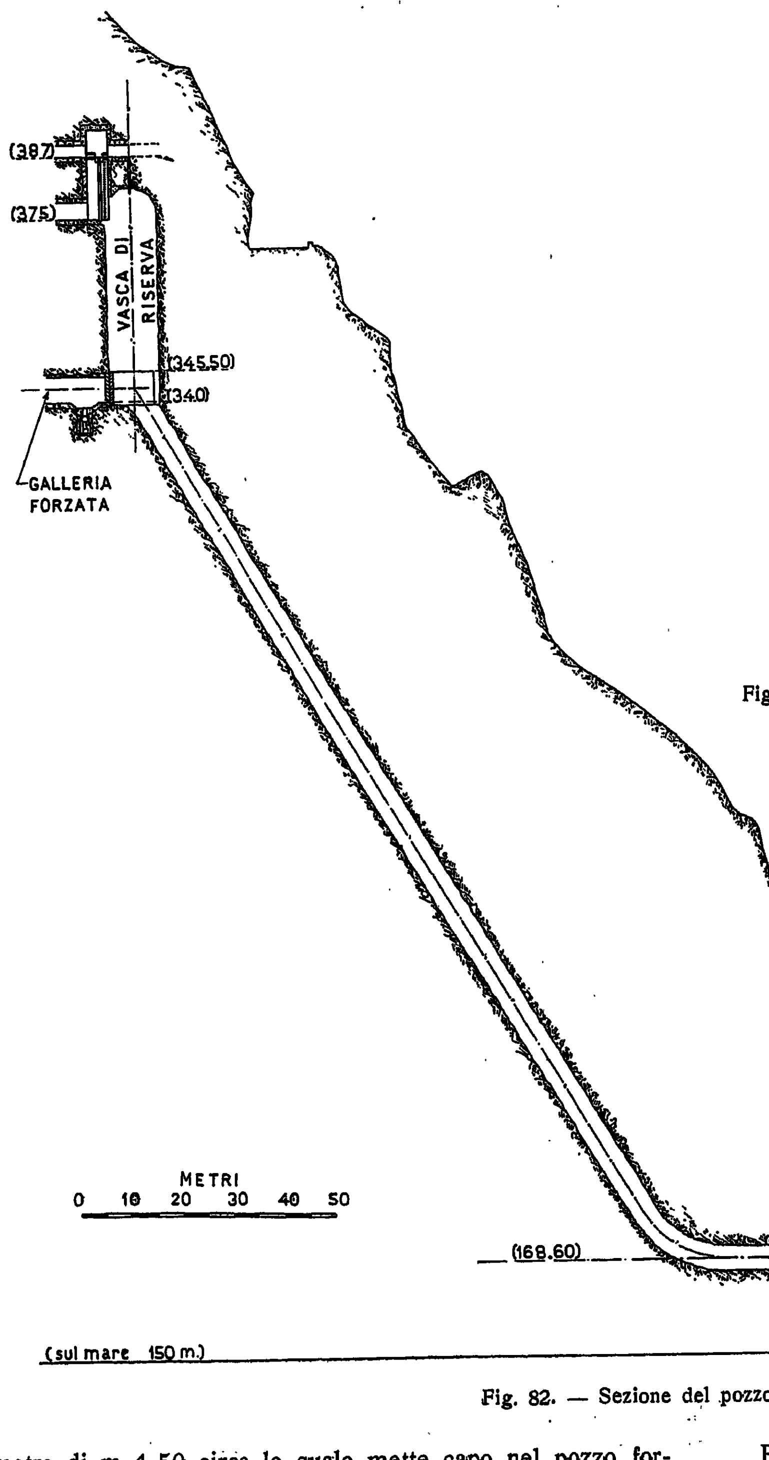
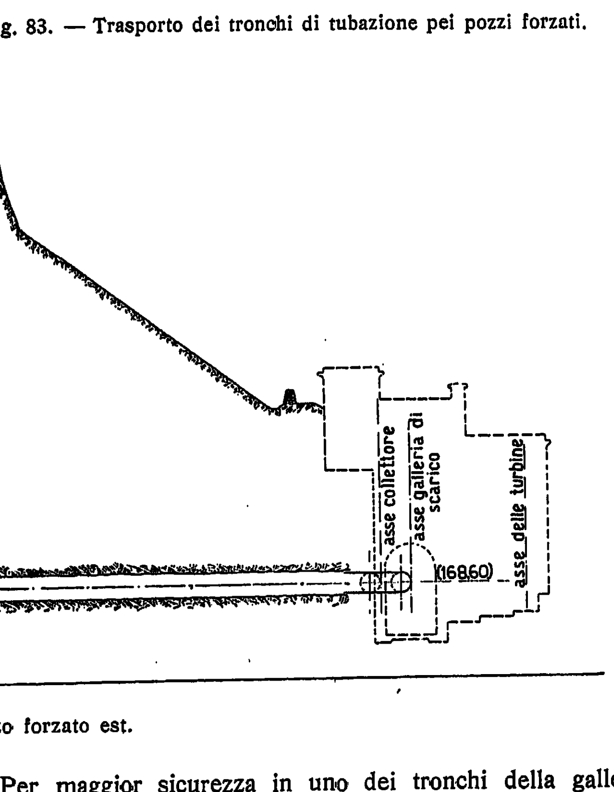



Fig. 82. — Sezione del pozzo forzato est.

Per maggior sicurezza in uno dei tronchi della galleria forzata e precisamente nel tronco ovest dove la distanza fra pozzo piezometrico e vasca di compensazione è maggiore (circa 30 metri), nella galleria di comunicazione superiore si è anche sistemato uno sfioratore col ciglio lungo 20 metri e a quota 377. Lo sfioratore scarica in un canale in galleria che va a sboccare nel canale di scarico della vasca di carico della centrale di Papigno. La disposizione dello sfioratore è chiaramente indicata nella sezione di fig. 81. Allo stesso canale di scarico fa capo un cunicolo proveniente da una valvola di scarico sistemata nel punto più basso della galleria di comunicazione inferiore, e avente lo scopo di smaltire le acque di perdita dalle paratoie in modo da poter mettere a secco le gallerie e i pozzi forzati, quando occorra.

Tutte le opere in scavo di cui abbiamo fatto parola hanno dovuto essere rivestite con calcestruzzo fortemente armato per renderle atte a resistere alle grandi sollecitazioni che si manifestano nel caso di bruschi cambiamenti di regime nei deflussi

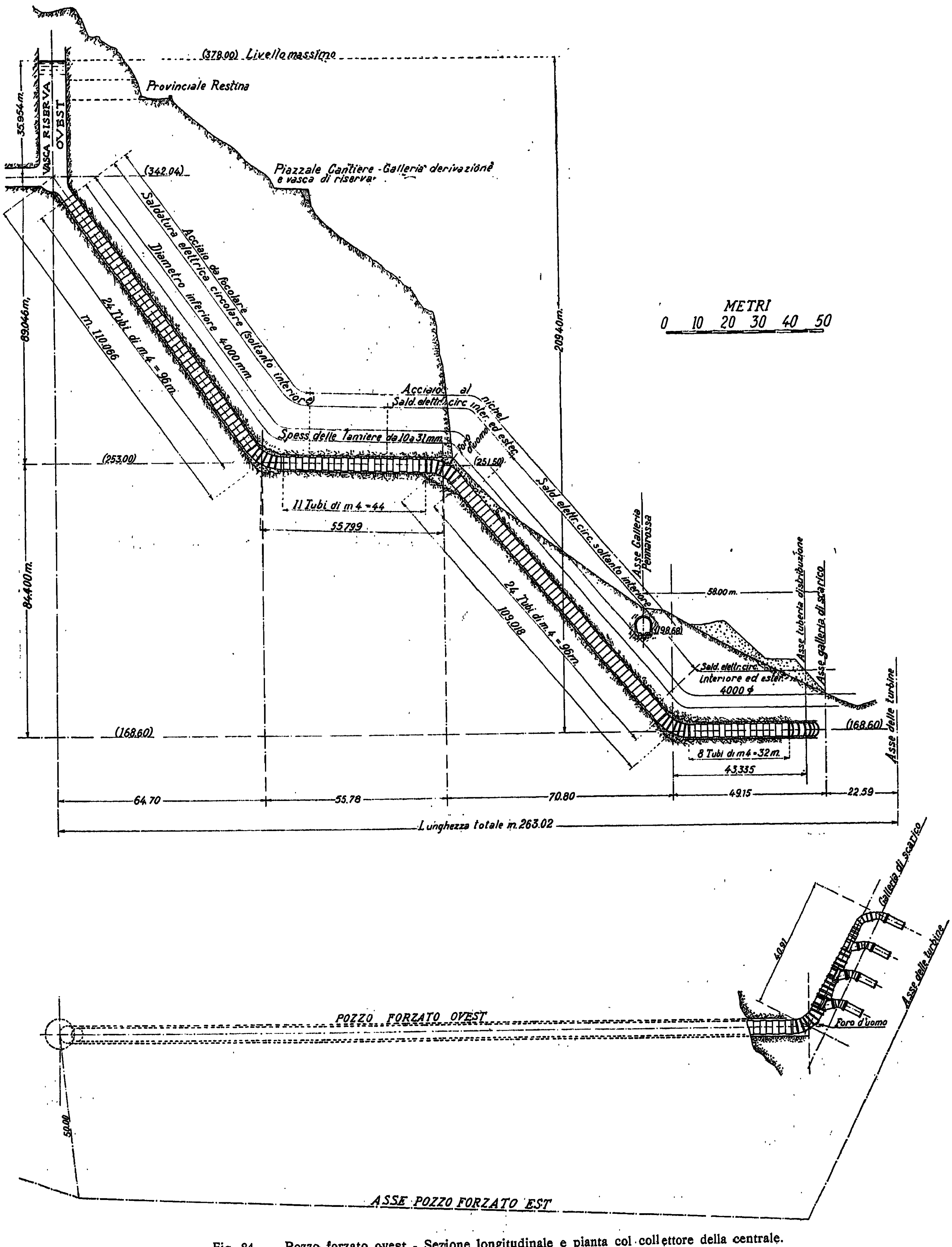


Fig. 84. — Pozzo forzato ovest - Sezione longitudinale e pianta col collettore della centrale.

dell'acqua; tanto più che la roccia in posto era notevolmente fessurata.

Alle camere di manovra della paratoia, si accede dal versante montano mediante brevi tronchi di galleria orizzontale; dalla galleria si stacca anche un pozzo verticale di collegamento colla sottostante galleria di comunicazione superiore

fra pozzo piezometrico e camera di compensazione. In questo pozzo sono praticati dei gargami per una eventuale tura per isolare in caso di bisogno la camera di compensazione (fig. 80).

Condotte forzate.

Da ciascun pozzo piezometrico prende origine, come si è detto, una condotta forzata ricavata nella roccia. Entrambi le

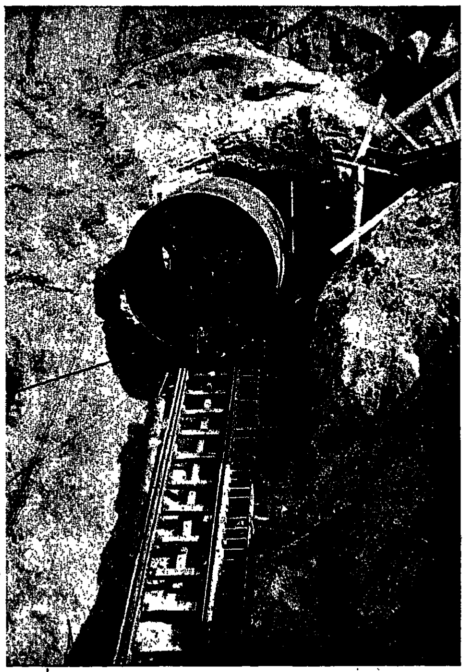


Fig. 85. — Durante la messa in opera della tubazione metallica nel pozzo forzato.

condotte hanno andamento planimetrico rettilineo; in alzata invece l'andamento diversifica un poco. Infatti mentre la condotta est è costituita da un unico tronco di pozzo rettilineo con pendenza uniforme di circa 54°, il quale si raccorda inferiormente a un tronco orizzontale (fig. 82), nel pozzo ovest si dovette eseguire una deviazione sul tracciato previsto per evitare una grande caverna incontrata negli scavi e che non dava affidamento di stabilità: il tracciato riesce quindi composto di due tronchi inclinati, collegati da un tronco mediano orizzontale,

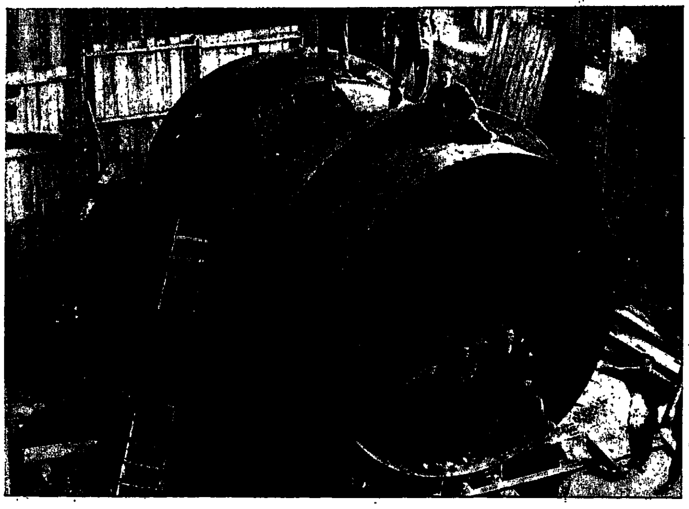


Fig. 86. — Un tronco del collettore.

e termina con un secondo tronco orizzontale. In corrispondenza al gomito fra tronco orizzontale intermedio e secondo tronco inclinato, la condotta viene per breve tratto ad affiorare alla superficie del terreno (fig. 84).

Finchè la potenza della centrale resterà quella attuale cioè eguale alla metà di quella totale prevista, una sola delle due tubazioni basta per la sua alimentazione. Di conseguenza, mentre si sono effettuati interamente gli scavi per entrambi le condotte, si è per ora provveduto al rivestimento metallico di una sola di esse e precisamente di quella ovest.

Il pozzo scavato nella roccia ha un diametro di 5 m. Entro di esso è allogata una condotta forzata del diametro di 4 metri, in lamiera saldata. Nel tronco inclinato superiore lungo 110 m si è fatto uso di lamiera d'acciaio dolce da 10 a 16 mm di spessore (carico di rottura $36 \div 42$ kg/mm^2); nel tronco orizzontale intermedio lungo circa 56 m e in quello susseguente, lungo 109 m, si è adottata la lamiera d'acciaio al nikel, da 60 a 70 kg/mm^2, con spessori variabili da 19 a 31 mm. La condotta è interamente saldata per via elettrica (fig. 84).

Fra la condotta metallica e la parete rocciosa si è deposto un manto di calcestruzzo quanto più perfetto è stato possibile, completato con iniezioni di cemento.

Il montaggio della tubazione entro la galleria della roccia ha dato luogo a non poche difficoltà. E' stato necessario costruire un breve tronco di galleria, poi richiuso, per mettere in comunicazione la vasca di compensazione colla strada provinciale che passa non molto lontano da essa. I tronchi anulari di condotta venivano così introdotti nella camera di compensazione e da qui, per mezzo di opportuni sistemi di argani, venivano calati entro il pozzo in modo che il montaggio avveniva dal basso verso l'alto, procedendo ogni volta ad effettuare la saldatura circolare fra i successivi anelli (fig. 83 e 85).



Fig. 87. — Montaggio del collettore in officina.

L'imbocco superiore della condotta forzata è situato a quota 342. Alla estremità inferiore la condotta si dispone, come si è detto orizzontalmente, coll'asse a quota 168.60. In corrispondenza a questa quota la condotta esce all'aperto e si dispone nel suo ultimo tratto parallela al lato maggiore dell'edificio della centrale, entro l'edificio stesso.

Da quest'ultimo tronco di tubazione, che funziona da collettore, si staccano le quattro tubazioni secondarie, che si mantengono orizzontali alla medesima quota, e che vanno ad alimentare le turbine dei quattro gruppi generatori installati in centrale. In corrispondenza di ciò, il diametro della tubazione va gradatamente riducendosi da 4 fino a 2 metri (fig. 84).

La costruzione del collettore ha dato luogo a non lievi difficoltà dipendenti dalle sue dimensioni eccezionalmente grandi e dalla pressione relativamente elevata (circa 200 metri di colonna d'acqua) alla quale esso è sottoposto. E' stato necessario rinforzare il collettore mediante nervature circolari riportate, anche per tener conto dell'indebolimento portato dagli attacchi delle derivazioni per le turbine (fig. 86 e 87).

(Continua).

XXXVI RIUNIONE ANNUALE

PERUGIA - 9-15 Ottobre 1931

Riassunti di Relazioni e Memorie presentate al Congresso

N. 7.

IL COMANDO AUTOMATICO DELLE SOTTOSTAZIONI CON SPECIALE RIGUARDO AI SERVIZI LUCE E FORZA.

F. FIORENTINI.

Il comando automatico delle sottostazioni è conosciuto dai più nelle sue applicazioni alla trazione ferroviaria, forse perchè in questo campo i vantaggi economici dati dall'automatismo si fanno maggiormente risentire, trattandosi di industria nella quale il costo di conversione dell'energia incide in modo assai sensibile sulle spese di esercizio.

Tuttavia anche in altri campi il comando automatico è stato con successo applicato ed è specialmente di questi impianti che ci si propone di parlare non ammettendo la brevità di una relazione di descrivere in dettaglio tutti i tipi di sottostazione automatica.

Anche nel campo della trazione vi sono delle interessanti novità e segnatamente la sottostazione automatica ambulante a raddrizzatori delle FF. SS. che verrà illustrata da un esimio collega. E' questa un'altra ragione perchè limiti il mio esposto alle sottostazioni luce e forza, rimandando chi volesse maggiori dettagli sulle sottostazioni ferroviarie, agli articoli apparsi sulle riviste delle varie Case e ad altre comunicazioni precedentemente fatte (1).

Sottostazione di conversione a raddrizzatori per servizio luce e forza.

Il numero sempre crescente di reti a corrente continua oggi esistenti ha fatto sì che il raddrizzatore a vapore di mercurio, il più recente fra tutti i convertitori, abbia trovato limitato impiego in sottostazioni per servizio luce e forza. Tuttavia l'importante impianto di Bruxelles nel Palais du Midi, basta a provare che anche in questo campo il raddrizzatore può dare notevoli vantaggi e può convenientemente essere dotato di comando automatico.

La sottostazione del Palais du Midi consta di quattro gruppi comprendenti ciascuno un trasformatore trifase esafase da 585 kW e due cilindri da 200 kW cadauno alla tensione di 220 volt.

I gruppi sono riuniti tra loro a due a due dal lato c. a. mentre erogano tutti in parallelo sulle sbarre a c. c.

Per ottenere un regolare funzionamento nella marcia in parallelo con uguale ripartizione del carico sui vari gruppi, è stato adottato un dispositivo di stabilizzazione il quale comprende per ogni due gruppi un regolatore di induzione e un regolatore ultrarapido di tensione.

Il comando dei regolatori di induzione destinati alla ripartizione dei carichi ed alla regolazione della tensione, è interamente automatico.

Le sbarre a c. c. sono a tre fili e cioè con neutro. Su tali sbarre a c. c. è collocato un gruppo divisore di tensione, costituito da un motore e da una dinamo connessi in serie. Il gruppo viene chiuso sulle sbarre più o meno non appena queste vengono messe sotto tensione. Un piccolo controller esclude allora progressivamente ed automaticamente le resistenze di avviamento del gruppo e le messe in corto circuito quando il motore è completamente avviato. Un interruttore centrifugo chiude poi il neutro del gruppo sulla sbarra neutra. Lo stesso interruttore centrifugo permette da questo momento la chiusura degli interruttori dei feeders che sono invece bloccati sulla posizione di apertura finchè il gruppo non è avviato.

Le linee in arrivo sono quattro e cioè una in servizio ed una di riserva ogni due gruppi.

In caso di mancanza di corrente su di una linea viene automaticamente inserita la riserva. Tutta la restante apparecchiatura per il comando automatico del macchinario e dei feeder è uguale a quella già descritta in altre relazioni per i comandi di trazione.

Sottostazioni a raddrizzatore per servizio luce e forza.

Questo sistema offre il vantaggio di una regolazione continua della tensione. In seguito però col perfezionarsi dei commutatori a gradini applicati ai trasformatori, questi vennero applicati nei più recenti impianti in luogo e vece dei regolatori di induzione.

(1) F. MAURO e F. FIORENTINI: L'automatismo nell'elettrotrazione e l'elettrificazione della Ferrovia Porto S. Giorgio (Fermo-Amandola) - Milano - Bertieri, 1926.

F. FIORENTINI: Il comando automatico del macchinario elettrico. Relazione alla A. E. I. Sezione di Roma. *Elettr.*, giugno 1931.

I vantaggi ottenuti sono soprattutto economici in quanto il regolatore di induzione richiede maggior spesa di impianto e apporta una diminuzione di rendimento che può raggiungere negli impianti a forte intensità di corrente erogata il 2 od il 3 %. Si è quindi limitato l'impiego del regolatore di induzione ai casi in cui la tensione debba essere regolata senza discontinuità.

In altri casi, come si è detto, si è adottato invece il commutatore a gradini comandato a mano od a distanza a mezzo di un motore e di un controller, dato che oggi si possono avere fino a 60 posizioni di regolazione.

Anche per questo dispositivo è possibile l'applicazione di un comando automatico ottenuto a mezzo di un regolatore rapido di tensione inserito secondo i casi dal lato c. a. oppure dal lato c. c. ed anche a mezzo di un regolatore di intensità posto dal lato c. c.

La scelta del regolatore e la sua ubicazione, dipendono dalle caratteristiche del servizio che si deve effettuare.

La trasmissione dell'ordine impartito dal regolatore di tensione o d'intensità al motorino di comando del commutatore a gradini è fatta a mezzo di un relais ad azione ritardata per non avere lo spostamento del commutatore se non quando le variazioni di tensione o di intensità registrate dai registratori rapidi, abbiano una certa durata.

Apparecchi per la chiusura successiva degli interruttori.

In questi ultimi hanno avuta ampia applicazione gli apparecchi che automaticamente provvedono alla richiusura degli interruttori quando questi si aprono per una perturbazione in linea o sulle sbarre.

Sono usati sia nell'interno delle sottostazioni automatiche per gli interrutori di machina sia sulle linee in arrivo od in partenza anche di sottostazioni manuali.

Il loro scopo è di richiudere l'interrutore, generalmente per tre volte quando questo scatta, prima di bloccarlo e dare l'allarme. Le richiusure avvengono a tempi eguali e successivamente ritardati e regolabili.

In tal modo se la causa della perturbazione sparisce durante il periodo delle prove successive, il servizio viene ripreso senza sensibili interruzioni, mentre se la perturbazione è permanente viene escluso solo il feeder danneggiato e viene data la segnalazione.

In alcuni casi come nella trazione, prima di ogni chiusura o richiusura dell'interruttore, viene provato l'isolamento della linea e solo se questo è buono, viene trasmesso il comando all'interruttore.

Gli apparecchi per la chiusura degli interruttori hanno trovato larga diffusione all'estero e specialmente in America, negli Stati Uniti, mediante il loro impiego, si è riusciti a localizzare i guasti anche in circuiti ad anello con la semplice aggiunta di coltelli ad apertura automatica.

In qualche minuto, senza intervento umano, si riesce così pure in un circuito complesso, ad isolare una zona guasta limitando le passeggere interruzioni a poche altre zone dell'anello che subito sono rimesse in servizio.

Non è chi non veda l'importanza di questi comandi per interruttori che da soli bastano a rendere automatica una qualsiasi delle sottostazioni di smistamento.

Infatti, dove queste hanno un solo feeder in uscita, basta comandare l'interruttore di ingresso; dove esistono più fedeer si possono comandare anche gli interruttori di uscita ed isolare così la sola linea guasta. In tal modo si migliora assai il servizio perchè non si espone l'utente a lunghe inutili interruzioni dovute all'apertura degli interruttori per guasti passeggeri, o per guasti verificatisi in zone di linea che non sono quelle dove l'utente è allacciato. La spesa per tali comandi è compensata al produttore dal risparmio di mano d'opera di sorveglianza e soprattutto dalla localizzazione del guasto che evita lunghe ed inutili ricerche.

Molte altre applicazioni ha avuto il comando automatico ai casi più svariati di impianti industriali e specialmente in quelli dell'elettrochimica e delle miniere. Non è qui certo possibile dare in una relazione di congresso una pur sommaria descrizione di tutte queste numerosissime applicazioni.

Tuttavia anche queste servono a dimostrare la rapida diffusione che il comando automatico ha avuto in tutti i tipi di sottostazione, oltrechè in quelle per trazione.

N. 10.

EFFICACIA DELLE BOBINE DI SELF NELLA PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI

C. CAMINITI.

Il funzionamento delle bobine di self è di natura così complicata che anche quando, ridotta la struttura materiale della bobina ad uno schema ideale suscettibile di trattazione analitica, si riesce a stabi-

lire le relazioni fondamentali che regolano il meccanismo della propagazione delle onde, permane una certa incertezza nell'applicazione pratica di dette relazioni, per la difficoltà che presenta la esatta predeterminazione delle grandezze che in esse figurano.

Ciò nonostante, potendo detta incertezza essere contenuta entro limiti non tanto ampi quanto a prima vista potrebbe sembrare, l'indagine analitica può servire a dare, in special modo all'esercente, che non ha sempre la possibilità di eseguire misure sperimentali accurate, un'idea abbastanza concreta del comportamento delle bobine.

In questa comunicazione, viene studiato essenzialmente il comportamento delle bobine semplici non accoppiate a scaricatore, il cui uso si è andato sempre più diffondendo per il cattivo funzionamento constatato nella maggior parte degli scaricatori impiegati.

Esposti, per sommi capi, i risultati dei principali studi apparsi sul funzionamento delle bobine di self, vengono messe in evidenza le divergenze che esistono tra i casi in cui si consideri la bobina come una induttanza concentrata in un punto ovvero come un circuito ad impedenza d'onda definita e costante e tra quelli in cui si consideri l'onda incidente a fronte rettangolare ovvero a fronte inclinato.

Si riassume quindi la teoria della propagazione di un'onda sinusoidale attraverso una bobina, facendo rilevare come, assimilando le onde di sovratensione che si possono generare sulle condutture ad onde sinusoidali ad alta frequenza, esiste per ogni tipo di bobina una frequenza critica f_c che gode della seguente proprietà: le onde che hanno frequenza inferiore ad essa vengono completamente trasmesse dalla bobina la quale si comporta per esse come un circuito ad impedenza d'onda definita, quelle aventi frequenza superiore vengono completamente riflesse.

Dopo avere indicato alcuni rapidi procedimenti per il calcolo approssimato delle grandezze che figurano nella espressione di f_c, (induttanza e capacità della bobina riferite all'unità di lunghezza del conduttore; coefficienti di mutua induzione e di mutua capacità tra due spire, riferite pure all'unità di lunghezza del conduttore) si fa rilevare, mediante esempi numerici, che il valore di f_c non scende, per i tipi normali di bobine, al di sotto di 4-5 milioni di periodi al secondo. Tenuto presente che la frequenza delle onde di origine atmosferica non supera il milione di periodi al secondo, si deduce che le bobine comunemente usate, con le onde si sovratensione che si possono manifestare sulle condutture, si comportano come circuiti ad impedenza d'onda definita, impedenza che risulta espressa da $\sqrt{\frac{L}{C}}$ (L = induttanza complessiva; C = capacità totale verso terra della bobina).

Indicando con Z_1 e Z_2 le impedenze d'onda dei circuiti che si hanno prima e dopo la bobina e con Z l'impedenza d'onda della bobina, si definisce il coefficiente di protezione come il rapporto tra il gradiente di potenziale sulla conduttura Z_2 che si ha con la bobina interposta e quello che si ha senza la bobina, supposto, naturalmente, che l'onda incidente sia a fronte inclinato.

Quando la lunghezza del fronte dell'onda incidente sia inferiore al doppio della lunghezza del conduttore che costituisce la bobina, ed al doppio della lunghezza della conduttura Z_2, detto coefficiente risulta espresso da:

$$K = \frac{2Z\,(Z_1 + Z_2)}{(Z_1 + Z)\,(Z + Z_2)}$$

ed è minore dell'unità quando Z è maggiore o minore di entrambe le impedenze d'onda Z_1 e Z_2; maggiore dell'unità quando Z è compreso tra Z_1 e Z_2. Nel primo caso, la presenza della bobina fa diminuire il gradiente di potenziale sulla conduttura Z_2, nel secondo caso, lo fa aumentare.

Se non è soddisfatta la condizione che la lunghezza del fronte della onda incidente sia inferiore al doppio della lunghezza del conduttore della bobina e del conduttore Z_2, all'onda principale si sovrappongono onde riflesse, che possono elevare anche di molto il gradiente di potenziale.

Siccome il fronte delle onde di origine atmosferica ha una lunghezza che non scende mai generalmente al di sotto di 300 m, si deduce che la installazione delle bobine semplici immediatamente prima o a breve distanza dai trasformatori, così come viene di solito fatta nelle stazioni di trasformazione, è da ritenere pericolosa per la sicurezza dei trasformatori.

Dopo avere calcolato i valori di K per alcuni tipi di bobine e per determinate condizioni dei circuiti a monte e a valle di esse, si fa rilevare come effettivamente, oltre alla protezione espressa con il coefficiente K, si debba tener conto di altre cause che fanno diminuire il gradiente di potenziale sulla conduttura Z_2.

Infatti, per effetto della mutua induzione e della capacità tra le spire successive, una certa quantità dell'energia elettromagnetica posseduta dall'onda incidente si propaga tra una spira e l'altra senza seguire la via conduttiva costituita dal filo della bobina. Questa energia precede sulla conduttura Z_2 quella che si propaga attraverso la via conduttiva, rendendo minore il gradiente di potenziale che accompagna l'onda trasmessa. Oltre a ciò, tutte le dissipazioni di energia, di cui non si tien conto nei calcoli, hanno l'effetto di consumare una parte dell'energia posseduta dall'onda, e quindi di diminuire il gradiente e l'ampiezza di questa.

Queste due cause però, ove non siano adottati dispositivi capaci di esaltarle, non hanno effetto sensibile e possono essere, come di solito trascurate.

Per quanto riguarda i diversi tipi di bobine speciali atte ad esaltare le cause di attenuazione cui si è sopra accennato, si fa solo osservare che, dove è stato possibile applicarle, esse si sono dimostrate in pratica quasi sempre efficaci, e che quasi tutte le varietà proposte sono state derivate dal tipo originario di Campos il quale, pur nella sua estrema semplicità, costituisce ancor oggi uno dei sistemi protettivi più seri, se non addirittura il più serio di tutti.

N. 20.

NUOVE STAZIONI DI CONVERSIONE DELL'A. E. M. DI TORINO

M. BRUNETTI.

Scopo della comunicazione è quello di sommariamente descrivere le stazioni che l'Azienda Elettrica Municipale di Torino ha in esercizio od in costruzione per la conversione della corrente da alternata in continua e mettere in particolare rilievo le caratteristiche più interessanti degli impianti più moderni.

L'A. E. M. di Torino provvede, coi suoi impianti idroelettrici in Valle Dora Riparia ed in Valle dell'Orco e con la riserva termica del Martinetto (Torino), l'energia occorrente per una parte delle utenze private torinesi e tutta quella necessaria per i servizi pubblici del Comune: illuminazione pubblica, acquedotto e tranvie; a queste ultime l'energia viene fornita a corrente continua.

La rete tranviaria Municipale, fino al 1923 limitata ad una parte delle linee urbane, era in origine alimentata dalla stazione di via Bertola, la quale, col riscatto della rete Belga Torinese per parte del Municipio, venne notevolmente ampliata e modificata, rimanendo però fino al 1928 unico posto di alimentazione; l'estendersi dei servizi tranviari ha richiesto in seguito la costruzione di una nuova stazione, funzionante in corso Sebastopoli, mentre sono in allestimento altre tre sottostazioni destinate ad entrare in servizio entro il 1932.

*

La Stazione di Via Bertola, costruita nel 1912 e notevolmente ampliata nel 1923, riceve l'energia dalla centrale del Martinetto per mezzo di tre cavi trifasi 6400 V, 3 × 85 mm² e di un quarto cavo 27.000 V, 3 × 75 mm² il quale, come riserva, può anche essere alimentato a 22.000 V dagli impianti del Gruppo S. I. P.

Il macchinario comprende tre convertitrici esafasi di 1000 kW cadauna con relativi trasformatori, tre gruppi motore sincrono-dinamo rispettivamente di 2500, 1500 e 1200 kW, due gruppi asincroni di 300 kW, ed inoltre un trasformatore di 5000 kVA, 27.000-22.000/6450 volt.

L'avviamento del macchinario viene eseguito dal lato corrente continua; il gruppo 1500 kW, di installazione più recente, è disposto anche per l'avviamento a corrente alternata, mediante auto-trasformatore riduttore e gabbia di scoiattolo applicata al rotore del sincrono.

La potenza apparente del sincrono di quest'ultimo gruppo è di 3000 kVA allo scopo di ricavarne un certo margine di potenza reattiva per il miglioramento del fattore di potenza sulla rete di distribuzione trifase dell'Azienda.

Salvo il comando elettrico a distanza degli interruttori in olio sulla corrente alternata e degli interruttori principali di macchina collocati nel sotterraneo, tutte le manovre vengono eseguite a mano, e pertanto le apparecchiature relative all'avviamento e alla regolazione del macchinario, nonchè gli interruttori e i sezionatori dei feeders devono necessariamente trovare posto con gli strumenti di misura sui quadri di manovra, i quali, dato il notevole numero delle macchine e dei feeders positivi partenti (in numero di 25) risultano di aspetto imponente ma inevitabilmente congestionati.

*

Sostanzialmente diverso si presenta invece il quadro della *Stazione di Corso Sebastopoli*, sul quale si sono lasciati a portata dell'elettricista di turno solamente gli organi di comando delle singole apparecchiature, mentre queste, totalmente comandate a distanza e dotate di parziali automatismi, trovano razionale ubicazione nelle varie sezioni dell'edificio.

Di questa stazione, di costruzione recente (1929), viene premesso un cenno descrittivo generale ed illustrato in seguito qualche particolare più interessante.

La stazione disimpegna contemporaneamente diverse funzioni e cioè: trasformazione e distribuzione di energia corrente alternata per la rete trifase; conversione di parte dell'energia da trifase in continua per trazione tranviaria; rifasamento per la rete trifase.

Essenzialmente essa è destinata al servizio della zona sud della città. L'alimentazione è fatta mediante due cavi trifasi sotterranei 27.000 volt, 3 × 80 mm² provenienti dalla centrale distributrice principale del Martinetto; l'energia in arrivo, trasformata da 27.000 a 6600 volt mediante tre trasformatori (Ansaldo) di 6000 kVA cadauno a circolazione interna d'acqua, da un lato viene immessa sulla rete primaria forza e luce 6600 V in sussidio alla centrale del Martinetto, dall'altro aziona il macchinario di conversione per i feeders corrente continua 580 V delle tranvie urbane (in sussidio alla centrale di via Bertola) e per i feeders 1200 V della zona extra urbana.

Nel progetto del fabbricato e conseguente disposizione del macchinario e delle apparecchiature si è adattato completamente l'edificio alle esigenze della parte elettrica; il fabbricato copre un'area di m² 1425 e comprende una grande sala macchine al centro, fiancheggiata parallelamente sul lato ovest da un locale a due piani fuori terra contenente le apparecchiature a corrente alternata rispettivamente a 27.000 e 6600 V con attigue celle per i trasformatori, e sul lato est da un locale ad un solo piano sopraelevato contenente i banchi di manovra, con sottostanti circuiti e apparecchiature a corrente continua.

Solamente i trasformatori in olio, per le note ragioni di sicurezza, sono contenuti in celle separate; tutto il rimanente è disposto in modo di essere, per quanto possibile, visibile dal quadro e comunque accessibile dal quadro stesso nel modo più rapido.

La sala macchine contiene cinque gruppi di conversione, di costruzione C. G. E., due dei quali servono esclusivamente per la rete tranviaria urbana a 580 V e sono costituiti ciascuno da un motore sincrono di 3000 kVA, che serve anche per la correzione del fattore di potenza della rete trifase, direttamente accoppiato ad una dinamo di 1500 kW; gli altri tre gruppi sono costituiti di un motore di 700 kVA direttamente accoppiato a due dinamo di 300 kW che messe in serie danno i 1200 V occorrenti alle tranvie extra-urbane, ed in parallelo possono funzionare a 580 V sulla rete urbana.

I gruppi sono sostenuti da fondazioni in cemento armato, indipendenti dal resto del fabbricato. I motori sono del tipo chiuso autoventilato con aspirazione dell'aria nell'ambiente ed espulsione in apposito cunicolo collettore scaricante all'esterno.

L'avviamento dei gruppi può eseguirsi, con manovra semi-automatica, sia dal lato corrente alternata che dal lato corrente continua, agendo semplicemente su di un piccolo combinatore, posto sul banco, il quale nelle successive posizioni comanda le manovre necessarie e cioè: per l'avviamento a corrente alternata si applica dapprima al motore sincrono tensione ridotta, a mezzo autotrasformatore, mentre il circuito induttore rimane chiuso su una resistenza; avviato il motore come asincrono, si inserisce il circuito induttore del motore sull'eccitatrice, si eccita il campo e si applica la piena tensione al motore eliminando l'auto trasformatore; per l'avviamento del lato corrente continua, predisposto unicamente come riserva e per cui si ha un gruppo unico di resistenze che può essere inserito fra il morsetto negativo di ogni dinamo e la sbarra negativa, si escludono gradatamente le resistenze a mezzo interruttori comandati a distanza. Ottenuta la velocità di sincronismo, si esegue il parallelo del sincrono sulle sbarre 6600 V.

Le macchine sono munite di interruttori di massima corrente di tipo normale; i feeders sono raggruppati a gruppi di tre: ciascun gruppo è alimentato attraverso un interruttore extrarapido shuntato da una resistenza, mentre ciascun feeder è protetto da un interruttore di tipo normale. Il sistema ha per scopo di proteggere le dinamo facendo intervenire l'apertura di uno degli extrarapidi e quindi l'inserzione della resistenza shunt, ogni qualvolta la corrente di una qualunque dei cavi supera un certo limite; un opportuno gioco di relais fa in modo che in caso di apertura di uno degli extrarapidi si apre pure l'interruttore proprio del feeder guasto e subito dopo l'apertura di questo si richiude automaticamente l'extrarapido. Si risparmia così l'adozione di un extrarapido per ciascun feeder.

In seguito allo scatto dell'automatico di un feeder guasto, questo può venire, con manovra dal quadro, alimentato per prova attraverso una resistenza, prima della richiusura.

Analogo sistema di prova, mediante resistenze in olio, è adottato per i cavi uscenti a corrente alternata 6600 volt.

*

Dalle stazioni di via Bertola e corso Sebastopoli si dipartono rispettivamente 25 e 11 cavi feeders positivi; quattro di detti cavi collegano fra di loro le due stazioni e possono essere alimentati sia dall'una che dall'altra, costituendo così una parziale riserva.

L'estendersi della rete tranviaria, richiede attualmente la costruzione di nuove sottostazioni di alimentazione in sussidio alla stazione principale di via Bertola.

Fra le diverse soluzioni possibili per detta alimentazione sussidiaria venne scelta, in base a calcoli comparativi sia delle spese di rete che di quelle del macchinario, avuto riguardo anche e particolarmente alla sicurezza dell'esercizio, quella consistente nella costruzione delle nuove sottostazioni in numero di tre di potenza relativamente limitata, site rispettivamente al Martinetto, nei locali della centrale esistente dell'Azienda Elettrica Municipale, in regione Aurora ed in regione Vanchiglia.

La potenza di corrente continua è stabilita in 600 kW per le sottostazioni Martinetto e Vanchiglia e 1200 kW per la sottostazione Aurora.

La sottostazione Martinetto è direttamente alimentata dalle sbarre 6700 V della centrale; le altre due vengono servite da cavi trifasi alimentati dalla centrale del Martinetto attraverso la stazione di via Bertola.

Sostanzialmente diversi sono i criteri di progetto per la sottostazione Martinetto e le altre due.

Per la prima si è studiata la possibilità di collocare il macchinario e le apparecchiature a breve distanza dal quadro generale della centrale e pertanto può essere utilizzato per le manovre il personale di servizio addetto al quadro stesso; si rende perciò superflua l'adozione di automatismi.

Per le altre due sottostazioni, Aurora e Vanchiglia, il comando a mano avrebbe richiesto l'assunzione di apposito personale per coprire i turni di servizio e pertanto l'economia dell'esercizio ha consigliato l'adozione del sistema automatico eliminando totalmente il personale di turno.

Il controllo di queste due sottostazioni verrà fatto dalla stazione principale di via Bertola nella quale verranno pure accentrati i comandi a distanza essenziali per l'esercizio.

*

Sottostazione del Martinetto. — La sottostazione Martinetto comprende una convertitrice sincrona esafase (Savigliano) 600 kW, 580 volt, con relativo trasformatore e prevista per avviamento asincrono.

Essa alimenta due feeders positivi e due negativi; vi è inoltre un pannello riserva con resistenza prova cavi.

Il sistema (Siemens) di protezione della commutatrice e dei feeders da essa alimentati, è costituito da un interruttore extrarapido, munito di resistenza shunt, sulla macchina e tre interruttori automatici di tipo normale, uno per ciascun feeder e per il pannello di riserva. Le cose sono disposte in modo che in caso di corto circuito lo scatto avvenga sull'extrarapido e successivamente si apra l'interruttore del feeder guasto provocando la richiusura dell'extrarapido, ciò che garantisce la continuità dell'esercizio nel resto dell'impianto.

*

Le Sottostazioni Aurora e Vanchiglia, destinate a funzionare automaticamente con controllo e parziale comando a distanza dalla stazione di via Bertola, sono rispettivamente alimentate da due cavi trifasi 6300 V di sezione 3 × 80 e 3 × 50 mm² uscenti da via Bertola.

Come tipo di macchinario, si sono scelti i raddrizzatori a vapore di mercurio, adottando tre complessi identici di 600 kW, tensione corrente continua 580 V, con relativi trasformatori, pompe, automatismi ed accessori, di cui due per la sottostazione Aurora ed uno per la Vanchiglia.

La Sottostazione Aurora alimenta tre feeders c. c. positivi e due negativi; la Vanchiglia due positivi e due negativi.

Col sistema dell'automatismo, combinato col comando e controllo a distanza, il personale di turno di via Bertola può, oltrechè comandare la messa in marcia e l'arresto delle due sottostazioni, avere sott'occhio l'andamento del carico delle medesime e viene istantaneamente informato di ogni irregolarità di funzionamento; per ogni evenienza è in grado di alimentare direttamente da via Bertola le sbarre c. c. dell'una o dell'altra sottostazione; all'uopo uno dei feeders rispettivamente per ciascuna sottostazione si prolunga fino in via Bertola.

Le operazioni sopra elencate vengono realizzate mediante collegamento fra via Bertola e ciascuna sottostazione in cavo a più conduttori (16 per l'Aurora e 12 per la Vanchiglia), soluzione che, date le particolari circostanze dell'impianto, ha avuto la preferenza sui sistemi basati sui principii della telefonia automatica, che avrebbero permesso il collegamento con cavetto a soli tre ed anche due conduttori.

Premesso un cenno descrittivo sul macchinario e le apparecchiature, la comunicazione tratta degli automatismi e dei comandi a distanza (sistemi Brown Boveri).

I comandi automatici delle sottostazioni sono realizzati da tre tipi di apparecchi destinati rispettivamente:

A) per il comando di ciascun gruppo raddrizzatore;

B) per il comando di ciascun gruppo di pompe del vuoto;

C) per il comando di ciascuna linea partente.

L'apparecchio (*A*) per il comando di un gruppo raddrizzatore può essere predisposto, per diverse condizioni di servizio e cioè: comando a distanza da via Bertola; gruppo in servizio continuo oppure fuori servizio; comando per mezzo di relais termico, in funzione del riscaldamento dell'altro gruppo; blocco.

Siccome alcune di tali condizioni possono venire imposte contemporaneamente, l'apparecchio è previsto in modo da assicurare la precedenza agli ordini di inserzione su quelli di distacco, con precedenza assoluta per gli ordini dati dal posto di comando di via Bertola.

Quando l'apparecchio (*A*) riceve un ordine di inserzione, esso provoca la chiusura dell'interruttore del trasformatore e successivamente tutte le operazioni per la messa in funzione del raddrizzatore (circolazione dell'acqua di raffreddamento, adescamento, chiusura dell'interruttore principale a corrente continua).

Se durante il servizio l'interruttore del trasformatore si apre in seguito a scatto per massima corrente, l'apparecchio (*A*) ne provoca la richiusura al massimo per tre volte consecutive, distanziate a determinati intervalli di tempo, dopo di che, se permane la causa che ha determinato lo scatto dell'interruttore, (sovraccarico eccessivo, perturbazione al trasformatore oppure al raddrizzatore) l'apparecchio (*A*) si mette in posizione di blocco, chiude i circuiti di apertura dei due interruttori corrente alternata e corrente continua, aziona i circuiti di allarme e relativa segnalazione in via Bertola e trasmette al gruppo di riserva l'ordine di inserzione.

Il gruppo bloccato non può riprendere il servizio che dopo revisione del personale e successiva manovra a mano di apposito pulsante.

La messa in o fuori servizio di uno dei gruppi in funzione del carico dell'altro nella sottostazione Aurora si ottiene mediante relais termici sistema Brown Boveri.

Oltre al funzionamento automatico è prevista per ciascun gruppo la possibilità del comando a mano, ciò che si può eseguire previa manovra di opportuno commutatore.

L'apparecchio (*B*) per il comando delle pompe del vuoto funziona indipendentemente dall'essere il gruppo raddrizzatore in funzione oppure no; esso inserisce o distacca le pompe soltanto in dipendenza del valore della pressione nell'interno del raddrizzatore, la quale viene misurata da uno speciale indicatore termo elettrico cui è affidato il comando automatico del gruppo di pompe unitamente all'apparecchio (*B*).

Quando il gruppo di pompe è messo in servizio la prima volta, la pompa rotativa per il vuoto preliminare viene messa in azione un quarto d'ora dopo l'inizio del funzionamento della pompa statica per il vuoto elevato; quando il vuoto del raddrizzatore è sufficiente, la pompa rotativa rimane ferma restando in funzione solo la pompa statica; quando la pressione nel raddrizzatore sorpassa il limite massimo ammissibile l'indicatore del vuoto provoca la messa in funzione della pompa rotativa. Se il circuito della pompa a mercurio resta interrotto, oppure se viene a mancare la circolazione dell'acqua di raffreddamento, le pompe sono bloccate e viene azionato il segnale al posto di controllo di via Bertola. Si può, occorrendo, eseguire a mano il comando delle pompe previa manovra di opportuno commutatore.

Ogni interruttore di linea è provvisto di comando elettrico a solenoide e relais di massima. Per il comando, a ciascuna linea corrisponde un apparecchio del tipo (*C*) il quale, quando da Via Bertola viene dato un ordine di chiusura di un interruttore, provoca immediatamente il funzionamento del solenoide di chiusura dell'interruttore medesimo. Se avviene un'apertura per sovraccarico, l'apparecchio (*C*) può ottenere tre richiusure successive prima di bloccare l'interruttore e dare il segnale in via Bertola.

Lo sblocco si ottiene mediante un pulsante che si può comandare sia a mano nella sottostazione sia a distanza da via Bertola, ciò che è necessario per potere richiudere dalla stazione principale l'interruttore del feeder dopo eliminato il guasto in linea.

Per ciascuna linea vi è inoltre un commutatore che permette la esclusione dell'automatismo per la revisione.

Per il comando a distanza delle due sottostazioni, nella sottostazione principale di via Bertola viene collocato un quadro contenente, per ciascuna sottostazione, un pulsante ed una lampada di segnalazione per ciascun gruppo e per ciascun feeder da comandare oltre un dispositivo di allarme.

Per la trasmissione dei comandi viene usata corrente alternata 60 V ottenuta mediante un piccolo trasformatore monofase collocato in ciascuna delle due sottostazioni Aurora e Vanchiglia: nelle medesime si ha inoltre un apparecchio speciale (*D*) che riceve da via Bertola e trasmette gli ordini agli apparecchi automatici tipo (*A*) tipo (*B*) e tipo (*C*) già descritti.

Le cose sono disposte in modo che in seguito all'esecuzione di un comando dato dal posto di via Bertola, si accende nel medesimo una lampada spia che indica che l'ordine è stato eseguito normalmente; invece, al verificarsi del blocco di uno dei gruppi o di una delle linee partenti, mentre viene azionato il segnale d'allarme, la lampada relativa al gruppo o alla linea interessata si accende con luce oscillante.

Per ciascuna delle due sottostazioni Aurora e Vanchiglia è infine prevista la trasmissione in via Bertola della indicazione del carico totale erogato.

Delle due sottostazioni la Vanchiglia, ad un solo gruppo raddrizzatore, viene installata in un locale esistente, adattato allo scopo; il fabbricato per la sottostazione Aurora viene invece costruito ex novo, ed è stato studiato in modo di contenere tutta l'installazione elettrica nel minimo spazio senza nulla sacrificare alla sicurezza del servizio.

E' prevista l'adozione di filtri per l'eliminazione eventuale delle armoniche contenute nell'onda di tensione raddrizzata.

Prescindendo dai vantaggi tecnici del sistema adottato per le sottostazioni Aurora e Vanchiglia, per quanto riguarda la convenienza economica del sistema stesso, risulta che l'ammontare dell'onere annuo corrispondente alla maggior spesa d'impianto per l'automatismo ed il comando a distanza, cavi di comando compresi, tenuto calcolo anche delle spese di sorveglianza e manutenzione, comporta per la Azienda un risparmio del 50 % circa rispetto alla spesa che sarebbe necessaria per l'esercizio manuale.

N. 22.

SULLE PROVE DELLA RESISTENZA ALL'ALTERAZIONE DEGLI OLI PER TRASFORMATORI. - IDEE E PROPOSTE.

A. AZZARELLO.

Dopo una rapidissima esposizione dello stato attuale del problema relativo alla ricerca di un metodo razionale di prova della tendenza all'invecchiamento degli oli isolanti, si accenna a quanto in merito a tale ricerca si è svolto in seno alla Sezione ferroviaria del R. Istituto Sperimentale delle Comunicazioni. Si passa poi alla esposizione sommaria di una programma di studio nel quale si dà la massima importanza alla composizione ed alle proprietà iniziali degli oli isolanti ed alle variazioni che essi subiscono durante l'uso degli oli stessi nei trasformatori e ciò per poter indagare sulle eventuali relazioni esistenti tra composizione e proprietà (prima e durante l'uso) ed il comportamento di tali oli sia nell'uso pratico, sia quando vengano cimentati con un metodo di prova opportunamente scelto.

Si propone infine che tale programma, dopo il necessario esame ed anche eventualmente modificato, costituisca la base per un vasto studio nazionale sugli oli isolanti da parte di parecchi Laboratori e senza intralcio agli impegni assunti col Comitato Internazionale di studio degli oli isolanti.

N. 23.

UNIFICAZIONE DELLE LOCOMOTIVE ELETTRICHE A CORRENTE CONTINUA

G. BIANCHI.

Nella memoria viene messa in evidenza la preponderanza che le spese di esercizio delle locomotive hanno in confronto di quelle della parte fissa degli impianti di trazione elettrica e viene accennato come attualmente l'unica possibilità di ridurre le spese totali di esercizio si abbia appunto nella diminuzione delle spese inerenti alle locomotive.

Tenuto conto di questa necessità l'Autore ha progettato la nuova serie di locomotive a corrente continua delle Ferrovie dello Stato seguendo il criterio di eliminare ogni complicazione non assolutamente necessaria e quello di unificare fino dove era possibile le parti meccaniche ed elettriche dei differenti tipi.

Nella memoria vengono brevemente illustrati i concetti seguiti in questa unificazione e i risultati che si conta di ottenere. E' anche fatto cenno dei tipi di locomotive progettati dei quali alcuni già in servizio e vengono riportati i disegni schematici dei principali organi unificati.

N. 24.

ISOLAMENTO, SOLLECITAZIONI E PROTEZIONE DEI TRASFORMATORI

O. CUZZER - M. ALTIERI.

Come è noto dalle attuali conoscenze sugli isolanti, la rigidità dielettrica dipende dalla forma della tensione applicata e dal tempo in cui questa raggiunge il suo valore massimo. La rigidità per una tensione che raggiunga il suo massimo in un tempo infinitesimo è molto maggiore di quella che si ha quando la tensione raggiunge il valore massimo in alcuni decimi di secondo. Ma se la tensione è lentamente applicata in modo che essa salga al valore di perforazione in un tempo piuttosto lungo, la rigidità dielettrica risulta notevolmente minore. I criteri moderni distinguono due generi di perforazioni elettriche: quella termica dovuta a distruzione dell'isolante per effetto di elevazione di temperatura causata dal passaggio di correnti di conduzione, quella puramente elettrica dovuta a distruzione molecolare prodotta dal campo elettrico o da una corrente ionica molto intensa. Benchè il processo di quest'ultimo fenomeno non sia ancora esattamente chiarito e, d'altra parte, in pratica i due fenomeni non siano separabili, è necessario tenere conto di ambedue nel progettare l'isolamento di un trasformatore dato che questo è destinato a resistere a sollecitazioni elettriche di valore molto maggiore di quelle normali, per quanto istantanee (sollecitazioni del tipo puramente elettrico) oltre a quelle normali continuamente applicate (sollecitazioni capaci di dar luogo a perforazioni termiche), e che sono costituite precisamente dalla normale tensione di esercizio. L'effetto termico di questa può essere molto aggravato da un eventuale corto circuito che, oltre a produrre una notevole elevazione di temperatura, è capace di sollecitare anche meccanicamente, ed in maniera pericolosa l'isolante. La sovraelevazione di temperatura può essere limitata dall'azione di relais a tempo, ma per le sollecitazioni meccaniche, che sussistono fino a che non fuzionano i relais, aprendo gli interruttori, occorre prendere accorgimenti speciali per la disposizione dei materiali isolanti in modo che essi non siano danneggiati dalle sollecitazioni meccaniche.

Le sollecitazioni istantanee sono quelle causate dalle così dette onde mobili, le quali, a loro volta, possono essere originate da fenomeni atmosferici o da manovre di quadro. Un'onda che penetri in un trasformatore può produrre delle sovratensioni per tre cause diverse: per la sua tensione propria, per la ripidizza del fronte dell'onda, per l'aumento della tensione propria determinato da successive riflessioni. Mentre la ripidezza d'onda non costituisce una sovratensione per la linea, lo è invece per un trasformatore nel quale determina forti differenze di tensioni fra punti vicini dell'avvolgimento. L'onda, nei nodi e punti di transizione fra circuiti con caratteristiche diverse, in parte si riflette ed in parte si rifrange; e le parti riflesse, sovrapponendosi all'onda incidente possono dar luogo a sovratensioni tre o quattro volte maggiori dell'onda iniziale.

Nei trasformatori i fenomeni di penetrazione, riflessione ed oscillazione delle onde si complicano causa la capacità e l'induttanza degli avvolgimenti. La conoscenza della distribuzione della tensione fra le varie bobine e delle sovratensioni che si producono per effetto delle onde è di grandissima importanza, perchè si riflette sui criteri di isolamento del trasformatore e della sua protezione. In America in questi ultimi anni gli studi, in maggior parte sperimentali, sulle sovratensioni che si verificano nelle reti e nei trasformatori hanno assunto una grandissima importanza ed hanno condotto alla costruzione del cosidetto trasformatore antirisonante, nel quale la distribuzione della tensione, a seguito della penetrazione di un'onda, ha andamento rettilineo, mentre invece in un trasformatore comune essa si distribuisce in modo che fra le prime spire esiste una differenza di potenziale pressochè eguale a tutta la tensione di onda.

Col progredire delle ricerche sulle cause di sovratensioni si è potuto vedere come le più pericolose siano quelle di origine temporalesca. Lo studio dei fenomeni ha solo di recente potuto essere consentito dall'impiego di modernissimi mezzi di indagine che sono il clidonografo, l'oscillografo a raggi catodici ed il generatore di fulmini. L'oscillografo catodico è lo strumento d'indagine più perfetto perchè permette di seguire nel tempo il fenomeno transitorio, ma è di applicazione non semplice e costosissimo. Il clidonografo invece è di più facile impiego e di minor costo ma fornisce dei dati meno completi in quanto non dà la visione diretta del fenomeno, ma le sue registrazioni debbono essere riferite ad altre relative a onde mobili di caratteristiche note. Il generatore di fulmini produce delle onde a fronte ripidissimo e permette di eseguire in laboratorio, senza limitazione di tempo, esperienze sugli effetti di tensioni aventi le stesse caratteristiche delle scariche temporalesche.

Delle sovratensioni dovute a manovre le uniche pericolose sono quelle causate dall'inserzione dei trasformatori; quelle dovute all'apertura degli interruttori di poco superano la tensione normale. Le sovratensioni di inserzione possono raggiungere invece anche quattro o cinque volte la tensione di esercizio; contro di esse ci si può proteggere o schermando i trasformatori in modo da renderli anti-risonanti, e, più semplicemente, rinforzando l'isolamento fra le spire nei punti maggiormente sollecitati che sono in generale i punti estremi dell'avvolgimento. Egualmente importanti e pericolose sono le sovratensioni prodotte da archi a terra che possono raggiungere in determinati casi valori di oltre sette volte la tensione normale. La protezione più efficace, perchè ne renderebbe impossibile la formazione, sarebbe la messa a terra del neutro. Questa viene abitualmente applicata in America, ma in Europa quasi tutti gli impianti hanno il neutro isolato, epperò si deve ricorrere a dei mezzi che servono a limitare gli effetti dell'arco a terra e che sono l'adozione della bobina di Petersen o l'interposizione fra il neutro e la terra di adatte resistenze e induttanze.

Quanto alle scariche atmosferiche, secondo le esperienze eseguite finora da vari sperimentatori si può ritenere che esse abbiano le seguenti caratteristiche: tensione dell'ordine di 100.000.000 volt, corrente dell'ordine di 100.000 amp., energia dell'ordine di 4 kWh, potenza dell'ordine di mille miliardi di kW, tempo dell'ordine di pochi microsecondi, gradiente della scarica 300 kV/m; scarica generalmente non oscillatoria con polarità prevalentemente positiva; le scariche negative, più rare, sono però più violente. Questi dati si riferiscono al colpo di fulmine diretto, ma sulle linee, oltre alle sovratensioni prodotte dalle scariche dirette si verificano, e sono le più numerose, sovratensioni indotte, le quali, come è generalmente ammesso, si formano quando una nuvola temporalesca, trovandosi sopra una linea aerea di trasmissione, agisce per influenza. Essa provocherebbe su questa una separazione trasversale di cariche se le cariche della medesima polarità non fluissero a terra attraverso l'isolamento e il neutro, se questo è a terra. Se, per una scarica improvvisa, il campo si estingue tanto rapidamente da non consentire alla carica che trovasi sul condutore di fluire a terra, tale carica libera determina, per la capacità della linea, un'onda ripida di tensione. E' difficile dare dei dati circa la entità di queste sovratensioni, tanto più che i vari sperimentatori non sono molto concordanti fra loro. Come indicazione di massima si può ritenere che le sovratensioni atmosferiche siano all'incirca dieci volte la tensione di linea con un fronte di onda dell'ordine di un microsecondo.

Le onde, propagandosi lungo le linee, subiscono una attenuazione dovuta principalmente alla resistenza ohmica del conduttore ed alla perdita per effetto corona. Questo fenomeno è molto importante perchè costituisce una autoprotezione del macchinario: quanto più forte è l'attenuazione tanto più piccola è la tensione dell'onda che penetra nei trasformatori.

La protezione dei trasformatori è legata a quella della linea perchè ad un maggior isolamento di linea corrisponde una maggiore altezza delle sovratensioni transitorie che possono arrivare ai trasformatori e quindi questi necessitano una più elevata resistenza o una più efficace protezione.

Da questo punto di vista potrebbe sembrare conveniente un basso isolamento della linea, ma ciò condurrebbe a continue interruzioni di servizio da evitarsi ad ogni costo, e quindi bisogna ricorrere ad un elevato isolamento sia della linea che stabilendo di volta in volta, secondo l'importanza dell'impianto, a quale grado di isolamento dei trasformatori bisogna arrivare. In ogni caso l'isolamento della linea deve essere inferiore a quello del trasformatore.

Il quadro generale della protezione può essere così costituito: 1°) Autoprotezione; 2°) Protezioni estensive; 3°) Protezioni sul trasformatore; 4°) Protezioni contro le sovratensioni di manovra e di arco a terra; 5°) Protezioni localizzate.

La protezione estensiva è costituita dall'isolamento della linea, dagli anelli di protezione e dal filo di guardia. Circa l'efficacia di quest'ultimo tutti i tecnici sono ormai d'accordo. Secondo Peek esso aumenta le perdite per effetto corona e quindi l'attenuazione. L'efficacia poi del filo di guardia dipende dalla sua posizione rispetto ai fili di linea e del numero delle corde impiegate. Con la presenza del filo di guardia sembra che il numero degli archi agli isolatori sia ridotto alla metà.

La protezione nel trasformatore contro le sovratensioni di manovra consiste, come già accennato, nel rafforzamento dell'isolamento in punti singolari più esposti (bobine terminali) e nell'adozione di particolari schemi che rendono il trasformatore antisonante. Contro le sovratensioni di archi a terra si adottano le bobine di Petersen oppure si mette il neutro a terra attraverso resistenze o induttanze opportunamente calcolate.

Infine le protezioni localizzate consistono nelle bobine di self, condensatori e scaricatori. La funzione delle bobine e dei condensatori è quella di distendere il fronte dell'onda diminuendone il gradiente. Nelle bobine ciò avviene perchè l'induttanza accumula, sotto forma elettromagnetica, una parte dell'energia dell'onda che resti-

tuisce in seguito. Per i condensatori il fenomeno è analogo, salvo che l'energia è accumulata sotto forma elettrostatica.

La funzione degli scaricatori è quella di deviare alla terra una parte dell'energia dell'onda quando la tensione di questa raggiunge un determinato valore. Tale valore deve essere inferiore a quello di scarica attraverso l'isolamento di linea in modo da impedire archi e conseguenti interruzioni. Il compito degli scaricatori è di mantenere le sovratensioni di linea ad un livello base adeguato all'isolamento della linea e delle macchine: la loro azione protettiva deve intendersi però riservata alle sovratensioni transitorie di origine atmosferica.

Circa l'efficacia di tali protezioni esistono fra i tecnici delle grandissime discordanze. In America di norma si è favorevoli agli scaricatori, mentre si ritengono le bobine pochissimo efficaci se non proprio dannose. In Germania la tendenza predominante è sfavorevole alle bobine, ma la questione è tutt'altro che esaurita ed è ancora allo studio. In Francia si è invece favorevoli alle bobine la cui efficacia protettiva è considerata molto alta.

N. 25.

LE STAZIONI AMBULANTI DI TRASFORMAZIONE NEL SISTEMA DI TRAZIONE ELETTRICA TRIFASE

G. B. SANTI.

A integrazione degli impianti fissi di trasformazione e di conversione per l'alimentazione dei conduttori di contatto, la rete delle linee elettrificate delle Ferrovie dello Stato è fornita di un piccolo parco di sottostazioni ambulanti di trasformazione e di conversione rispettivamente per la parte elettrificata con corrente trifase e per la parte elettrificata con corrente continua. Tali sottostazioni sono rapidamente dislocabili in composizione normale ai treni fino alla velocità di 50 km/ora e sono per la loro costruzione pronte ad una immediata entrata in servizio. Servono a sostituire sottostazioni fisse che dovessero essere escluse per incidenti, guasti od altre ragioni. Inserite tra due sottostazioni fisse o aggiunte ad una di esse, servono ad aumentare la potenzialità della linea elettrica in eventuali eccezionali concentrazioni di traffico.

L'esperienza ha dimostrato inoltre la loro utilità in impreviste esigenze soprattutto durante il periodo bellico.

Le sottostazioni fisse hanno già le uscite dei conduttori primari appositamente predisposte per l'attacco delle ambulanti nel caso più comune in cui queste siano inserite nelle immediate vicinanze di una sottostazione fissa.

Per la inserzione in piena linea è da osservare che le ferrovie elettrificate delle FF. SS. sono in genere servite almeno da una terna primaria in sede ferroviaria o nella immediata vicinanza di essa, dimodochè le ambulanti possono praticamente essere messe in servizio in ogni punto della rete elettrificata.

Le sottostazioni ambulanti per linee elettrificate col sistema trifase sono di tre tipi e in numero complessivo di 16. La loro potenza, va, secondo i tipi, da 2250 kVA a 2900 kVA. Il loro rapporto di trasformazione fondamentale per i 16,7 periodi è da 60.000 a 3700 volt e per i 45 periodi da 50.000 a 10.000 volt.

E' noto infatti che oltre al sistema di trazione elettrica trifase a 16,7 periodi, 3700 volt esiste in Italia una linea elettrificata con sistema trifase a 45 periodi, 10.000 volt e precisamente la linea Roma-Tivoli-Sulmona.

Gli organi essenziali che costituiscono una sottostazione ambulante sono un interruttore primario per l'arrivo dell'alta tensione, un trasformatore e un interruttore secondario. Nel primo tipo di sottostazione (tipo AW) costruito prima della guerra la parte secondaria (3700 volt a 16,7 periodi) era maggiormente sviluppata e anzichè avere un unico interruttore ne aveva sei. Tali sei interruttori avrebbero dovuto permettere — come avviene nelle sottostazioni fisse — l'alimentazione indipendente delle tratte sezionate presso l'uscita della sottostazione.

Nei tipi successivi (tipo AS e tipo AA) in seguito all'esperienza fatta con l'uso del tipo AW, fu abbandonato tale concetto e la parte secondaria fu semplificata. Le stesse sottostazioni tipo AW furono modificate in questo senso.

Le prime sottostazioni (AW) sono di tipo cosidetto chiuso; hanno cioè gli interruttori primario e secondario e in genere tutta l'apparecchiatura elettrica contenuta in due cabine chiuse, una per l'alta e una per la bassa tensione.

Per i tipi successivi (AS e AA) fu invece adotata la disposizione all'aperto oltrechè per il trasformatore anche per gli interruttori e per la apparecchiatura in genere, limitando la parte chiusa a una cabina posta ad una testata del carro e che serve oltre che di posto per l'agente di guardia anche per i comandi, i relais e gli apparecchi di misura.

La disposizione all'aperto ha permesso di eliminare l'operazione di smontaggio degli isolatori primari che era necessario eseguire con il tipo AW più antico per mettere la sottostazione in assetto di marcia. Tali isolatori infatti, montati sul tetto della cabina primaria, uscivano dalla sagoma limite del materiale rotabile.

La mobilità delle sottostazioni in parola e le limitazioni di peso e di sagoma necessarie per circolare sulle linee ferroviarie hanno imposto speciale studio nella forma e nella disposizione delle varie parti.

Il trasformatore, perchè non subisca rigidamente gli urti inevitabili della marcia, è fissato al carro con dispositivi semi elastici o addirittura articolati (tipo AW).

Le connessioni tra gli interruttori e il trasformatore sono fatte a mezzo di cavi o di speciali dispositivi che ammettono piccoli spostamenti per oscillazioni delle parti.

Il trasformatore per ragioni di ingombro e di peso è trifase a differenza di quello delle sottostazioni fisse per T. E. cui sono in genere terne di monofasi.

E' a raffreddamento naturale con tubi esterni (tipo AW o tipo AA) o con cassone a profonde nervature (tipo AS).

L'interruttore primario è di tipo speciale a cassa ribassata per permettere lo sviluppo degli isolatori di entrata senza uscire dalla sagoma (tipo AS e tipo AA).

Il conservatore d'olio o è ricavato dal coperchio a doppio fondo del trasformatore (tipo AS) o è appiattito (tipo AA).

Dovendo le sottostazioni ambulanti marciare in parallelo con trasformatori di diverso tipo, sono previsti diversi rapporti di trasformazione.

I trasformatori fissi delle sottostazioni per T. E. hanno in genere quattro o cinque rapporti di trasformazione con variazioni della tensione secondaria da 80 a 20 volt per ogni rapporto. Ciò è necessario per mantenere la tensione alla linea di contatto eguale in ogni punto e in ogni periodo dell'anno mentre la tensione primaria media può variare da punto a punto a seconda della distanza dalle centrali e a seconda anche dei periodi dell'anno.

Le sottostazioni sono distribuite in opportuni centri della rete elettrificata, pronte ad essere inviate ove occorra entro una zona limitata competente ad ognuna di esse.

Le revisioni, riparazioni e in genere la manutenzione straordinaria sono centralizzate in due officine: per le sei sottostazioni tipo AA vengono fatte dal Cantiere T. E. di Bologna, per le sei sottostazioni tipo AS e per le quattro sottostazioni tipo AW dalla officina annessa alla centrale idroelettrica di Bardonecchia (Torino).

N. 29.

TRASFORMATORI TRIFASI A TRE ED A CINQUE COLONNE

L. LOMBARDI - A. ASTA.

Il tipo a cinque colonne viene da vari anni adottato nella costruzione di grandi trasformatori trifasi essenzialmente allo scopo di ridurne l'altezza complessiva entro i limiti delle sagome ferroviarie, e di rendere possibile il trasporto a montaggio completo.

I principali lavori finora pubblicati al riguardo vennero eseguiti sotto gli auspici della A. E. G. di Berlino, i cui Ingegneri *Klein* (1), *Küchler* e *Stollmann* (2) e *Stein* (3) eseguirono i calcoli dei primi apparecchi, ne studiarono il comportamento magnetico determinando teoricamente la ripartizione dei flussi e l'andamento delle correnti a vuoto, e ne valutarono le perdite in confronto con gli apparecchi del tipo comune.

Il Prof. *M. Vidmar* (4) pochi mesi or sono ha ampiamente discusso dal punto di vista teorico il comportamento dei trasformatori a cinque colonne, giungendo in base ad alcune premesse, già applicate ai trasformatori trifasi ordinari, a talune conclusioni, che sembrano meritevoli di qualche riserva.

I due Autori nel presente lavoro riportano i risultati di sistematiche esperienze eseguite nell'Istituto Elettrotecnico della R. Scuola degli Ingegneri di Roma sopra un trasformatore trifase del nuovo modello da 4,5 kVA, appositamente costruito con tre avvolgimenti dal Tecnomasio Italiano Brown Boveri per la tensione primaria concatenata di 8600 volt e quella secondaria di 220, alla frequenza di 45 periodi per 1''.

Uno studio preliminare minuzioso venne anzitutto eseguito sopra la ossatura magnetica perimetrale, rimovendo le tre colonne intermedie, allo scopo di determinare le proprietà del materiale magnetico;

(1) *Elektrot. Zeitschrift*, 15 novembre 1923.
(2) » » 10 marzo 1927.
(3) » » 15 agosto 1929.
(4) *Archiv für Electrotechnik*, vol. XXV, pag. 359, maggio 1931. *L'Elettrotecnica*, giugno-luglio 1915.

questo è costituito da lamiera legata della Società Terni dello spessore di 0,4 mm avente come cifra normale di perdita 1,6 watt per kg alla frequenza 50 ed alla induzione massima 10.000. Vennero all'uopo dapprima determinati col metodo statico i valori della induzione e della forza magnetica mediante il flussometro in base al numero delle amperspire applicate a correnti continue; misure analoghe vennero poi ripetute col metodo dinamico impiegando correnti alternate, e deducendo i valori massimi del flusso dall'integrazione della f.e.m. indotta, e quelli della forza magnetomotrice dall'ordinata massima della curva di corrente, rilevata con l'oscillografo, e con l'aiuto di un voltometro di cresta e di una resistenza induttiva. Dalla curva di permeabilità normale venne anche dedotta quella della permeabilità media entro i singoli intervalli di magnetizzazione, secondo il concetto introdotto da uno degli Autori in ricerche precedenti (4). Vennero poi determinate con molta cura le perdite di potenza unitarie corrispondenti alle diverse saturazioni.

Ricostituita la ossatura completa, la grandezza e ripartizione dei flussi venne determinata in base alle f.e.m. indotte entro a spirali secondarie, avvolte sui diversi tronchi di colonne e di gioghi; di esse veniva all'uopo misurato il valore efficace con adatti voltometri elettrodinamici, e determinata l'ampiezza e la fase dell'onda fondamentale mediante un apparecchio selettivo, costituito da un wattometro di precisione, il cui circuito ampermetrico era attraversato da una corrente sinusoidale della massima frequenza e quello voltometrico della corrente alla spirale esploratrice. Essendo interposto nel primo di essi un variatore di fase, l'annullarsi della deviazione corrispondeva alla condizione di quadratura delle due correnti, e permetteva di rilevare con grande esattezza la fase delle f.e.m. indotte, quindi dei flussi, mentre la forma delle prime era rilevata con l'oscillografo e quella dei secondi dedotta per integrazione.

Le esperienze vennero estese ad un largo intervallo di tensioni, modificando volta a volta il raggruppamento delle spirali primarie e secondarie, da stella a triangolo; staccando e collegando fra loro i neutri del trasformatore e della sorgente di alimentazione; intercalando nel circuito magnetico fra i gioghi e le colonne spessori diversi di interferro, in modo da variare di quantità note le risultanze dei tronchi rispettivi. I risultati hanno in parte confermato proprietà già note, permettendo di valutarne la importanza relativa; in parte hanno messo in evidenza fatti nuovi, teoricamente prevedibili, ma non prima sperimentalmente verificati, e perciò degni di speciale attenzione.

Così le esperienze eseguite col semplice primario a stella senza collegamento dei neutri, e con tensioni concatenate sensibilmente sinusoidali, lasciano nettamente percepire la tendenza alla formazione di armoniche di ordine 3° e multiplo di 3 nel flusso delle colonne principali; queste nei trasformatori trifasi si chiudono fra i gioghi attraverso all'aria circostante ed alle pareti dei cassoni, dando luogo a una forte dispersione, mentre nel trasformatore a cinque colonne trovano la via attraverso alle colonne ausiliarie, occasionandovi perdite supplementari. Le porzioni di questi flussi, attraversanti le due colonne predette, assumono direzione concorde nello spazio, ma fasi opposte rispetto alle onde fondamentali dei flussi derivati e pertanto modificano in diversa misura l'ampiezza dei flussi risultanti e la permeabilità del materiale, nonchè le perdite magnetiche corrispondenti.

Collegando fra loro i neutri, si offre una via alle correnti armoniche di ordine 3° e multiplo di tre, le quali rendono possibile di mantenere flussi principali di forma regolare applicando tensioni sinusoidali; ma risultano sostanzialmente deformate le correnti magnetizzanti. Chiudendo invece in corto uno dei circuiti, per esempio il terziario dove esso esiste, separato dalla rete di alimentazione, e da quella di consumo, ovvero raggruppando a triangolo il primario o il secondario con queste collegati, si offre una via interna alle correnti di ordine 3° e multiplo di tre, necessarie a mantenere la forma sinusoidale dei flussi principali, senza interessare le correnti addotte dall'esterno; le perdite per effetto di Joule in quel circuito al pari di quelle inerenti agli altri, devono naturalmente sottrarsi dalle perdite totali misurate per valutare quelle magnetiche. Queste possono a loro volta calcolarsi a priori per i singoli tronchi quando sono conosciuti i valori massimi della induzione e le cifre di perdita unitaria.

Numerosi oscillogrammi di corrente magnetizzante e di f.e.m. indotta nelle spirali esploratrici sono riportati nel lavoro originale, e taluno di questi è graficamente integrato per dare un esempio della forma reale dei flussi elementari.

Scopo essenziale del lavoro era di cercare quale più o meno esatta corrispondenza possa stabilirsi fra la ripartizione misurata dei flussi e delle perdite, e quella determinata a priori in base alla teoria dei circuiti magnetici: questa è comodamente riassunta nel caso specifico dalle formole di Küchler e Stollmann, che si basano su la conoscenza delle riluttanze dei singoli tronchi, e quindi sui valori delle rispettive permeabilità.

Non essendo possibile seguire la variazione di questi ultimi da istante a istante in dipendenza della magnetizzazione alternativa, nè riportare in conto le anomalie create dalla presenza delle armoniche di flusso e di corrente, i due Autori hanno dovuto limitare la trattazione schematica del problema al caso più semplice, in cui così i flussi principali, come quelli derivati attraverso ai gioghi ed alle colonne ausiliarie assumono forma sinusoidale, ed alle permeabilità hanno attribuito valori unicamente dipendenti dall'intervallo di magnetizzazione; tali valori risultano peraltro eguali nei tronchi soggetti a uguale saturazione, come le porzioni simmetriche di giogo interposte fra le colonne principali, e la coppia simmetrica delle colonne ausiliarie.

In questa condizione, indicando con l le lunghezze e con μ le permeabilità dei tronchi derivati, con δ la grossezza degli interferri, e attribuendo gli indici 1, 2, 3 alle colonne principali, 4 e 7 alle colonne ausiliarie 5 e 6 ai gioghi, il rapporto tra i flussi efficaci o massimi che attraversano le prime e le seconde, assume la espressione:

$$\phi_4/\phi_1 = \phi_7/\phi_1 = \frac{\sqrt{3}}{2 + 2\dfrac{l_4}{l_5}\dfrac{\mu_5}{\mu_4} + 4\dfrac{\delta}{l_5}\mu_5}$$

Dette $\mathfrak{R}_4$ ed $\mathfrak{R}_5$ le riluttanze delle colonne ausiliarie e dei gioghi, ed α l'angolo compreso fra i vettori, che ne rappresentano i flussi, si ottiene anche la relazione equivalente:

$$\frac{\mathfrak{R}_4}{\mathfrak{R}_5} = \frac{\phi_5 \cos\alpha}{\phi_4}.$$

Dalla prima di queste, attribuito un valore di prova al rapporto tra i flussi, è possibile, calcolando quello delle induzioni massime e deducendo dalla curva di magnetizzazione il rapporto delle permeabilità, ottenere il valore numerico del 2° membro; per la seconda, la differenza di fase facilmente si desume dal diagramma vettoriale che, per ogni valore attribuito a ϕ_4 e ϕ_7, permette anche di dedurre quello corrispondente di ϕ_5 e ϕ_6. L'una e l'altra forniscono adunque il modo di verificare se il rapporto presupposto era esatto, e, in caso contrario, di correggerlo in modo da soddisfare per successive approssimazioni alle condizioni del problema; si calcolano poi in relazione ai flussi elementari, le perdite corrispondenti a quelle totali.

In base ai risultati raccolti la valutazione teorica di queste ultime fornisce in ogni caso valori prossimi a quelli sperimentali, atteso che le perdite nelle colonne principali sono unicamente funzione dei flussi che le attraversano, e che per ogni tensione applicata risultano perfettamente noti; i flussi derivati sono bensì generalmente affetti da errori, ma questi hanno necessariamente segno contrario, e nella valutazione delle perdite tendono a compensarsi.

La entità di questi errori è strettamente inerente alla incertezza che affetta la valutazione delle permeabilità, e nelle verifiche eseguite varia con la tensione applicata, dalla quale dipende direttamente la saturazione.

Essa è pertanto subordinata a sua volta all'andamento della curva di magnetizzazione ed ai valori assunti della permeabilità, di che i due Autori forniscono chiari esempi, tracciando le curve teoriche dei flussi derivati in base alle curve di permeabilità statica e dinamica, ed a quella della permeabilità media dedotta col metodo delle parziali integrazioni. La grossezza degli interferri influisce su la ripartizione dei flussi, in quanto accresce la riluttanza dei tronchi delle colonne ausiliarie. In ogni caso pratico questa suol eccedere notevolmente la riluttanza dei gioghi, se non si ricorre al tipo essenzialmente ribassato, proposto dal Vidmar, e fino ad ora non esperimentato in scala industriale. Il ferro delle colonne predette risulta perciò inevitabilmente meno bene utilizzato di quello dei gioghi, a parità di sezione.

La ragione della discrepanza fra la ripartizione dei flussi denunciata dal calcolo e quella dell'esperienza, oltre che nella incerta valutazione della permeabilità, è da ricercare in parte nella loro reale anomala configurazione, che le ipotesi restrittive della teoria non rispecchiano esattamente; in parte nella dispersione magnetica complementare, che si manifesta inevitabilmente fra i gioghi, e che altera in diversa proporzione i flussi in questi e nelle colonne ausiliarie.

Auspicando la esecuzione di esperienze ulteriori sopra apparecchi numerosi e più potenti, atte a chiarire con quali cautele e fra quali limiti la utilizzazione magnetica delle colonne ausiliarie possa essere praticamente migliorata, i due Autori rilevano fin d'ora l'importanza che a tal uopo può avere la riduzione al minimo delle riluttanze dei giunti e delle dispersioni magnetiche, non meno che l'attenuazione delle inevitabili armoniche superiori di flusso mediante l'applicazione di un avvolgimento in corto circuito. Lo studio preliminare della ripartizione dei flussi eseguito secondo la teoria di Küchler e Stollmann fornisce una discreta approssimazione se si tiene a base la curva di permeabilità normale del ferro, facile a rilevarsi col metodo statico ovvero con quello dinamico anche senza ricorrere alla permeabilità media riferita

ai singoli intervalli di magnetizzazione; e il processo di interpolazione può essere graficamente semplificato, costruendo in base alle curve predette, ed alle dimensioni dei tronchi magnetici e degli interferri di giunzione, le curve delle rispettive riluttanze, riferite ai valori massimi od efficaci della induzione.

I diagrammi vettoriali rilevati dai due Autori permettono di seguire la variazione sistematica dei flussi e delle correnti magnetizzanti e ne chiariscono le relazioni di grandezza e di fase con le tensioni applicate. Essi spiegano perciò l'apparente anomalia che si manifesta nella misura della potenza assorbita, ove le indicazioni dei tre wattometri sono proporzionalmente modificate dagli spostamenti diversi di fase che traggono origine dalla complessità del circuito magnetico, e che non trovano riscontro nei semplici trasformatori a tre colonne.

N. 30.

REGOLATORI AD INDUZIONE.

E. GERLI.

L'accentramento della produzione di energia elettrica in grandi centrali, con unità di grande potenza e numerose linee di partenza, nonchè il collegamento di diverse centrali vicine o lontane, con possibilità di smistare l'energia prodotta dall'una all'altra rete, contribuiscono alla diffussione del regolatore induttivo come quello che permette una regolazione graduale e continua, senza giuoco o manovra di contatti e quindi senza introdurre interruzioni di corrente. Elementi ritardanti la diffusione si hanno invece nell'incessante corsa verso tensioni di linea più elevate che impone l'introduzione di un trasformatore in serie e nello sviluppo assunto dal trasformatore a gradini; il primo elemento influisce sopratutto notevolmente sul costo dell'impianto di regolazione, il quale invece può essere mantenuto entro limiti abbordabili mediante il trasformatore a gradini. I notevoli miglioramenti apportati al regolatore induttivo, costruzione a 4 poli, impiego di pacchi lamellari ad altissime saturazioni, costruzioni in ferri profilati anzichè in ghisa, ecc., consentono al regolatore induttivo di conservare un campo di applicazione tuttora abbastanza vasto; sono attualmente in funzione regolatori senza trasformatore su reti di 17.500 V e si può giungere fino a 20-25 kV. Per impianti fino a 50-80 kV possono darsi dei casi in cui non sia necessario il trasformatore in serie e in questi casi il regolatore induttivo è di costo assai minore del trasformatore a gradini.

Tutte le disposizioni di regolazione sono soggette in caso di corto circuito a sollecitazioni molto forti relativamente alla loro capacità propria; ciò ha condotto allo studio ed al brevetto di numerosi dispositivi di protezione sopratutto per gli avvolgimenti ed i comandi; è conosciuto un giunto brevettato dalla Oerlikon che permette di accoppiare il rotore dei regolatori induttivi col suo meccanismo di comando in modo che, al verificarsi di eccezionali coppie torcenti p. es. sopra 2, 2 1/2 del momento nominale, in caso di sopracarichi o di corto circuito, il rotore si disimpegna dal suo meccanismo di comando e rimane libero; albero e comando sono così protetti contro guasti eventuali.

Si rende sovente necessario, nella pratica, di distribuire il carico di un impianto su diverse unità regolatrici funzionanti in parallelo; anche per questo si hanno dispositivi e brevetti che assicurano la stabilizzazione elettrica delle singole unità.

Nell'accoppiamento di due o più centrali di varia potenza il regolatore induttivo permette di regolare la tensione in modo continuo entro tutto il campo di regolazione offrendo altresì il mezzo per spostare da una rete all'altra la potenza reattiva o per impedire che una centrale fornisca potenza reattiva ad un'altra; in quest'ultimo caso conviene l'installazione di un regolatore induttivo doppio il che però aumenta ancora notevolmente il costo dell'impianto di regolazione. Un brevetto Oerlikon ha cercato di conciliare le diverse esigenze di prezzo e di manovra creando un regolatore che risponde al tipo doppio per quanto si riferisce all'attacco ed al distacco.

Altro campo di applicazione del regolatore induttivo è quello della regolazione del fattore di potenza col quale una centrale eroga energia dall'altra attraverso la linea di collegamento.

Anche il comando dei regolatori induttivi ha dato luogo a numerose soluzioni, dal comando a mano, a quello a servomotore, sia mediante bottoni di contatto sia automaticamente.

N. 31.

LE PRESE DI TERRA

G. REBORA.

[Le prese d]i terra rappresentano oggi uno degli elementi più in[teressanti] dei nostri impianti. La deficienza di misura aggrava [spesso e] fonte spesso di malintesi e di infortuni.

Oggetto della presente Memoria è la pubblicazione di risultati sperimentali e di quadri statistici riassuntivi, mezzo efficace, a mio avviso, per facilitare la via ai tecnici che hanno la responsabilità dell'esercizio.

Gli argomenti più ampiamenti trattati nella Memoria si riassumono nei seguenti capitoli:

1) *Terra.* — Definizione e significato fisico della resistenza di una presa di terra.

2) *Gradiente.* — Formazione di notevoli d.d.p. intorno alle prese di terra.

3) *Pericolo e probabilità di infortunio.* — La formazione dei gradienti intorno alle «terre» è causa di grave pericolo.

Fortunatamente la gravità dell'incidente dipende dalla concomitanza di molti fattori, il che diminuisce la probabilità dell'infortunio.

4) *Calcolo della resistenza di «terra».* — Formule semplificate per il calcolo della resistenza probabile di una «presa».

5) *Resistività del terreno.* — Risultati di misure effettuate a Milano. Valori medii compresi tra 11.800 ÷ 31.500 Ω/cm.

6) *Comportamento elettrico del calcestruzzo.* — Il calcestruzzo si comporta come un mediocre conduttore. Agli effetti della sicurezza delle persone esso deve assimilarsi ai conduttori.

7) *Elettrodi usati nelle prese di terra.* — Indicazioni esecutive dei tipi di «presa» più usati e raccomandabili. Valori sperimentali. Resistenza presentata da condotte metalliche, binari, cavi.

8) *Norme generali di installazione.* — Requisiti delle buone «prese di terra».

9) Metodi di misura delle «terre». — Impiego della corrente alternata, voltmetro, amperometro seguendo il metodo delle tre terre. Uso degli ohmmetri speciali misura-terre.

10) *Conduttori di terra.* — Sezione e natura dei conduttori che riuniscono gli elettrodi delle «prese» ai punti da mettere a «terra».

11) *Effetto delle distanze tra due prese di terra vicine.* — Due «terre» si possono ritenere indipendenti quando distino al minimo di 2 ÷ 3 m, in media di 7 ÷ 10 m.

12) *Connessioni in parallelo.* — Le diverse n «prese» rispettivamente di resistenza $r_1, r_2, r_3 \ldots r_n$ sono messe in parallelo, la resistenza risultante R è:

$$R = \frac{1}{\sum_{1}^{n} \frac{1}{r}}$$

In pratica la convenienza scema al di là di 4 ÷ 6 terre in parallelo.

13) *Sostegni in ferro e fondazioni in calcestruzzo.* — L'esperienza ha dimostrato che sostegni metallici colla base annegata in calcestruzzo senza alcun collegamento a vera presa di terra costituisce per lo più una «terra» discreta. Tale constatazione assume speciale importanza nei riguardi tecnici e giuridici in quanto sino ad oggi un palo messo a terra ed un altro non a terra erano considerati come schemi fondamentalmente diversi.

14) *Permanenza della resistenza di terra.* — Non tutte le «prese» hanno attitudine a resistere a forti correnti, capaci di modificare il valore e la funzione della «presa».

15) *Resistenza di terra di una palificazione con conduttori di terra.* — La previsione e la misura diretta confermano le forti differenze che si possono avere misurando la «terra» in diversi punti di una linea i cui sostegni sono tutti a terra e collegati con conduttori di «terra».

16) *Le terre degl'impianti.* — Una rapida statistica ha rivelato che le terre delle cabine possono variare tra 0,3 e 400 ohm con una media di 75 ÷ 80 ohm.

17) *Connessioni a terra nelle cabine.* — Rilievo statistico della separazione delle «terre». In una cabina la «terra» deve essere unica oppure ogni punto che va a terra deve far capo ad una speciale «presa»? La constatazione diretta mette in rilievo i criteri più disparati adottati dai singoli distributori sino ad oggi.

18) *Orientamenti e consigli.* — Per le grandi cabine e le centrali tendenza a predisporre «terre» di 2 ÷ 3 ohm e meno. Qualcuno non vorrebbe più di 1 ohm.

Per le piccole e medie cabine, desiderabili terre di pochi ohm (fu proposto 5 ohm dagli americani). La statistica ha denunciato valori perfino di 300 ÷ 400 ohm.

19) *Conclusione.* — Tendenza a formare un'ottima terra alla quale *separatamente* connettere i diversi punti che devono esserle collegati. Tenere separata la «terra» degli scaricatori ad alta tensione (se vi sono).

Unire i due sistemi di terre.

Regna incertezza sulle disposizioni da adottarsi per il neutro bassa tensione delle reti di distribuzione.

Per attenuare i fenomeni di «terra» sempre pericolosi occorre sforzarsi di rendere meno probabile il contatto tra circuiti elettrici e

« terra » mediante costruzioni ed installazioni ottime e dotate di largo margine di sicurezza.

Necessita poi *misurare* tutte le nostre « terre » per rendersi conto del loro valore e per migliorarle dove occorra.

N. 32.

LE STAZIONI DI TRASFORMAZIONE FISSE NEL SISTEMA DI TRAZIONE ELETTRICA TRIFASE

R. Alessandri.

Le stazioni di trasformazione della grande trazione elettrica ferroviaria, per le particolarità relative a tale servizio, si differenziano dalle normali installazioni industriali.

Nella presente memoria sono descritte le stazioni di trasformazione degli impianti di elettrificazione a bassa frequenza trifase, con particolare riguardo a tutte le provvidenze adottate nei circuiti elettrici, nel macchinario e nei fabbricati, per assicurare la continuità e la regolarità del servizio ferroviario; infine è brevemente accennato alle stazioni di trasformazione degli impianti di trazione trifase a frequenza ferroviaria.

Le sottostazioni per la trazione eletrica trifase sono « statiche », cioè immettono a mezzo di trasformatori « statici » l'energia fornita ad alta tensione ed alla frequenza di 16,7 periodi nelle linee di contatto a 3,8 kV.

Dal lato dell'alimentazione secondaria esse presentano caratteri eguali, mentre invece si differenziano nei circuiti ad alta tensione.

Le linee elettrificate col sistema trifase a bassa frequenza, che fatto eccezione della Bolzano-Brennero, funzionano in parallelo, sono servite da una vasta rete di alimentazione primaria a 60 kV (km 4173 di terna primaria in servizio, più 340 km in costruzione) a larghe maglie nei cui nodi convergono numerose linee.

E' evidente che le sottostazioni inserite in una rete così complessa, oltre che alla trasformazione dell'energia, sono destinate, a seconda della loro ubicazione ad altre diverse funzioni.

In relazione a queste funzioni si sono distinti nelle nuove elettrificazioni e nella sistemazione dei vecchi impianti, i seguenti tipi di sottostazioni:

1) Sottostazioni di tipo normale.
2) Sottostazioni con sezionamento.
3) Sottostazioni con sezionamento, per due frequenze.
4) Sottostazioni di conversione, con sezionamento.

Tutte le sottostazioni in esercizio hanno i macchinari e le apparecchiature elettriche contenuti in un fabbricato; quelle in costruzione per la Spezia-Fornovo, e le nuove sottostazioni di conversione, avranno l'alta tensione sistemata all'aperto.

*

Le sottostazioni di tipo normale vengono alimentate « in derivazione » dalle linè primarie (normalmente lungo le linee elettrificate in sede o presso la sede ferroviaria corrono due terne a 60 kV su palificazioni separate).

Le due derivazioni alimentano all'interno del fabbricato, dopo essere state sezionate mediante interruttori in olio automatici a massima corrente, un sistema semplice di sbarre.

Queste sono collegate a quattro trasformatori monofasi (tre in servizio, uno di riserva); un opportuno sistema di coltelli separatori permette di sostituire in pochi minuti qualsiasi trasformatore con quello di riserva.

Il collegamento dei trasformatori è a triangolo tanto sul primario che sul secondario.

Dal lato bassa tensione i trasformatori alimentano un doppio anello, al quale sono allacciati gli interruttori automatici per l'alimentazione della linea di contatto.

Il doppio anello, ed un gioco di separatori permettono in qualsiasi momento la sostituzione di un interruttore col pannello di riserva.

Altra particolarità dei circuiti di queste sottostazioni è il collegamento elettrico dei comandi degli interruttori del primario e del secondario dei trasformatori.

All'esterno delle sottostazioni esiste un dispositivo di conduttori e di interruttori aerei a corna, per escludere in caso di guasti le sottostazioni dalla linea di contatto senza interrompere la continuità di questa.

Nei circuiti delle sottostazioni all'aperto in costruzione per la Spezia-Fornovo è stato introdotto il seguente miglioramento.

Con l'aggiunta di due lame di terra ai separatori per l'inserzione del trasformatore di riserva, questo può essere impiegato per il « saggio delle terre » e per la misura della « tensione primaria ».

Le sottostazioni « con sezionamento » oltre a trasformare energia servono a sezionare con interruttori in olio automatici a massima corrente le linee di alimentazione primaria che attraversano il fabbricato.

Un sistema semplice di barre in derivazione sulle terne primarie, alimenta i trasformatori di trazione.

Nella parte a 3,8 kV queste sottostazioni sono uguali a quelle di tipo normale.

Nelle sottostazioni all'aperto in costruzione mediante l'impianto di un doppio sistema di barre si è voluto raggiungere la massima indipendenza nello smistamento delle condutture di alimentazione primaria.

*

Le sottostazioni « a due frequenze » sono state ideate dalle Ferrovie per ovviare agli inconvenienti che derivano dalle marcie in parallelo di tutta la rete ferroviaria. La marcia in parallelo è necessaria per lo sfruttamento razionale di tutti gli impianti, per ottenere la massima utilizzazione delle macchine generatrici, per l'integrazione del diagramma di carico delle fonti di energia e per la riserva reciproca di queste. Con la marcia in parallelo si ha però il grave inconveniente che una perturbazione, anche lieve, in un punto della rete può disturbare tutto il servizio ferroviario a trazione elettrica.

Così la intera rete di trazione elettrica trifase a bassa frequenza, è stata resa divisibile in otto zone, con opportuni sezionamenti sull'alta (60 kV) e bassa (3,8 kV).

Ogni zona comprende una o più fonti di alimentazione, e può con mezzi propri far fronte per un certo tempo all'esercizio ferroviario.

Le sottostazioni comuni a due zone costituiscono le sottostazioni a « due frequenze ».

I circuiti a 60 kV e 3,8 kV di esse sono divisibili in due parti; il collegamento di queste due parti è fatto solamente sui 60 kV attraverso un interruttore automatico di parallelo a minima tensione, che scatta solamente in caso di messa a terra di una fase in un punto qualunque della rete o quando la tensione, per anormalità varie, scende al di sotto di un certo limite.

Le zone esenti da anormalità continuano a funzionare regolarmente e normalmente si rimettono in parallelo, mentre le altre rientreranno in parallelo dopo l'eliminazione dei guasti.

In queste sottostazioni vi sono sei trasformatori monofasi, che nei casi di interruzione del parallelo indicati sopra funzionano in due gruppi indipendenti.

Le sottostazioni con sezionamenti, e quelle a due frequenze possono avere cinque, sei e più linee di alimentazione primaria in arrivo.

Le sottostazioni di conversione, assieme alle centrali idrauliche e termiche, costituiscono le fonti di alimentazione della rete ferroviaria.

Oltre a quelle in esercizio di Bologna (S. Viola) e di Arquata (Edison) le Ferrovie hanno in costruzione altre cinque sottostazioni di conversione. Le sottostazioni di conversione progettate dalle Ferrovie sono anche stazioni di trasformazione e di sezionamento.

L'argomento è trattato particolarmente in altra memoria allo stesso Congresso di Perugia.

*

Per assicurare la continuità e regolarità dell'esercizio, oltre alle provvidenze adottate nella disposizione dei circuiti delle sottostazioni, è oggetto di particolari cure la qualità del macchinario, e degli apparecchi costituenti l'attrezzatura elettrica delle sottostazioni.

Così i trasformatori di trazione, il cui rapporto di trasformazione è per tutti 59.300/3640 volt, presentano le seguenti speciali caratteristiche:

Capacità di sovraccarico del 20 % per due ore, del 59 % per mezz'ora, del 100 % per 3 minuti primi con la frequenza di quattro volte in un'ora.

Esistenza di prese ausiliarie, per realizzare altri cinque rapporti di trasformazione per poter regolare il più possibile la tensione delle linee di contatto.

Isolamento speciale degli avvolgimenti alta e bassa tensione.

Ancoraggio degli avvolgimenti particolarmente robusto, per resistere ai numerosi e violenti corti circuiti, che si verificano sulle linee di contatto.

Raffreddamento a circolazione naturale dell'olio.

Robustezza dei cassoni che devono poter sostenere il vuoto per l'essiccamento del nucleo e dell'olio.

Motivi di carattere pratico ed economico hanno indotto a unificare per le elettrificazioni recenti o in corso di effettuazione, il tipo dei trasformatori; la potenza standardizzata di questi è di 100 kVA, riferita al rapporto 59.300/3640 volt, con fattore di potenza 0,8.

I trasformatori delle sottostazioni della Spezia-Fornovo verranno muniti di protezione Buchholz.

*

Per l'alta tensione vengono usati interruttori in olio tipo 75 kilovolt, 300 ampere, ad alta capacità di rottura, a casse separate per polo, con relais ad inserzione diretta con l'alta tensione, o indiretta a mezzo di riduttori di corrente sistemati sugli isolatori passanti degli interuttori.

Gli interruttori alta tensione per le sottostazioni all'aperto della Spezia-Fornovo, sono caratterizzati da una maggiore capacità di interruzione, e da un maggior coefficiente di sicurezza nei riguardi della tensione di esercizio.

Particolarmente curato, è stato lo studio degli interruttori di alimentazione della linea di contatto, le cui condizioni di lavoro sono assai gravose per le correnti di notevole intensità che sono chiamati ad interrompere più volte al giorno per sovraccarichi o corti circuiti.

L'interruttore studiato dalle FF. SS. è per corrente normale di 1200 ampere, ed è costruito in due casse separate (una fase all'uscita dei trasformatori è direttamente collegata a terra) contenute in due celle completamente stagne.

A protezione del macchinario, sugli impianti recenti sono stati messi in opera scaricatori a terra di cariche statiche, e dispositivi « Campos » per le sovratensioni.

Il corredo elettrico delle sottostazioni è completato da:

1°) Due trasformatori normalmente da 5 kVA, 4000/200/125 volt, 16,7 periodi per i servizi ausiliari.

2°) Una batteria accumulatori di 18 elementi, capacità 20 amp/h, e relativo raddrizzatore elettronico Philips di carica, per l'alimentazione delle bobine per lo scatto automatico degli interruttori.

3°) Un quadro di manovra.

4°) Un quadro per la segnalazione luminosa dei circuiti (solo per le sottostazioni all'aperto).

5°) Un quadro telefonico.

6°) Un apparecchio selettore di sincronismo (solo nelle sottostazioni a due frequenze).

*

I fabbricati per le linee di recente eletrificazione sono di tipo uniforme, e rispondono ai seguenti requisiti:

a) rendere possibile al personale di servizio di sorvegliare facilmente l'impianto in ogni sua parte, ed eseguire prontamente qualsiasi manovra;

b) svolgere i circuiti in modo da evitare dubbi sulle manovre da eseguirsi;

c) realizzare un impianto protetto nella eventualità di incendi, in modo da dare al personale la massima sicurezza.

Questi fabbricati hanno le apparecchiature elettriche in tre grandi ambienti differenti:

1) Locale ingresso e sezionamento linee alta tensione (differente per i diversi tipi di sottostazione).

2) Locale trasformatori.

3) Sale per apparecchiature a 3,8 kV.

Inoltre vi sono un locale grue, un ufficio ed un magazzino.

Lo spogliatoio, le latrine ed il garage sono contenuti in un fabbricatino ausiliario.

Tanto i trasformatori come gli interruttori sono impiantati su speciali basamenti a vasca, muniti di tubazioni di adeguato diametro per lo scarico rapido dell'olio in caso di incendi.

*

I posti di trasformazione per l'elettrificazione della Spezia-Fornovo sono stati progettati con l'alta tensione all'aperto, in vista non solo di convenienza economica, ma anche per i vantaggi derivanti da questi tipi di installazioni.

I criteri speciali seguiti nel progetto di queste sottostazioni sono:

Evitare giri complicati di condutori, sviluppando la sottostazione in planimetria, e dando ai conduttori ed alle apparecchiature la disposizione più semplice e tale da riprodurre, anche topograficamente, lo schema dei circuiti.

Si raggiunge così il fine di avere abolito incastellature in ferro complesse realizzando sostegni non complicati e di minimo peso; le linee di alimentazione primaria, da qualsiasi direzione esse provengano, si possono allacciare alla sottostazione colla massima facilità; le manovre sono evidenti; è possibile lavorare con sicurezza in qualsiasi reparto della sottostazione, togliendo tensione soltanto alla zona interessata.

Lo scopo è stato raggiunto sviluppando i conduttori in due piani orizzontali, e disponendo i sezionatori con i poli, anzichè affiancati in « fila indiana ».

Altre particolarità di queste sottostazioni sono la forma, « a portale » dei tralicci di ormeggio, i conduttori tutti in treccia, la morsetteria, i binari di servizio, il carrello trasbordatore con possibilità di marcia in due direzioni, e l'impianto per lo scarico rapido dell'olio dei trasformatori, che può avvenire mediante comando meccanico a distanza.

Il fabbricato annesso a queste sottostazioni contiene la sala per l'apparecchiatura a 3,8 kV e di comando, il locale gru, ed alcuni ambienti ad uso ufficio e magazzino.

*

Le sottostazioni che alimentano la Roma-Sulmona, elettrificate col sistema trifase a frequenza industriale (45 periodi) e di 10 kV alla linea di contatto, sono tutte del tipo con sezionamento.

In sostanza esse non si differenziano da quelle degli impianti trifasi a bassa frequenza, portando le stesse apparecchiature elettriche; però il locale trasformatori è meno ampio essendo i trasformatori a 45 periodi di minore ingombro.

La distanza che intercede fra sottostazioni di questo impianto, varia da 27 a 44 chilometri.

N. 34.

TRASFORMATORI PER REGOLAZIONE DI TENSIONE

F. CORREGGIARI.

1. — I trasformatori a rapporto variabile sotto carico, che in questi ultimi anni sono stati impiegati in un grande numero di casi, e che è prevedibile siano destinati ad un sempre maggiore sviluppo, non rappresentano se non una ripresa di concetti e di schemi il cui apparire nella tecnica è di poco posteriore all'invenzione del trasformatore e che comunque avevano avuto notevoli applicazioni fino da almeno un trentennio.

2. — Le principali applicazioni alle quali il trasformatore regolabile sotto carico viene oggi destinato sono: alimentazione di forni elettrici, di convertitori sincroni ed a vapore di mercurio, di motori per trazione, di reti di distribuzione: va infine citata l'interconnessione di impianti generatori.

Di quest'ultima applicazione è particolarmente interessante il caso in cui l'interconnessione effettuata dal trasformatore regolabile viene a chiudere un anello: in questo caso, per poter governare a piacimento gli scambi di potenza reale e reattiva fra i due impianti nel modo considerato, è necessario che il trasformatore di interconnessione permetta di regolare valere e fase della tensione, o, come è generalmente praticato, componente in fase e componente in quadratura.

3. — La grande varietà di schemi usati dai costruttori per realizzare questo tipo di macchina può essere fatta derivare da pochi schemi fondamentali. Uno di questi, il più fecondo, è quello dell'inseritore per accumulatori: un sistema di due spazzole ambedue collegate alla linea, una, la principale, direttamente, l'altra, l'ausiliaria, attraverso ad una resistenza, consente di variare il numero di elementi inseriti in circuito senza mai provocare interruzione della corrente di carico nè corto circuito su gli elementi della batteria. Un esame della posizione più opportuna per la spazzola ausiliaria rispetto alla principale permette di concludere che, nel caso di corrente assorbita, essa dovrà essere collocata verso le tensioni basse; il contrario nel caso di corrente erogata.

4. — Lo schema dell'inseritore per accumulatori è stato impiegato tal quale in un certo numero di casi, solo però con potenze modeste; generalmente esso viene usato con l'aggiunta di interruttori, posti in serie alle spazzole, e manovrati in modo che tutte le aperture e chiusure sotto corrente vengano effettuate da quelli, così da sottrarre le spazzole ad ogni possibilità di scintillamento. Questo semplice accorgimento ha aperto un campo d'applicazione che oggi si può ancora ritenere illimitato.

Le principali varianti costruttive portate allo schema di principio ricordato, si possono così elencare:

a) appoggio simultaneo delle due spazzole nella posizione di lavoro; consente di utilizzare anche le spazzole ausiliarie per convogliare la corrente di carico, in parallelo con la principale: è però necessario cortocircuitare la resistenza;

b) movimento non simultaneo delle due spazzole: i movimenti possono risultare più rapidi e si può perciò ridurre la durata dei periodi durante i quali la resistenza è percorsa da corrente;

c) impiego di due serie di contatti e di una sola spazzola per ciascuna serie: consente di utilizzare commutatori di tipo normale;

d) riduzione del numero di contatti: si utilizzano due commutatori, uno collegato alle prese pari, l'altro alle prese dispari dell'avvolgimento: è necessario un interruttore di corto circuito per le re-

sistenze, in modo che la corrispondente spazzola possa convogliare la corrente di carico in servizio continuo;

e) tipo a resistenza sdoppiata; è una variante del precedente; più simmetrico dal punto di vista costruttivo, ne è discutibile il vantaggio funzionale;

f) tipo a tre spazzole striscianti; allo schema originale è aggiunta una terza spazzola, interposta fra le due già viste, ma senza interruttore in serie; le manovre vengono, come sempre, effettuate sugli interruttori; in funzionamento normale la corrente non attraversa nessun interruttore;

g) tipi con soli interruttori; in alcuni casi, specialmente con potenze notevoli, i contatti dei commutatori vengono sostituiti con altrettanti interruttori; possono venire eliminati gli interruttori che nei precedenti schemi servivano a proteggere i contatti dei commutatori; lo schema più usato in questo caso è quello *d*).

A proposito di tutti gli schemi fin qui considerati va rilevato che la resistenza di commutazione può essere sostituita da una reattanza o da un complesso resistenza-reattanza in parallelo. Generalmente, quando si impiega la reattanza, quest'ultima è costruita con una presa a metà alla quale viene collegata la linea.

5. — Altro gruppo di schemi è quello del tipo cosidetto ad avvolgimento in parallelo, usato specialmente dai costruttori americani nei casi di potenze notevoli.

L'avvolgimento sul quale si vuole effettuare la commutazione è costruito in due parti uguali, ciascuna munita di prese e di un interruttore in serie; le due parti sono normalmente collegate in parallelo. La manovra di commutazione consiste nell'aprire uno dei due interruttori, variare il numero di spire del corrispondente avvolgimento, e richiudere l'interrutore; la stessa successione di manovre si ripete poi sull'altra parte dell'avvolgimento. Durante la commutazione si hanno periodi in cui uno solo dei due elementi di avvolgimento porta tutto il carico, e periodi in cui i due elementi risultano collegati in parallelo con diverso numero di spire.

Di queste condizioni si deve tener conto nel dimensionare gli avvolgimenti stessi.

6. — Tutti gli schemi considerati offrono tante posizioni di lavoro quante sono le prese. E' però possibile, a pari numero di prese, ottenere all'incirca un raddoppio delle posizioni di lavoro.

I principali fra i numerosi accorgimenti usati a tale scopo sono i seguenti:

a) invertitore; l'avvolgimento munito di prese può essere collegato in serie od in opposizione col resto del circuito;

b) doppio inseritore; alle prese fanno capo due completi inseritori, collegati al resto del circuito; il risultato è lo stesso del caso precedente;

c) divisore di tensione; la reattanza con prese a metà viene collegata con un estremo ad una presa, con l'altro alla presa vicina; la tensione di linea assume un valore intermedio; è evidentemente necessario proporzionare trasformatore e reattanza in modo che la ripartizione di correnti che deriva da questa condizione di funzionamento possa venire sopportata in modo continuo;

d) artificio applicabile allo schema degli avvolgimenti in parallelo; i due avvolgimenti vengono fatti funzionare in parallelo con numero di spire diverso; stesso risultato e stesse considerazioni come per il caso *c*);

e) regolazione separata sulle tre tre fasi; è possibile con gli avvolgimenti trifasi collegati a stella, sempre che la natura del carico tolleri una alimentazione con tensioni dissimmetriche; questo accorgimento è stato usato per l'alimentazione di raddrizzatori a vapore di mercurio.

7. — Perciò che riguarda l'impiego degli schemi in relazione al modo di esecuzione della macchina, ricorderò che: nei trasformatori, ad avvolgimenti metallicamente separati, tutti indistintamente gli schemi possono essere utilizzati; essi vengono in genere inseriti sull'avvolgimento che meglio si presta dal punto di vista costruttivo; più raramente si è costretti ad osservare esigenze di carattere funzionale; è abbastanza frequente l'inserzione del commutatore in prossimità del centro stella.

Negli autotrasformatori invece l'inseritore non può essere collocato che sull'avvolgimento serie: l'inserzione sul tratto derivato darebbe luogo a cattivo sfruttamento sia degli avvolgimenti che della struttura magnetica.

8. — L'autotrasformatore si presta a realizzare uno schema molto semplice ed economico, col quale, senza necessità di prese e senza operare la commutazione sull'avvolgimento serie, si possono ottenere tre valori di tensione. Il risultato si raggiunge alimentando l'avvolgimento derivato attraverso ad un commutatore a tre posizioni; nelle due posizioni estreme esso viene collegato alla linea una volta in un senso, una volta nell'altro, così da generare nell'avvolgimento serie una tensione addizionale che si somma o rispettivamente si sottrae da quella di linea; nella posizione di mezzo esso è posto in corto circuito e la f. e. m. indotta nell'avvolgimento serie si annulla. Si ottengono dunque a valle dell'autotrasformatore tre tensioni, uguali rispettivamente a $V + v$, V, $V - v$ (V = tensione di linea; v = tensione addizionale).

Se invece di un solo autotrasformatore, se ne usano parecchi, collegati in modo analogo, e con i secondari tutti in serie fra di loro, è possibile estendere notevolmente il campo di regolazione; le tensioni addizionali dei singoli autotrasformatori possono essere tutte uguali fra loro, oppure diverse; in questo secondo caso le tensioni ottenibili aumentano notevolmente; ad esempio, con due soli autotrasformatori le cui tensioni secondarie stiano nel rapporto 1 :3 è possibile ottenere nove diversi valori di tensione regolata.

Una interessante applicazione del caso ricordato, di più autotrasformatori con tensioni uguali, è offerta dai regolatori dell'Ing. Arcioni, notevoli specialmente per alcune particolarità di carattere costruttivo.

9. — Nei casi in cui l'inseritore dovesse essere applicato ad un circuito ad altissima tensione o ad intensità molto elevata può risultare conveniente ricorrere all'inserzione indiretta; va osservato che è assai più frequente il caso di inserzione indiretta con le forti intensità, in quanto che la maggior parte degli inseritori moderni possono essere usati senza difficoltà in circuiti ad altissima tensione.

L'inserzione indiretta consiste nell'impiego di un trasformatore di eccitazione e di un trasformatore serie; il primario del trasformatore di eccitazione è alimentato in derivazione della rete; il suo secondario è munito di prese ed alimenta, attraverso all'inseritore, il primario del trasformatore serie, il cui secondario è collegato in serie alla linea: lo schema così descritto sostituisce un autotrasformatore e sottrae l'inseritore sia dalla tensione che dalla corrente di linea; esso può essere dimensionato con grande libertà di scelta.

Oltre allo schema ora ricordato si hanno esempi di numerosi altri; mi limito a citare i più rappresentativi:

a) nel caso in cui la tensione di linea non è eccessiva il trasformatore di eccitazione può essere sostituito da un autotrasformatore;

b) quando le tensioni a monte ed a valle del complesso di regolazione sono molto diverse l'una dall'altra è necessario ricorrere ad un trasformatore a circuiti metallicamente separati; in questo caso l'inserzione indiretta si effettua inserendo il trasformatore di eccitazione sul lato a tensione costante ed il trasformatore serie sul lato a tensione variabile;

c) variante del caso precedente; il trasformatore di eccitazione è conglobato col trasformatore principale in modo da formare un trasformatore a tre avvolgimenti, di cui l'avvolgimento con le prese costituisce il terziario.

Va ancora ricordato che l'inserzione indiretta può essere impiepiegata utilmente, dando luogo a una discreta semplificazione del macchinario occorrente, nei casi in cui si vogliono regolare sia la componente in fase che la componente in quadratura.

10. — E' anche posibile realizzare una regolazione della tensione senza salti. Due vie sono seguite per raggiungere questo scopo: secondo la prima il trasformatore a regolazione continua viene utilizzato da solo e deve essere proporzionato in modo da coprire l'intero campo di regolazione; secondo l'altra l'apparecchio a regolazione continua è invece impiegato in unione a un trasformatore a gradini e la sua funzione è limitata ad assicurare il passaggio senza salti fra le due tensioni corrispondenti a due prese vicine.

Fra gli apparecchi del primo tipo ricordo il trasformatore a nucleo scorrevole ed il trasformatore ad avvolgimento girevole.

Il primo è costituito da due strutture magnetiche, mobili di moto rettilineo l'una rispetto all'altra; esse portano degli avvolgimenti disposti e collegati in modo che, passando dall'uno all'altro estremo della corsa dell'organo mobile, la tensione ai morsetti secondari dell'apparecchio viene variata con continuità fra due limiti che possono essere fissati a piacimento.

Il trasformatore ad avvolgimento girevole ha l'aspetto di un comune trasformatore; ne differisce in quanto uno dei suoi avvolgimenti, quello regolabile, anzichè essere munito di prese, è costruito di rame nudo avvolto ad elica e viene fatto ruotare intorno al proprio asse assieme al suo sopporto; su di essi striscia una spazzola, dotata del necessario movimento assiale; l'altro collegamento col circuito esterno è effettuato attraverso un sistema di doppia spazzola con resistenza interposta, che striscia su un anello, opportunamente interrotto e collegato ad uno degli estremi dell'elica. La regolazione, con questo tipo di trasformatore, non è assolutamente continua; i gradini sono però di così piccolo valore che praticamente può essere considerata tale.

Vengono anche costruiti dei tipi, analoghi al precedente, nei quali la regolazione avviene proprio senza salti; il risultato è otte-

nuto praticando un traferro anulare nella testata del trasformatore; attraverso ad esso viene prolungato il cilindro che porta l'avvolgimento ad elica; anche il conduttore di collegamento fra l'estremo dell'elica e l'anello collettore attraversa il traferro, in modo che l'anello risulti montato al di fuori della testata: esso può quindi essere costruito senza interruzione ed anche il complesso di due spazzole con resistenza può essere ridotto ad una spazzola semplice; durante la rotazione del cilindro il flusso concatenato con la parte d'avvolgimento compresa fra le due spazzole varia con continuità provocando la voluta variazione continua della tensione regolata.

11. — La regolazione continua mediante trasformatore a gradini può essere effettuata utilizzando come apparecchio addizionale a variazione continua uno dei seguenti: regolatore a induzione; autotrasformatore Stragiotti; trasformatore a nucleo scorrevole; doppia reattanza a nucleo scorrevole.

Il regolatore a induzione è abbastanza noto e mi esimo dal parlarne; l'autotrasformatore Stragiotti, salvo una modifica nella esecuzione degli avvolgimenti e nel loro collegamento, è completamente analogo al precedente e funziona allo stesso modo; la doppia reattanza è costruttivamente simile al trasformatore a nucleo scorrevole; è però assai più semplice, e, naturalmente, di applicazione meno estesa.

Questi apparecchi possono essere impiegati sia coll'inserzione diretta, cioè collegandoli direttamente alle prese del trasformatore, sia con l'inserzione indiretta, cioè interponendoli fra il secondario, regolabile, di un trasformatore di eccitazione ed il primario di un trasformatore serie.

Gli schemi sono diversi a seconda del tipo di apparecchio usato; il regolatore a induzione richiede in genere schemi più complessi, mentre gli altri tre, che si prestano assai bene per l'inserzione diretta, danno luogo a schemi estremamente semplici ed intuitivi.

12. — Passando ad un rapido esame delle particolarità costruttive, noto come la maggior cura nel progetto di un trasformatore con molte prese debba essere diretta specialmente ad assicurare buone condizioni di funzionamento, nei riguardi della distribuzione assiale delle amperspire, qualunque sia la presa nella quale si lavora. Lo scopo si raggiunge, nei trasformatori ad avvolgimenti concentrici, disponendo i successivi elementi dell'avvolgimento commutabile, concentrici uno all'altro, o avvolti insieme in modo da formare un'elica multipla, o ripartendoli in più elementi in parallelo il più possibile uniformemente distribuiti nel senso assiale, o infine prevedendo degli avvolgimenti di compensazione nel caso in cui non fosse possibile ricorrere ad uno dei suddetti accorgimenti.

Per ciò che riguarda le esecuzione degli inseritori, la grande varietà di tipi realizzati rende impossibile tentarne un'esposizione riassuntiva; si hanno tipi separati, addossati e conglobati; commutatori rettilinei, circolari, piani, cilindrici; con le fasi riunite o separate; interrutori in olio, in aria, a scatto rapido con parascintille, ecc.

13. — I modi di comando sono essenzialmente tre: a mano, a servomotore, automatico; quest'ultimo può essere realizzato con relais voltmetrici, voltmetrici compoundati, di sfasamento, ecc.

Qualunque sia il modo di comando sono infine previsti dei dispositivi di segnalazione e di protezione, diversi da caso a caso; i primi destinati ad indicare se l'inseritore è in moto o in riposo, e in quest'ultimo caso indicare la posizione sulla quale lavora; vi sono talvolta segnalazioni di fine corsa; quelli di protezione hanno il compito di impedire manovre non consentite o di eseguire manovre dirette a contrastare una situazione pericolosa; tali gli interruttori di fine corsa, i dispositivi meccanici per assicurare il compimento delle manovre, i contatti di blocco e di asservimento, i relais di protezione in caso di arresto intempestivo durante l'esecuzione di una manovra, di protezione contro le sovracorrenti, ecc., ecc.

N. 35.

LA SELEZIONE PREORDINATA NELLA PROTEZIONE DEGLI IMPIANTI

A. BARBAGELATA.

Il sistema di protezione contro le sovracorrenti detto di «selezione preordinata», fu studiato dall'A. nel 1925 per risolvere un caso particolare e di esso fu data notizia in una memoria presenta al Congresso di Napoli dello stesso anno, nella quale si trattava però anche di altri sistemi. L'esperimento di cui a Napoli fu annunciato il prossimo inizio dura ormai felicemente da cinque anni: i dirigenti delle Acciaierie e Ferriere Lombarde, nella cui sottostazione di Sesto il sistema fu applicato, hanno potuto constatare un effettivo miglioramento nei riguardi della continuità del servizio. Pare perciò opportuno richiamare l'attenzione su un procedimento che indubbiamente potrebbe fare buona prova in molti altri casi analoghi.

Il sistema consiste nello stabilire a priori l'ordine in cui logicamente, in caso di disservizio, dovrebbero venire aperti gli interruttori della sottostazione o dell'impianto, suddividendoli in un certo numero di categorie di importanza crescente. Qualunque relais dell'impianto agendo mette istantaneamente in marcia un apparecchio centrale detto *selettore* il quale chiude successivamente, nell'ordine prestabilito, i circuiti di scatto delle diverse categorie di interruttori facendo aprire, in ogni categoria, solo gli interruttori dei circuiti interessati dal guasto, di cui i relais hanno funzionato. Appena isolata la parte dell'impianto in condizioni anormali, il selettore ritorna alla sua posizione iniziale impedendo lo scatto intempestivo degli interruttori delle categorie superiori che pure fossero stati originariamente interessati dal guasto.

Tutto il ciclo si compie in pochissimi secondi ($2 \div 3$).

Il selettore può essere realizzato in molti modi. Può essere un meccanismo di orologeria, a molla, a peso, a motore elettrico che si mette in marcia quando, pel funzionamento di uno qualunque dei relais dell'impianto, un suo determinato circuito venga eccitato. Messo in moto, esso fa ruotare un piccolo controller (che dà via via tensione ai diversi circuiti di scatto) contro l'azione antagonista di un peso o di una molla; azione che riporta immediatamente il controller alla sua posizione di riposo non appena il selettore viene diseccitato. Secondo questo tipo la Ditta Arcioni ha realizzato un apparecchio semplice e robusto che dà pieno affidamento di funzionamento regolare.

Il selettore può però anche in molti casi essere costituito collegando in cascata un certo numero di relais ausiliari a ritardo fisso, in modo che il primo, funzionando, metta in azione il secondo il quale, trascorso il tempo voluto, mette in marcia il terzo e così via. Naturalmente agni relais della serie, oltre che avviare il successivo, chiude anche il circuito di scatto della corrispondente categoria di interruttori. In questo modo, utilizzando comunissimi relais del commercio, fu realizzato il selettore nel citato impianto delle A. F. L.

Per il resto l'applicazione del sistema può essere fatta utilizzando qualsiasi genere e tipo di relais esistenti, purchè resi tutti ad azione istantanea, con la sola aggiunta di un certo numero di comuni relais ausiliari che possono essere tutti dello stesso tipo, preferibilmente a corrente continua.

Fra le svariate possibilità di applicazione del sistema di selezione preordinata vengono dati ed illustrati gli schemi relativi a tre casi.

E' noto che all'estensione sempre maggiore dei paralleli — indubbiamente vantaggiosi dal punto di vista dello sfruttamento integrale degli impianti — si oppone la conseguente sempre maggiore probabilità di disservizio. Fu da tempo proposto di utilizzare, per i paralleli, particolari interruttori che dovrebbero aprirsi per i primi in ogni caso di disservizio in modo da non estendere le conseguenze alle zone non direttamente interessate dal guasto. Con la selezione preordinata si può assicurarsi che detti interruttori di parallelo vengono effettivamente ad aprirsi prima di tutti gli altri.

In un secondo esempio si mostra la addattabilità del sistema a premunire una sottostazione contro i guasti nelle linee a monte. Nel caso di una sottostazione alimentata da due o più linee in parallelo il sistema può infatti assicurare l'apertura dell'interruttore in arrivo della sola linea guasta.

Nel terzo esempio si considera il caso di una sottostazione particolarmente importante che possa essere alimentata da più linee provenienti da centrali indipendenti, mostrando come il selettore possa, in caso di guasto sulla linea alimentante, collegare subito la stazione a quella delle altre linee che si trovi sotto tensione e pronta quindi a ricevere il carico.

Dai vari esempi scaturiscono le caratteristiche e le possibilità del sistema il quale, se non può evidentemente risolvere tutti i problemi del genere, può in molti casi risultare assai conveniente anche in linea economica.

N. 36.

LE MISURE NELLE SOTTOSTAZIONI

A. BARBAGELATA - B. USIGLI.

Il problema delle misure non presenta aspetti particolari e caratteristici nell'ambito delle sottostazioni. Tuttavia acquistano in esso maggior peso le considerazioni di economia e di sicurezza che spingono oggi ad eliminare o a ridurre per quanto è possibile, di numero e di importanza i trasformatori di misura ed in particolare quelli in olio per alte ed altissime tensioni (il cui eventuale scoppio può riuscire particolarmente disastroso in una stazione con poco o senza personale fisso) sostituendoli con apparecchi e dispositivi più economici e sicuri.

Frutto di tale tendenza sono alcune recenti forme costruttive di trasformatori di misura che vengono illustrate in una prima parte. Si

tratta, nel campo dei riduttori di corrente, dei tipi *a passante*, dei tipi *in sabbia*, nei quali lo stesso isolatore costituisce la cassa; nel campo dei riduttori di tensione si hanno tutti i numerosi tipi di *riduttori in cascata* a concatenamento magnetico, i tipi *a resistenza*, mentre l'adozione di un trasformatore trifase in luogo della coppia di monofasi può pure consentire in molti casi, notevole economia.

Vi sono infine, derivati dallo stesso concetto, i *gruppi di trasformatori* in una cassa unica, per misure su impianti trifasi, che consentono di ridurre il numero dei passanti ed abbassano quindi notevolmente le spese di impianto.

Qualunque sia il tipo dei riduttori impiegati se ne può ridurre il numero e l'importanza con particolari criteri nello studio dello schema della sottostazione e con particolari dispositivi che vengono trattati nella seconda parte. In particolare si considera la possibilità di eliminare i riduttori ad alta tensione riportando completamente o parzialmente le misure sul lato bassa tensione dei trasformatori di potenza. Analizzati in modo generale gli errori di misura che da tale procedimento possono derivare si ricordano gli artifici che permettono di compensarli automaticamente, agendo sia sui circuiti dei riduttori stessi, sia sui wattmetri alimentati.

Per eliminare del tutto i trasformatori di misura si è da tempo pensato di valersi di circuiti di capacità utilizzando all'uopo la capacità naturale degli isolatori passanti. Data però l'estrema piccolezza di tali correnti esse non possono venire uitlizzate direttamente se non con grossolani organi amperoscopici (lampade a luminescenza) o con delicati apparecchi elettrostatici. Si ricorre perciò spesso a *sistemi di amplificazione* a valvole temojoniche oppure a trasformatore. In complesso i dispositivi, rapidamente accennati nella terza parte, si prestano per ora solo a misure di sincronismo e di tensione o corrente; ma non a misure di potenza.

:: SUNTI E SOMMARI ::

ACCUMULAZIONE DELL'ENERGIA.

H. Beckmann — **Batterie d'accumulatori per locomotive elettriche per servizio d'officine.** (A. E. G. Mitteilungen, settembre 1930, pag. 601).

L'A. esamina gli accumulatori per locomotive elettriche d'officina notando come sieno quasi esclusivamente usati quelli a piombo. Dove il peso non ha grande importanza si usano le piastre a grande superficie che hanno durata e capacità di sovraccarichi notevoli e sono più robuste di quelle in piombo dolce nelle quali tutta la superficie è divisa in nervature molto fini ricoperte di perossido di piombo.

La piastra negativa è costituita da due griglie di piombo all'antimonio, chiuse esternamente da fogli di piombo finemente perforati, tra i quali è collocata la massa attiva. Le piastre positive a grande superficie possono sopportare circa 1000 scariche, quelle negative circa $2 \div 3000$.

Se la potenza delle batterie a piastre a grande superficie è insufficiente si ricorre alle piastre iron-clad delle quali la positiva è costituita da tanti tubetti seghettati in ebanite; in essi è collocata la massa nella quale, a sua volta è disposto un filo in piombo per il passaggio della corrente. Anche queste sopportano generalmente un migliaio di scariche, e, a pari potenza, hanno un peso minore di quelle a grande superficie. *A. Bs.*

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

J. A. Perez del Pulgar S. J. — **Utilizzazione industriale dei condensatori elettrostatici.** (Rev. Electr. (1), gennaio 1931, pag. 9 a 13, con 5 fig.)

L'A. richiama anzitutto l'impiego ben noto dei condensatori statici come correttori del fattore di potenza di motori a induzione, e passa poi a prospettare altre applicazioni che potrebbero divenire possibili ed interessanti quando si riuscisse a costruire condensatori molti più potenti di quelli attuali. Già sono stati messi sul mercato tipi di motori asincroni monofasici provvisti di condensatori coi quali si realizzano forti coppie di avviamento e buono fattore di potenza durante la marcia. Meno probabile e meno opportuna sembra invece l'adozione di condensatori statici di grande potenza per la regolazione della tensione nelle grandi linee di trasporto di energia. Considerando le equazioni generali di alcuni circuiti con capacità e induttanza, l'A., supposta la costruzione di condensatori di grande capacità ed elevata rigidità dielettrica, dimostra la possibilità di realizzare qualche nuova applicazione interessante: regolatori automatici di tensione per tutti i casi nei quali si richiede una intensità costante di corrente (impianti di illuminazione, forni, ecc.); dispositivi per la trasformazione di corrente monofase in bifase o trifase o viceversa, ciò che permetterebbe di inserire sistemi monofasi su reti trifasi senza produrre squilibri di carico; sdoppiatori statici di fase, analoghi a quelli ruotanti usati nella trazione mono-trifasica, ecc. *R. S. N.*

(1) «Révista Electrotecnica» - Organo della «Asociacion Electrotecnica Iberica».

APPLICAZIONI VARIE.

A. H. Onstad — **L'energia elettrica nell'industria del legname.** (Elec. Eng., febbraio 1931, da pag. 92 a 96 con 6 fig.).

Spesso nell'industria del legno è possibile produrre in proprio notevoli quantità di energia elettrica per via termica utilizzando i residui di lavorazione come combustibilie. L'A. dà notizia di alcune grandi segherie americane che funzionano in questo modo e si diffonde a descrivere le diverse installazioni elettriche di simili officine.

L'introduzione dei moderni tipi di ridutori di velocità con rapporto fino da 1 a 150 ha permesso di fare uso di motori ad alto numero di giri per comandare anche certe macchine lente. Una caratteristica del servizio è quella di richiedere in molti casi frequentissime alternative di arresti e di messe in marcia, fino a parecchie volte in un minuto. Si diffondono i tipi di motori per comando singolo costruiti in modo che lo statore, senza carcassa, viene incorporato entro la macchina stessa. I motori sincroni si sono dimostrati molto opportuni quando si hanno carichi molto variabili come avviene in certe macchine da legno.

Fra le installazioni speciali ne vengono citate alcune. In certi tipi di seghe a nastro si deve poter variare la velocità della lama fra 3200 e 2400 metri al minuto, secondo la qualità del legno: in un caso si sono installati due motori sincroni coassiali, uno da 300 kW, a 600 giri e l'altra da 10 kW, a 450 giri; con una semplicissima manovra si può inserire sulla linea uno o l'altro dei motori, lasciando l'altro folle, e ottenere così un cambio quasi istantaneo di velocità. Un'altra applicazione interessante è quella per l'alimentazione di una grossa profilatrice: l'albero principale della macchina è comandato da un motore sincrono da 300 kW, 1200 giri, mentre i rulli di alimentazione che provvedono all'avanzamento del pezzo da lavorare sono comandati da un motore in serie da 7 kW; la velocità dei rulli automaticamente diminuisce col carico del motore cioè col peso e quindi colle dimensioni del pezzo da lavorare, di modo che si ottiene sempre una velocità di avanzamento proporzionata allo spessore del pezzo, cioè al lavoro che deve fare l'utensile della macchina. *R. S. N.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

F. Steinki — **Impianti di raddrizzatori a vapore di mercurio per i servizi di trazione industriale.**

L'A. mette in evidenza i vantaggi che i raddrizzatori a vapori di mercurio presentano per impianti di trazione industriale soprattutto per l'ottimo rendimento anche a carichi parziali, notando come si arrivi a intensità complessive di 2000 A con ampolle di vetro di intensità unitaria fino a 400 A, mentre per intensità maggiori si ricorre a quelli con carcassa di ferro. Descrive quindi alcuni tipi di installazione. Quelli con ampolla in vetro sono generalmente installati in pannelli in ferro insieme a tutti gli apparecchi di manovra e di controllo e al trasformatore necessario per ridurre alla tensione opportuna quella disponibile per l'alimentazione. Dove sono necessari parecchi raddrizzatori il trasformatore è comune. Sono usate ampolle a tre o a sei bracci. Quelli in ferro, descritti dall'A., sono generalmente installati su colonne; hanno la carcassa munita di camicia per il raffreddamento ad acqua, sono muniti di una pompa a vapore di mercurio a tre gradini, e di una pompa iniziale rotativa per la creazione del vuoto necessario. L'accensione a corrente alternata e l'eccitazione sono assicurate da un apposito trasformatore separato. Dopo l'accensione ad anodo tuffante, l'arco persiste indipendentemente dal carico.

L'A. termina ricordando gli ottimi servizi resi dai raddrizzatori anche in caso di frequenti corto circuiti violenti, e notando come il progetto di impianto per ferrovie industriali vada bene adeguato alle condizioni di esercizio, specialmente per quanto riguarda il numero di unità sul quale ripartire il carico. *A. Bs.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

B. Leggett — **Le applicazioni mediche e chirurgiche dell'elettricità.** (J. I. E. E., Londra, febbraio 1931, pag. 213-242, segue discussione fino a pag. 262, 22 figure).

L'applicazione più importante è tuttora la produzione dei raggi Röntgen sia a scopo di indagine che a scopo curativo. I tubi che si adoperano per la produzione dei raggi X sono di due tipi: a vuoto molto spinto ed a conduzione ionica (ottenuta lasciando nell'ampolla una piccola quantità di gas inerte). I raggi che si ottengono dai tubi a vuoto molto spinto sono più penetranti ed impressionano le lastre in un tempo molto breve, in compenso i tubi devono essere alimentati con una tensione elevatissima (fin oltre i 100 kV di c. c.) Le difficoltà che si incontrano nella costruzione dei tubi a vuoto molto spinto sono create dal gradiente elettrostatico elevatissimo che si stabilisce nei punti dove gli elettrodi metallici entrano nell'ampolla di quarzo. La corrente assorbita da un tubo può essere compresa fra 10 e 1000 mA, quest'ultimo valore è stato ottenuto recentemente disponendo sul catodo una spirale metallica incandescente dalla quale gli elettroni in gran copia vengono lanciati sull'anticatodo. La forma dell'anticatodo può essere anche molto diversa a seconda del riscaldamento che il bombardamento elettronico vi induce e della protezione che si desidera ottenere contro l'irradiazione dei raggi X in direzione diversa da quella utile.

La corrente continua necessaria per l'alimentazione dei tubi è

prodotta o con raddrizzatori rotanti accoppiati a motori sincroni o con tubi a vuoto (kenotron). I primi servono specialmente quando la tensione è maggiore di 100 kV ma sono meno comodi da adoperare anche perchè possono dare una polarità invertita; i kenotron sono usati in tutti gli altri casi. Qualche applicazione ha trovato anche il transverter nei casi di funzionamento simultaneo di diversi tubi. Le fotografie ottenute coi raggi X sono sempre a contorni sfumati specialmente quando il corpo che i raggi devono attraversare è molto grosso; ciò succede perchè i tessuti pure essendo trasparenti ai raggi X esercitano una dispersione sui medesimi; in ogni punto della lastra sensibile arrivano non soltanto i raggi diretti provenienti dall'anticatodo ma anche quelli obliqui prodotti dalla dispersione. Per togliere questo inconveniente si dispone un reticolo di piombo fra il corpo e la lastra, attraverso i fori passano soltanto i raggi diretti; il reticolo è tenuto in movimento onde evitare la formazione dell'ombra del reticolo sulla lastra. La misura dell'intensità dei raggi X è sempre piuttosto laboriosa essa vien fatta col metodo della camera di ionizzazione.

Coi tubi moderni a raggi molto penetranti è stato possibile ridurre il tempo di posa a meno di 0,1 sec quanto basta per fare delle cinematografie e delle fotografie stereoscopiche. Particolare attenzione richiede l'uso dei tubi per i raggi X; sia per il fatto che l'operatore può venire a contatto coi fili ad alta tensione, sia per gli effetti dannosi che l'azione prolungata dei raggi può avere sul corpo umano. La protezione dell'operatore mediante indumenti cpachi ai raggi X (di solito sono tessuti gommati che contengono una forte percentuale di piombo) presenta qualche inconveniente per l'impressione che può ricevere il malato durante tutto il processo; di solito il tubo è quasi completamente racchiuso in un involucro di piombo e i radiologhi pi abili cercano di ridurre al minimo il tempo di esposizione delle mani all'azione diretta dei raggi X.

I raggi ultravioletti si producono sia a mezzo dell'arco voltaico che con le lampade a vapore di mercurio; il loro impiego è però limitato al caso che il corpo non possa essere esposto alla luce solare diretta; è infatti provato che il vetro è opaco ai raggi ultravioletti e solo l'applicazione di lastre di quarzo alle finestre potrebbe migliorare la penerazione di queste radiazioni benefiche nell'interno delle case. L'elettricità trova altre applicazioni nella diatermia, questo processo relativamente recente consiste nel fare circolare delle correnti di una certa intensità in determinate parti del corpo umano allo scopo di produrvi un riscaldamento locale per effetto Joule. *I. L.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

A. RUSSEL — **I coefficienti di autoinduzione di un circuito e le loro applicazioni.** (J. I. E. E., Londra, febbraio 1931, pag. 270-280, 9 figure).

L'A. determina in modo generale i coefficienti di auto e di mutua induzione di coppie di conduttori cavi disposti internamente od esternente in funzione della distanza fra gli assi e dei diametri interno ed esterno di ciascun conduttore. Le formule contengono un termine logaritmico ed uno sviluppo in serie: quest'ultimo scompare nei due casi estremi che i conduttori siano di piccolo spessore o siano massicci (nel qual caso si ritrovano le formule valide per i conduttori cilindrici). Analago procedimento è applicato anche al caso di tre conduttori cavi coassiali diversamente collegati fra di loro.

L'induttanza di una linea può essere influenzata dalla frequenza quando il valore di questa è molto elevato perchè la corrente tende a concentrarsi alla superficie esterna dei conduttori per il noto fenomeno dello skin-effect. Un'altra causa di perturbazione della corrente è la vicinanza dei conduttori; le azioni elettrodinamiche che allora si esercitano fra le correnti fanno aumentare la densità elettrica nei punti più vicini dei conduttori se le due correnti sono dirette nello stesso senso o nei punti più lontani nel caso opposto. Questo fenomeno è stato studiato da Heaviside ed è noto anche sotto il suo nome.

Un problema molto interessante e che si riconnette allo studio dei coefficienti di autoinduzione fra due conduttori coassiali è la determinazione delle perdite nel piombo dei cavi monofasi abbinati o riuniti in trifase; se i cavi sono molto lontani e quindi non si influenzano reciprocamente il rapporto fra la perdita per effetto Joule nel piombo e nel rame si può calcolare con la seguente formula:

$$\frac{R I_p^2}{r I_r^2} = \frac{(\omega\, l\, y)^2 \times 10^{-16}}{r \cdot R} \; ; \; \omega = 2\pi f \; ; \; Y = \frac{k^2}{2} + \frac{k^4}{6} + \dots$$

$$k = (b_2^2 - b_1^2) : b_2^2$$

dove l = lunghezza del cavo in cm r e R = resistenze del rame e del piombo in ohm, b_2 = diametro esterno del piombo e b_1 diametro interno. Più complesse sono le formule relative al caso dei cavi ravvicinati.

Anche nel caso dei cavi trifasi percorsi da un sistema equilibrato di correnti si osservano delle perdite per effetto Joule nel piombo, infatti le correnti indotte nel piombo si concentrano lungo i conduttori e non possono quindi mescolarsi e compensarsi totalmente fra di loro. Le perdite nel piombo dei cavi polifasi sono proporzionali al quadrato della frequenza, al quadrato della corrente ed allo spessore del piombo e sono inversamente proporzionali alla resistività di questo. *I. L.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

J. W. BARKER — **Relazione del Comitato del progresso dell'illuminazione.** (Transactions Illuminating Engineering Society, ottobre 1930, pag. 711).

La relazione, molto corta quest'anno, constata che benchè non vi sia stato uno sviluppo sensazionale nel campo dell'illuminazione, si nota un continuo progresso nel livello generale di qualità, intensità ed uniformità delle installazioni luce. L'impiego dei raggi ultravioletti come agente terapeutico si estende sempre più. Le sorgenti più potenti, quali la lampada di quarzo a vapore di mercurio, trovano un largo uso nella medicina curativa e preventiva; le sorgenti meno intense, quali la lampada S-1, hanno più larga applicazione nelle case e negli uffici.

La produzione delle lampade a filamento di tungsteno negli Stati Uniti si mantiene sulla cifra media di 1.000.000 al giorno. Dal punto di vista del rendimento di questo tipo di lampade, si nota che, dal 1919 al 1929, esso è aumentato del 25 %, passando da una media di 10,5 lumen per watt (1919) ad una media di 13,2 lumen per watt (1929). Un'inchiesta fatta sotto gli auspici del N.E.L.A. Lamp Committee, ha mostrato che la tensione media di utilizzazione era di circa 2,4 volt inferiore al valore della tensione standard, con conseguente detrimento per l'utente, per il produttore di energia e per il fabbricante di lampade.

L'impiego di filtri per rendere silenziosi gli archi voltaici, ha permesso la riintroduzione di tali sorgenti luminose nel campo della cinematografia sonora. Si nota in questa applicazione, l'impiego di archi con una intensità di 250 A e di lampade ad incandescenza da 3 a 10 kW. Si esperimentano, attualmente, lampade da 20 a 50 kW.

La pulitura meccanica interna delle ampolle mediante polvere di tungsteno immessavi inizialmente ha permesso di aumentare di 45% il rendimento medio durante la vita della lampada.

Il numero degli aeroporti illuminati è passato da 75 a più di 300 durante il 1929. All'uopo sono usate principalmente lampade ad incandescenza di sempre più grande potenza.

Si constata un continuo sviluppo nel campo dei tubi luminescenti, particolarmente dei tubi a catodo caldo suscettibili di essere inseriti direttamente sugli ordinari circuiti. Combinazioni di tubi contenenti gas differenti producono la luce bianca. Nel campo delle celle fotoelettriche, si notano ulteriori perfezionamenti, inoltre il loro impiego nel sistema di controllo degli impianti luce è di molto aumentato.

G. Co.

IMPIANTI.

R. M. STANLEY, E. D. WOOD — **Il comando singolo semplifica l'esercizio.** (Elec. Eng., febbraio 1931, da pag. 128 a pag. 132 con 9 fig.).

Nella centrale di Ohio Falls della Louisville Gas and Co. si è adottato uno schema di impianto che diversifica notevolmente da quelli generalmente usati. Anzichè concentrare in un edificio quadro, i circuiti elettrici, gli interruttori, gli strumenti, ecc. di tutte le macchine, si è cercato di realizzare per ogni gruppo generatore un complesso autonomo, installando tutta l'apparecchiatura ad esso relativa nelle sue immediate vicinanze. Ogni gruppo è perciò provvisto di un quadro proprio di regolazione e di comando con pannelli singoli installati nelle immediate vicinanze del gruppo, dove pure sono installati gli interruttori di macchina e tutti gli ausiliari relativi.

I generatori sono allineati nel senso longitudinale della centrale, e dietro ad essi in apposito corridoio corrono le sbarre.

Il sistema riesce molto economico di impianto riducendo lo sviluppo dei circuiti ad alta tensione, ma sarebbe inadatto per l'esercizio. Si è perciò installato anche un quadro centrale di controllo e di comando costruito sul tipo dei quadri miniatura; un sistema di linee telefoniche collega il quadro centrale colla sala macchina e permette di trasmettere gli ordini agli operatori ai quadri di macchina.

Nella centrale sono installati otto gruppi da 12.500 kVA, 14 kV, a 110 giri al minuto, ad asse verticale con ventilazione in circuito chiuso. La centrale è in servizio da tre anni e la esperienza fatta ha dimostrato la razionalità e la convenienza del sistema adottato, permettendo di seguire efficacemente le esigenze, abbastanza complesse, del servizio pur avendo concesso di effettuare forti economie di spazio e di spesa nell'impianto. *R. S. N.*

G. A. JESSOP, C. A. POWLL — **Un maggior rendimento per gli impianti a bassa caduta.** (Elec. Eng., febbraio 1931, da pag. 118 a pag. 121 con 9 fig.).

L'A. esamina da prima l'influenza che sul costo del kWh prodotto manifestano le diverse voci che entrano a costituirlo: spese di impianto, rendimento dell'alternatore e delle turbine idrauliche in funzione della potenza, della caduta e della velocità, ecc., illustrando anche la sua esposizione con alcuni diagrammi grafici.

Si estende poi in particolare a parlare dei vantaggi presentati dalle turbine ad elica a pale regolabili, tipo Kaplan, descrivendone le note caratteristiche costruttive e di funzionamento. Il costo di queste macchine è superiore a quello delle Francis (secondo l'A., dal 20 a 25 % per le grandi potenze e perfino del 50 % per le piccole potenze) ma siccome il costo della macchina è una piccola parte della spesa totale dell'impianto, l'aumento complessivo degli investimenti è una piccola percentuale. In generale anche la spesa di installazione sarebbe maggiore richiedendosi maggiori opere di scavo. Questi inconve-

nienti economici sono però di gran lunga bilanciati dal migliore rendimento cioè dell'aumento di potenza utile ritraibile.

A conferma delle sue asserzioni l'A. riporta i risultati di un calcolo di confronto eseguito nei riguardi di un impianto con tre unità da 28.500 kW su un salto di circa 15 metri, nelle ipotesi di usare turbine Francis, oppure ad elica a pale fisse o finalmente ad elica a pale mobili. Il confronto mette in evidenza il vantaggio economico dell'ultima soluzione. *R. S. N.*

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

E. Schwarzkopf — **Il diagramma della corrente nel motore a doppia gabbia, ottenuto con prove indirette.** (R. G. E., 19 luglio 1930, pag. 83).

Dopo aver richiamate le relazioni che esistono tra la corrente d'alimentazione e le correnti rotoriche nel motore a doppia gabbia, tipo Boucherot, l'autore ricerca le variazioni di tale corrente in funzione dello scorrimento in modo da costruire per punti la curva polare della corrente statorica. Al diagramma così ottenuto bisogna apportare una correzione per tener conto della caduta di tensione nello statore. Ciò posto la curva può ricostruirsi mediante la misura diretta della resistenza e della reattanza statorica, della componente reattiva della corrente a vuoto e la misura indiretta di alcune funzioni complesse che determinano nel diagramma angoli e moduli dei vettori. Tali misure indirette si riducono a prove con rotore bloccato a due diverse frequenze: possibilmente quella normale f e una metà $\frac{f}{2}$. La soluzione del problema si completa con una costruzione grafica. *G. Cc.*

RADIOTECNICA.

J. S. Mc Petrie — **Un metodo grafico per determinare in grandezza e fase l'intensità del campo nelle vicinanze dell'antenna trasmittente.** (J. I. E. E., Londra, febbraio 1931, pag. 290-298, N. 22, figure).

La teoria di Hertz permette di calcolare l'intensità del campo prodotta da una antenna trasmittente in ogni punto dello spazio circostante a condizione che tutti i punti dell'antenna siano contemporaneamente allo stesso potenziale; in caso contrario (come si verifica nella trasmissione con onde corte) bisogna immaginare di suddividere l'antenna in tanti elementi di breve lunghezza rispetto alla lunghezza d'onda emessa e ripetere il calcolo per ciascuno. La trattazione teorica generale del problema conduce a delle formule complesse e di scarsa utilità anche perchè il fenomeno è complicato per la presenza dello strato riflettente di Heaviside. Se l'antenna ricevente si trova ad una distanza di una lunghezza d'onda o anche meno l'A. dà un metodo grafico per calcolare l'intensità del campo basato sull'impiego di curve dedotte per via teorica; queste curve danno l'intensità del campo elettrico, in fase ed in quadratura con la corrente nell'aereo che lo produce, in tutti i punti del terreno circostante; le curve tengono conto anche dell'altezza dell'aereo sul terreno. Lo stesso metodo potrebbe essere applicato per determinare l'intensità della corrente indotta in un'asta verticale ricevente innalzata a breve distanza dalla trasmittente.

La differenza di fase fra il campo elettrico e la corrente che lo produce si deduce dalle ampiezze relative delle due componenti ora dette; un apposito grafico dà direttamente anche questa grandezza in funzione della distanza fra l'antenna trasmittente e la ricevente. La lunghezza della prima ha poca importanza sul valore della differenza di fase; la differenza è appena di 5° a partire da una distanza di 0,1 lunghezze d'onda usando due antenne di 1/4 e di 1/2 lunghezza d'onda di altezza. Con lo stesso metodo si può anche tenere conto dell'effetto prodotto dalla presenza nel terreno di una corrente simmetrica di quella sull'antenna: basta conoscere la conducibilità del terreno e la sua costante dielettrica. *I. L.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

W. Usbeck — **Esperienze fatte sulla rete delle ferrovie di montagna della Slesia con i piloni a bracci incernierati.** (A. E. G. Mitteilungen, ottobre 1930, pag. 631-637, 9 fig.).

L'A. esamina in un interessantissimo articolo le esperienze particolarmente dolorose fatte sulla linea a 80 kV che serve all'alimentazione delle ferrovie di montagna della Slesia da parte della centrale di Mittelsteine e che attraversa la regione dei monti di Waldenburg, Riesen e Iser, nella quale le condizioni atmosferiche invernali sono particolarmente severe.

Egli ricorda le formule prescritte in Germania per tener conto del carico dovuto al ghiaccio nel calcolo delle linee elettriche, che furono successivamente in gr/mt $G = 15 \times q$ (dove q è la sezione in mm² del conduttore), $G = 190 + 50\ d$, (dove d è in mm il diametro del conduttore), e (dal 1919 in poi): $G = 180 \sqrt{d}$. Esse risultano tutte insufficienti per regioni a clima invernale molto rigido. Si è rilevato, tra l'altro, da numerose osservazioni, che per conduttori tra 50 e 120 mm² di sezione, il carico di ghiaccio massimo è pochissimo differente, cosicchè nel confronto risultano molto più sollecitati i conduttori di piccolo diametro.

Sulla linea in esame i condutori di due fasi erano nella prima esecuzione (1913-14) disposti uno sopra l'altro, perpendicolarmente, sormontati ancora, nello stesso piano, dai cavi di terra. Si ebbero numerosi corto circuiti per contatti tra conduttori e cavi di terra dovuti al ghiaccio. Nel 1919-21 si spostarono i conduttori di due fasi di metri 0,7 nel piano orizzontale, ma sotto il carico del ghiaccio si ebbero ancora cortocircuiti e rottura di piloni su un tratto di 1,5 km.

Nel 1922 i piloni furono equipaggiati con bracci mobili nel piano orizzontale, i conduttori spostati di 2,5 metri gli uni rispetto agli altri nel piano orizzontale e il cavo di terra posato sulla sommità dei piloni. Nel gennaio 1929, a seguito di rigori invernali eccezionali si ebbero rotture di conduttori di linea e di terra, e di due pali; non si verificarono contatti tra le fasi. Analizzando le cause dell'incidente si trovò che il carico di ghiaccio verificatosi era almeno di 3,5 kg/mt al quale veniva a corrispondere, nelle condizioni d'impianto, una sollecitazione di 40 kg/mm² per i conduttori (65 mm² di sezione; 0,598 kg/mt di peso proprio) e di 65,5 kg/mm² per il conduttore di terra (corda in acciaio, 35 mm² di sezione), sollecitazioni molto prossime a quelle di rottura. In tale occasione i bracci mobili funzionarono ottimamente, e dal calcolo delle frecce che il loro spostamento consentì si potè escludere che le rotture dei piloni fossero dovute a quelle dei conduttori di linea. Esse apparvero chiaramente dovute a quelle del cavo di terra che causarono sollecitazioni che si poterono calcolare in 2100 kg applicati alla sommità del pilone che aveva una corrispondente resistenza massima di 1620 kg. A seguito dell'incidente fu modificata una quarta volta la disposizione della linea. Si mantennero i conduttori distanziati di m 2,5, e i piloni a bracci mobili disponendo però l'asse della cerniera inclinato, non più verticale, si ridusse la distanza tra i pali da 200 a 130 m, si aumentò la sezione del cavo di terra da 35 a 70 mm² e si adottò per i conduttori del bronzo di 70 kg/mm² di resistenza. Non essendo possibile, per ragioni economiche, modificare le altre sezioni della linea, si modificò in queste il cavo di terra e si adottarono dispositivi per il riscaldamento elettrico dei conduttori in modo da ridurre il carico di ghiaccio. *A. Bs.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

M. Hug — **Un nuovo tipo di automotrice articolata per servizio urbano e suburbano.** (La Traction Electrique, N. 11-12, ottobre-novembre 1930).

Il servizio sopra alcune linee di ferrovie secondarie tedesche, in particolare nei sobborghi di Dresda e di Lipsia, e sopra alcuni tronchi della rete tranviaria di Berlino, è disimpegnato, da qualche tempo, da automotrici triple articolate secondo un sistema affatto nuovo. Si tratta di automotrici composte di due vetture di estremità, ciascuna con due assi motori fissi, e di una vettura intermedia senza assi. La parte centrale riposa sopra lungheroni che penetrano nelle testate interne delle due vetture estreme ed è sospesa su queste mediante un gioco di molle. Lo spostamento laterale, sul piano orizzontale, si effettua attorno a perni fissati alle estremità interne delle due vetture frontali che consentono degli spostamenti laterali ed angolari della parte centrale rispetto alle vetture di testa e di coda.

Come pregi delle motrici, l'A. mette in rilievo l'indiscutibile facilità di inscrizione in curva, non ostante l'interasse rigido di m 3,5; le ottime qualità di avviamento e di decelerazione, la facilità di comando e di manovra, la possibilità di facile comando multiplo per treni composti di due o più automotrici, la forte capacità di carico a parità di peso. Per confermare quest'ultima proprietà, l'A. cita le caratteristiche più notevoli di una di tali motrici: lunghezza m 23; tara 27 tonn.; posti a sedere 60; posti in piedi 100; capacità massima, posti 220; rapporto del carico utile alla tara 0,46 ÷ 0.61. *V. D. Ma.*

Sottostazioni ambulanti con raddrizzatore a vapore di mercurio. (Revue Brown Boveri, N. 1, gennaio 1931, pag. 23).

Sono descritte in succinto due sottostazioni ambulanti destinate ad integrare l'alimentazione della Direttissima Bologna-Firenze con corrente continua a 3000 V. Ciascuna sottostazione è equipaggiata con un raddrizzatore a vapore di mercurio da 2000 kW a 3000 V, montato sopra un telaio molleggiato. Il gruppo di pompe, costituito da una pompa rotativa a vuoto preliminare e da una pompa a mercurio a vuoto elevato, è montato direttamente sul cilindro. Il raffreddamento del raddrizzatore e della pompa a mercurio sono assicurati da un dispositivo che effettua la circolazione dell'acqua in ciclo chiuso e la raffredda con aria soffiata in apposito refrigerante. Il trasformatore è alimentato, attraverso ad un interruttore tripolare in olio, dalla corrente trifase a 60 kV, 45 per/sec che viene trasformata in esafase. Il gruppo è protetto sul lato corrente alternata dall'interruttore tripolare in olio munito di relais a massima, e sul lato corrente continua da un interruttore ultra-rapido con relais a massima ed a ritorno di corrente.

Le sottostazioni sono munite di un'apparecchiatura che ne consente il funzionamento automatico. L'automatismo è completo quando, trovandosi la sottostazione nelle vicinanze di una sottostazione fissa, i servizi ausiliari sono alimentati da quest'ultima. In questo caso, la messa in o fuori servizio è comandata dalla sottostazione fissa, nella quale vengono segnalate, mediante suoneria, le eventuali perturbazioni. Quando la sottostazione ambulante si trova isolata, i servizi ausiliari vengono alimentati dal trasformatore principale e l'automatismo è limitato al funzionamento degli apparecchi sul lato corrente continua. *V. D. Ma.*

CRONACA

ELETTROTECNICA GENERALE.

Il campo elettrico di un conduttore a corrente alternata in presenza del suolo, è stato studiato dall'americano M. J. R. Carson. Riferendosi a tale lavoro Pomey in *R. G. E.* del 20 dicembre 1930, pagine 985-989, adotta e volgarizza la questione illustrandone la prima parte a carattere teorico. *G. Cc.*

ESPOSIZIONI, CONGRESSI, ECC.

Dal 10 al 18 ottobre 1931 avrà luogo in Milano, nel Palazzo della Società delle Belle Arti ed Esposizione Permanente (32, Via Principe Umberto, Milano), la Terza Mostra Nazionale della Radio promossa dal Gruppo Costruttori Apparecchi Radio in seno all'Associazione Nazionale Fascista fra gli Industriali Meccanici e Affini, e dall'Associazione Radiotecnica Italiana.

Durante il periodo della Mostra avrà luogo il Congresso annuale dell'Associazione Radiotecnica Italiana con interessanti conferenze e con la visita ad importanti stabilimenti radiotecnici.

I visitatori della Mostra godranno di importanti riduzioni ferroviarie da tutte le stazioni del Regno.

Per informazioni rivolgersi a: A.N.I.M.A. - Milano - Foro Bonaparte, 16.

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Un tipo di faro parlante è allo studio, secondo quanto annuncia la Society for Electrical Development. Questa innovazione sarà resa possibile mediante uno speciale processo elettrico in virtù del quale una musica, un discorso o ogni altro suono, può essere modulato su un fascio di luce. L'occhio colpito da tale fascio, non riceve nessuna particolare sensazione, ma qualora il fascio incida sulla superficie fotosensibile di una cella fotoelettrica provvista di opportuni dispositivi di amplificazione, il messaggio luminoso viene raccolto e trasformato in messaggio sonoro.

(Tr. *Ill. Eng. S.*, febbraio 1931). *G. Co.*

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

Domenica, 4 ottobre si riaprirà la Sezione Prefessionale dell'Istituto Radiotecnico in via Cappuccio, 2. Detta Sezione Professionale comprende Corsi Preparatori, Corsi di Radiotecnica, di Tecnologia del Vuoto, di Elettrotecnica, Telefonia a Alfabeto Morse.

Gli insegnamenti, quasi essenzialmente sperimentali, che si svolgono la sera dei giorni feriali ed il mattino della domenica, tendono alla creazione di montatori radiotecnici, di capitecnici ed aiuto ingegneri radiotecnici per l'industria.

Chiedere opuscolo programma in via Cappuccio, 2.

SOCIETA' SCIENTIFICHE. CONCORSI, ECC.

Congresso Internazionale di Fonderia. — Un comunicato *Stefani* ha già informato che il Comm. Vanzetti, Presidente del Comitato Esecutivo della Esposizione e del Congresso Internazionale di Fonderia, è stato ricevuto in udienza dal Duce.

Il Capo del Governo ha voluto essere minutamente informato sulla grande manifestazione internazionale e si è molto interessato alle notizie che l'Ing. Vanzetti gli ha estesamente riferito.

S. E. Mussolini ha anzi voluto fissare egli stesso la data della seduta plenaria di chiusura del Congresso che avverrà in Campidoglio nella mattinata del 26 settembre e ha dato sicuro affidamento che, ove gravi cure di Stato non glielo impediscano, vi parteciperà personalmente.

L'intervento del Duce conferirà alla cerimonia una solennità di cui anche gli ospiti stranieri apprezzeranno l'alto valore.

S. E. il Principe Boncompagni, Governatore di Roma, ha cordialmente aderito all'iniziativa, non solo, ma ha annunciato che Roma offrirà un ricevimento o un « garden party » agli intervenuti al Congresso. Così pure l'On. Benni, Presidente della Confederazione Fascista dell'Industria Italiana e Presidente d'Onore del Congresso, ha anunciato un ricevimento che sarà offerto, nella sessione romana, ai Congressisti e alle loro Signore dalla Confindustria.

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

La Siemens e Kalske di Berlino, nell'intento di provvedere alla fabbricazione in Italia delle *bobine Pupin* necessarie ai futuri impianti di cavi telefonici interurbani, ha disposto, d'accordo con la Società Italiana Reti Telefoniche Interurbane (S.I.R.T.I.) perchè le proprie Officine di Milano vengano attrezzate per questa speciale lavorazione.

La fabbricazione avrà inizio nell'immediato futuro con la costruzione di buona parte del materiale di pupinizzazione occorrente al cavo telefonico Napoli-Potenza-Bari, facente parte della costruenda grande rete telefonica meridionale.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXXVI RIUNIONE ANNUALE - Perugia 9-15 Ottobre 1931

Norme per le Sedute tecniche del Congresso.

In analogia a quanto ormai si pratica in tutti i più importanti Congressi tecnici nazionali ed internazionali, e nell'intento di dare il maggior sviluppo alle discussioni, che costituiscono uno degli scopi principali di simili Riunioni, si seguiranno (salvo diverse decisioni del Consiglio Generale) le seguenti norme:

— Saranno presentate in sede di Congresso ed ammesse alla discussione soltanto le relazioni e le memorie il cui testo abbia potuto essere distribuito preventivamente agli intervenuti.

— Gli Autori delle memorie presentate alla discussione non potranno leggere il testo originale del loro lavoro, ma dovranno solo riassumerlo, in modo da mettere in evidenza i punti più meritevoli di discussione. Tale riassunto non dovrà durare, di regola, più di 10 minuti.

I singoli interventi nelle discussioni non dovranno superare, di regola, i 5 minuti.

— Finchè sarà possibile, gli Autori dovranno prendere nota delle osservazioni riguardanti i loro lavori, in modo da poter rispondere a tutti in una sola volta.

*

Estratti. — *Si ricorda che gli Autori hanno diritto a 50 estratti* (1) *del testo che verrà distribuito prima del Congresso.*

Ulteriori estratti del testo che verrà successivamente pubblicato nel volume dei Rendiconti, potranno essere forniti contro rimborso delle spese di messa in macchina e di tiratura.

(1) Per le memorie in collaborazione si daranno 40 estratti a ciascuno dei *due* Autori; 30 a ciascuno dei *tre*; 25 a ciascuno dei *quattro*.

* *

La quota d'iscrizione alle gite pei Soci che vi partecipano con mezzi propri.

Molti soci partecipano al Congresso con la loro automobile della quale si servono per le varie gite. Taluno di essi ha ritenuto di non dover perciò versare la quota d'iscrizione stabilita in programma. In realtà tale quota serve solo in parte — spesso in piccola parte — a coprire le spese di trasporto. La parte maggiore viene assorbita da tutte le altre spese di organizzazione, e in molti casi di vitto, di cui fruiscono anche i soci automobilisti. Non essendo possibile una esatta suddivisione caso per caso, la Presidenza ha stabilito che la quota d'iscrizione alle varie gite sarà *ridotta di un terzo* per i soci che vi partecipano con la loro automobile.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI GENOVA

Il Collega Ing. *Giambattista Lombardo,* Segretario della Sezione di Genova dell'A. E. I., ci prega di pubblicare che non ha nulla a che vedere con l'Ing. G. Lombardo che è stato deferito al Tribunale Speciale.

Personalia

In riconoscimento degli alti meriti acquistati nel campo scientifico e tecnico colla sua lunga opera di studioso, il Prof. Luigi Lombardi è stato insignito del titolo di « Dottore in Ingegneria » *honoris causa,* dalla Scuola di Ingegneria di Acquisgrana.

La notizia sarà appresa certamente con grande compiacimento da tutti gli amici e colleghi dell'illustre Consocio al quale porgiamo anche da queste pagine cordiali e vivissime congratulazioni.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

N.B. - Per la terza decade di settembre non è pervenuto alcun annuncio di riunione da parte delle Sezioni.

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.*

(I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 5 Ottobre 1931 - ANNO IX N. 28

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA S. PAOLO, 10 - MILANO (103) - TELEFONI N. 13-713 - 82-086

COMITATO DIRETTIVO: A. BARBAGELATA, DIRETTORE DELLA RIVISTA - U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

REDAZIONE: R. SAN NICOLO', REDATTORE CAPO - F. NERI - G. SILVA, REDATTORI - M. BOELLA - P. LOMBARDI, COLLABORATORI ORDINARI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI
GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.
I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La XXXVI Riunione annuale.

Questo numero del giornale esce mentre molti consoci sono sul punto di partire per Perugia dove avrà presto inizio la XXXVI Riunione annuale. Esso porta, in questa occasione nella quale l'attività della nostra Associazione prende un ritmo più intenso e nello stesso tempo più raccolto e più intimo, il saluto cordiale della Presidenza e della Redazione a tutti i colleghi, specialmente a quelli che parteciperanno alla riunione.

I vincoli di cordialità e di colleganza che riuniscono i membri dell'A.E.I. e che costituiscono una così simpatica caratteristica della nostra Associazione, sembrano farsi più sentiti e più profondi quando la vicenda del tempo richiama, ogni anno, a raccolta la grande famiglia degli elettrotecnici italiani. Tutti quelli che hanno consuetudine alle nostre riunioni sanno infatti come esse siano contraddistinte da una simpatica intonazione di adunata amichevole e quasi fraterna.

La comunanza di studi e di fatiche, una affinità generale di indirizzo di pensiero, la convinzione di concorrere tutti per una stessa strada e con concordanza di sforzi, al progresso scientifico, tecnico e industriale della Patria comune, creano fra gli elettrotecnici italiani un sentimento di solidarietà che vorremmo quasi chiamare « spirito di corpo ».

In questo fatto sta certamente il segreto pel quale le nostre Riunioni hanno potuto susseguirsi in ormai lunga serie senza vedere mai languire l'entusiasmo dei Soci, anzi realizzando di anno in anno un successo crescente.

E quest'anno il Congresso non potrà a meno di aggiungere un nuovo successo alla serie.

Per la prima volta l'A.E.I. si raduna nella capitale dell'Umbria, in quella terra satura di storia e che tanta luce di ideale gettò a più riprese nella vita della Patria nostra. In Perugia, dove sulla primeva grandezza etrusca ancora si accampa la potenza eterna di Roma, dove la sublimità dell'arte nostra si affermò accanto alla fierezza del Comune italico, dove nei riflessi del travaglio spirituale del poverello di Assisi maturò la coscienza cristiana di nostra gente; nella Perugia moderna fervente di studi e di industrie, il Congresso degli elettrotecnici italiani non porta una nota discorde. Sulla stratificazione storica mirabilmente riassunta nell'umbra città, esso reca l'impronta dell'epoca nuova, lascia le vestigia di un altro passo del faticoso progredire della storia.

E forse lo spirito, nel cielo dell'Umbria sempre aleggante, di Frate Francesco che amò tutte le ascensioni umane, che tutte le create potenze accolse con ansia d'amore recandole in impeto di ringraziamento al Creatore Iddio, apprenderà attento dall'eco dei nostri lavori la notizia della meraviglia grande, della energia nuovissima scaturita dalla natura, e non sdegnerà di aggiungere una nota al *Cantico delle creature*, accanto alle virtù del sole, del fuoco e dell'acqua, lodando il Signore pel fluido misterioso e potente che tanto bene reca agli umani.

In questa luce di ideale e sotto così validi auspici si apre la XXXVI Riunione. E degni ne sono la serietà e lo sforzo della preparazione scientifica e tecnica, documentata dalle numerose e importanti Relazioni presentate.

*

E' stato infatti ormai possibile provvedere alla stampa di un rilevante numero di relazioni.

Una ventina di esse sono già state distribuite agli iscritti al Congresso, e in questi giorni è stata effettuata la spedizione di un nuovo gruppo di bozze, cosicchè almeno una trentina di relazioni potranno arrivare in possesso dei congressisti prima della loro partenza per la riunione. Quasi tutte le altre potranno poi essere distribuite a Perugia, prima dell'inizio dei lavori.

E' stato così raggiunto per quanto possibile il programma che si è sempre perseguito nei nostri congressi: quello cioè di mettere in grado gli intervenuti di prendere conoscenza a priori degli argomenti che verranno trattati. Il tempo dedicato alle sedute potrà così essere, con molto maggior profitto e interesse di tutti, utilizzato per dare il necessario sviluppo alle discussioni.

Questo risultato sarà tanto meglio realizzato alla riunione di Perugia se tutti i relatori comprenderanno la necessità di non sottrarre, con riassunti verbali troppo estesi delle loro relazioni che sono già a conoscenza degli ascoltatori, un tempo prezioso alle discussioni. Le norme emanate dalla Presidenza Generale e pubblicate nel numero precedente, a pag. 688, sono veramente opportune e devono essere tenute ben presenti da tutti i relatori che vogliono contribuire al buon successo tecnico della Riunione.

Fervono intanto gli ultimi preparativi per la organizzazione, diciamo così, logistica e turistica del Congresso. Anche sotto questo aspetto la XXXVI^a Riunione annuale promette di riuscire nel modo migliore. Le bellezze naturali ed artistiche di Perugia e dell'Umbria faranno ai lavori una cornice meravigliosa quale raramente si è avuta in altre occasioni, mentre le cordiali accoglienze che si preparano ai congressisti saranno certamente da essi grandemente apprezzate.

A questo proposito vogliamo qui mandare un caldo ringraziamento a tutti gli Enti locali che con slancio e cortesia grandi hanno contribuito a preparare il buon successo della riunione, e in particolare all'egregio Podestà di Perugia che fu prodigo di ogni facilitazione e che, mettendo a disposizione per le sedute tecniche la magnifica Sala dei Notari nel palazzo del Comune, diede alla nostra riunione una sede incomparabile.

*

Continuiamo in questo numero la pubblicazione dei riassunti delle memorie.

L'Ing. NERI si occupa dei fenomeni transitori nei trasformatori, mentre i diversi metodi di refrigerazione in uso per tali macchine sono descritti dall'Ing. PANBIANCO.

Gli Ingg. CRIVELLARI e DALLA VERDE illustrano i criteri seguiti nella costruzione delle sottostazioni all'aperto del gruppo S. I. P. e descrivono in particolare la grande cabina di Cislago. Alla costruzione delle cabine all'aperto si ricollega il problema della protezione dei materiali metallici, esposto dell'Ing. DUPUIS.

Dei moderni sistemi di apparecchiature blindate si occupa l'Ing. BONATI.

Ai contributi dei tecnici ferroviari pubblicati nello scorso numero si aggiunge quello dell'Ing. MUSSO sulle stazioni di conversione di frequenza nella elettrotrazione.

L'impianto di Galleto.

Pubblichiamo l'ultima puntata della descrizione di questo impianto che sarà visitato durante una delle gite della Riunione. La visita riuscirà anche più interessante se effettuata dopo aver preso conoscenza delle caratteristiche e delle particolarità costruttive della centrale, illustrate nell'odierna puntata.

*

Per assoluta mancanza di spazio siamo costretti a rinviare ancora una volta la continuazione dell'articolo dell'Ing. Silva sul Calcolo meccanico dei conduttori.

LA REDAZIONE.

IMPIANTI SUI FIUMI NERA E VELINO DELLA SOC. "TERNI"

(Continuazione e fine, v. N. 27, pag. 649)

Centrale.

L'edificio della centrale è costruito adiacente al grande piazzale dove trovano posto la centrale di Papigno e gli stabilimenti per il carburo. Per far posto alla centrale è stato necessario operare un importante sbancamento della falda montana, contro la quale si appoggia la fronte posteriore dell'edificio. Gli scavi sono predisposti per l'intero edificio il quale avrà una pianta rettangolare di circa m 125 di fronte, per circa m 50 di larghezza; per ora è costruita soltanto una metà della centrale, cioè la parte più a valle di essa (fig. 94).

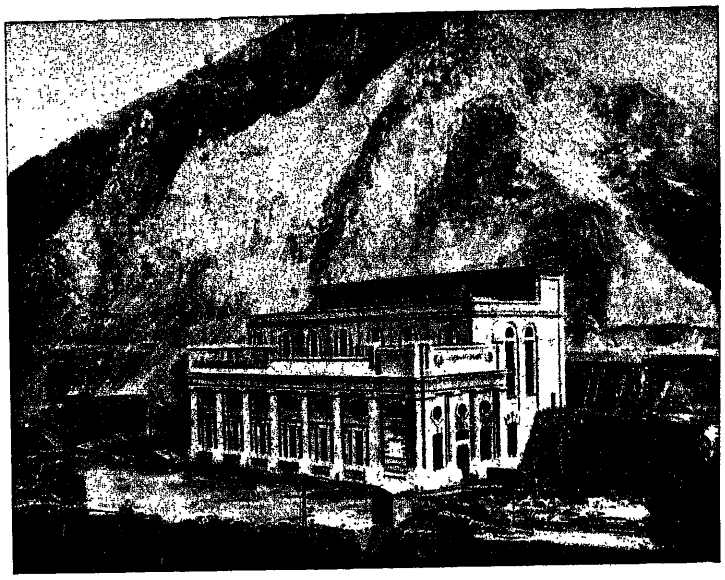


Fig. 88. — Centrale di Galleto.

La centrale si trova disposta colla fronte maggiore parallela al fiume Nera, in sponda sinistra a breve distanza dalla riva del fiume. Essa costituisce un'opera muraria imponente, spingendosi cogli scavi entro il terreno per una profondità massima di m 32 fino a raggiungere la quota minima 158 (fondo canale di scarico) mentre si eleva nella sua parte più alta fino circa a quota 220 (partenza delle linee); la quota del terreno in corrispondenza alla centrale è di circa 179.



Fig. 89. — Durante i lavori della centrale.

L'edificio può essere considerato formato da 2 corpi di fabbrica, rettangolari e paralleli fra loro e alla fronte maggiore: l'uno, prospiciente il fiume costituisce l'edificio macchine, mentre l'altro, posteriore, comprende i trasformatori e i circuiti elettrici.

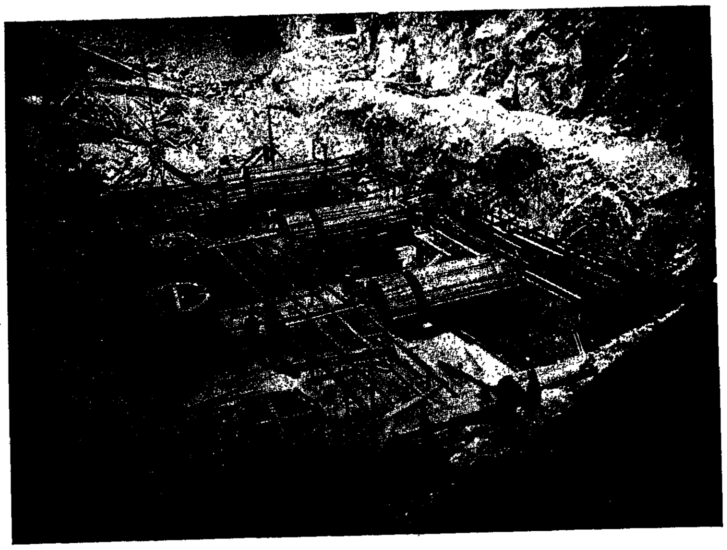


Fig. 90. — Centrale di Galleto - Costruzione dei canali di scarico delle turbine.

La sala macchine ha una struttura costituita da grandi pilastri in cemento armato distanziati 10 metri fra loro, i quali

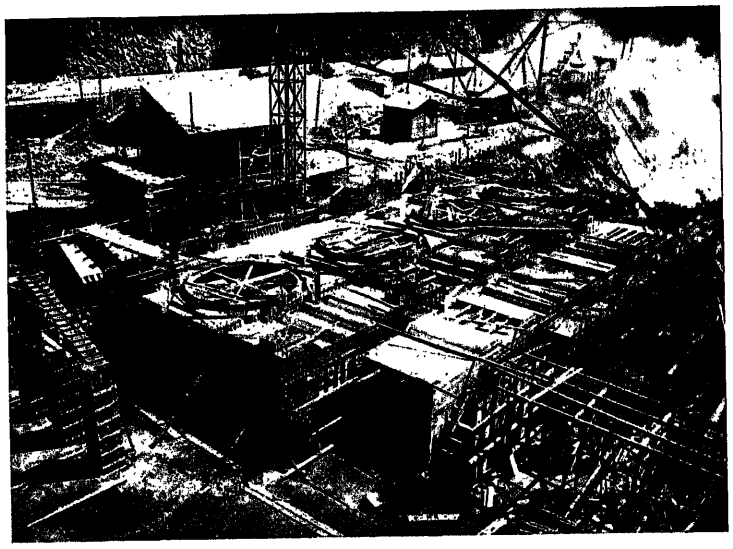


Fig. 91. — Centrale di Galleto - Costruzione del piano degli alternatori.

sorreggono le travate longitudinali per lo scorrimento delle grue, e le travi principali, trasversali di 15 m di luce, della



Fig. 92. — Centrale di Galleto - Armatura per il getto al piano degli alternatori.

copertura, che è formata da un solaio piano in cemento armato.

La sala macchine di m. 66×14 come appare dalla pianta di fig. 94 comprende, nello stato attuale della costruzione, 4 gruppi generatori verticali che occupano rispettivamente 4 campate centrali di 10 m di luce; alle due estremità si trovano altre due campate rispettivamente di 11 metri di luce, una delle come in una cella propria. Ad un piano ancora sottostante si trovano l'arrivo delle tubazioni forzate, le relative valvole e le turbine ad asse verticale: l'asse delle tubazioni e la mezzeria delle turbine sono a quota 168. Più sotto ancora si effettua lo scarico delle turbine (vedi la sezione di fig. 93).

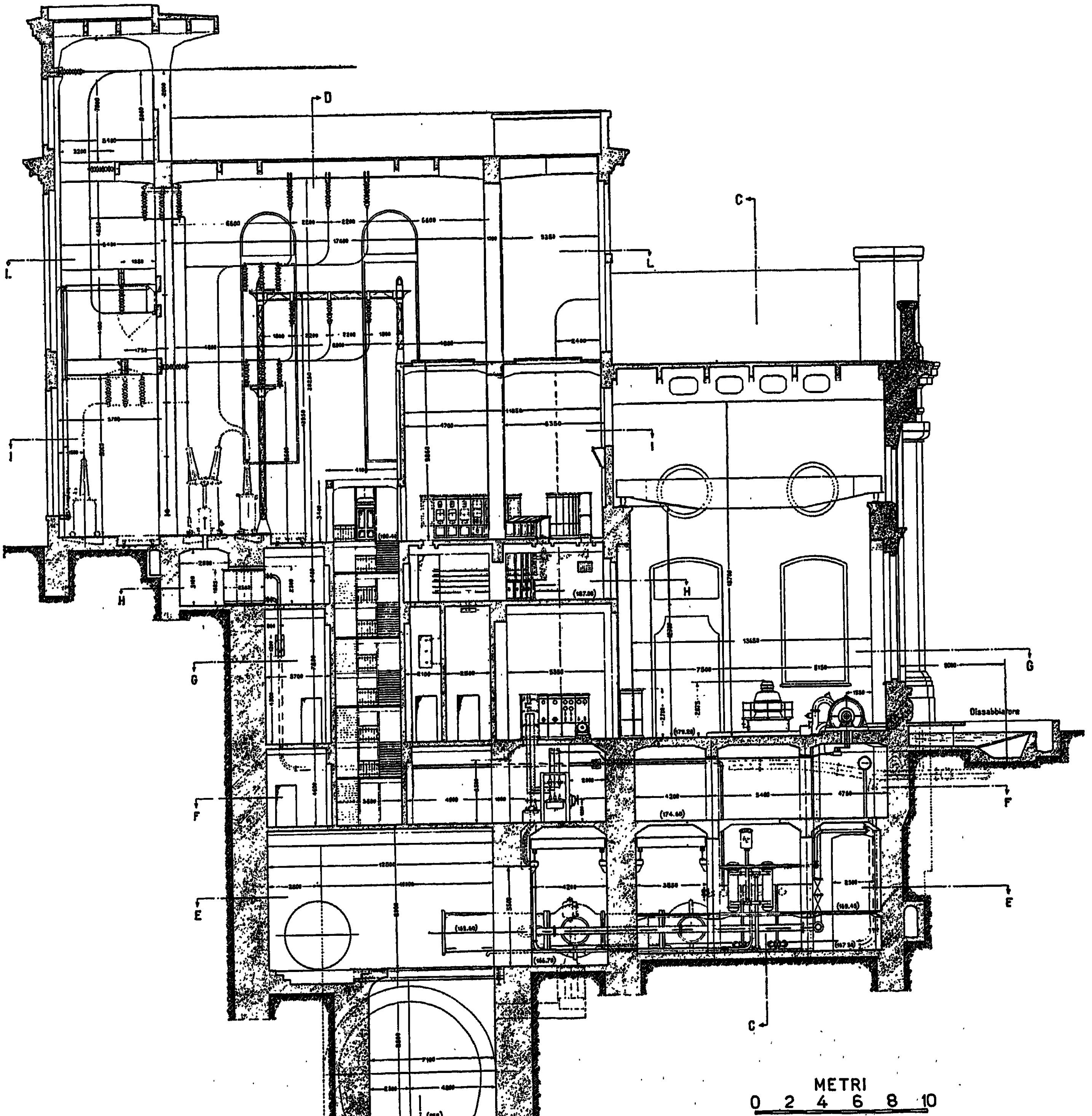


Fig. 93. — Centrale di Galleto - Sezione trasversale sulla linea AA. (vedi pianta di fig. 96).

quali è lasciata libera per gli eventuali lavori di smontaggio dei trasformatori, mentre l'altra è occupata dai gruppi ausiliari e può servire anche per lo smontaggio degli alternatori.

Il pavimento della sala macchine si trova all'incirca alla stessa quota del terreno circostante e precisamente a 179,20. Esso corrisponde al livello del supporto di spinta superiore dei gruppi generatori i quali quindi emergono dal pavimento della sala soltanto colla loro estremità superiore dove è montata la eccitatrice verticale (figg. 93 e 104).

Il piano di base degli alternatori si trova ad un piano inferiore a quello della sala macchine e precisamente a quota 174. Ogni alternatore è separato da mura trasversali dagli altri alternatori adiacenti in modo che ogni macchina si trova

Tutta questa parte dell'edificio, al di sotto del pavimento della sala macchine si è dovuta ricavare in scavo nel terreno.

La sala macchine è servita da due potenti grue a ponte da 85 tonnellate che possono essere accoppiate permettendo di sollevare il carico di quasi 160 tonnellate costituito dal rotore e dalla crocera di un alternatore.

La decorazione interna della sala è stata molto curata raggiungendo un bell'effetto architettonico di insieme. La copertura, a terrazzo piano, della sala si trova a quota 200 e la grande altezza del locale contribuisce a dare alla sala un non comune aspetto di grandiosità.

Le campate della sala macchine si prolungano nel retrostante edificio quadri e trasformatori, pur esso costruito in pa-

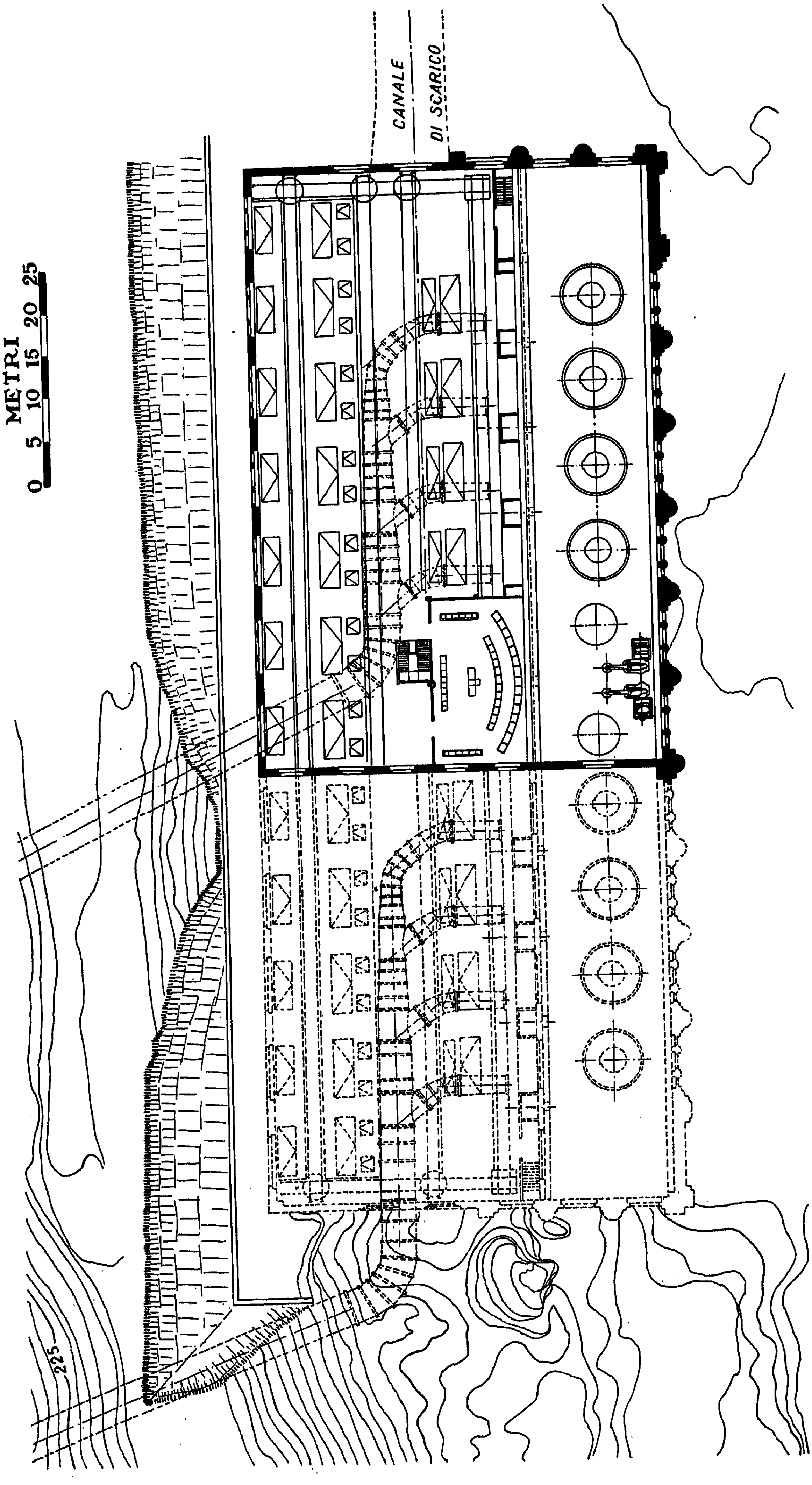


Fig. 94. — Planimetria generale della centrale di Galleto.

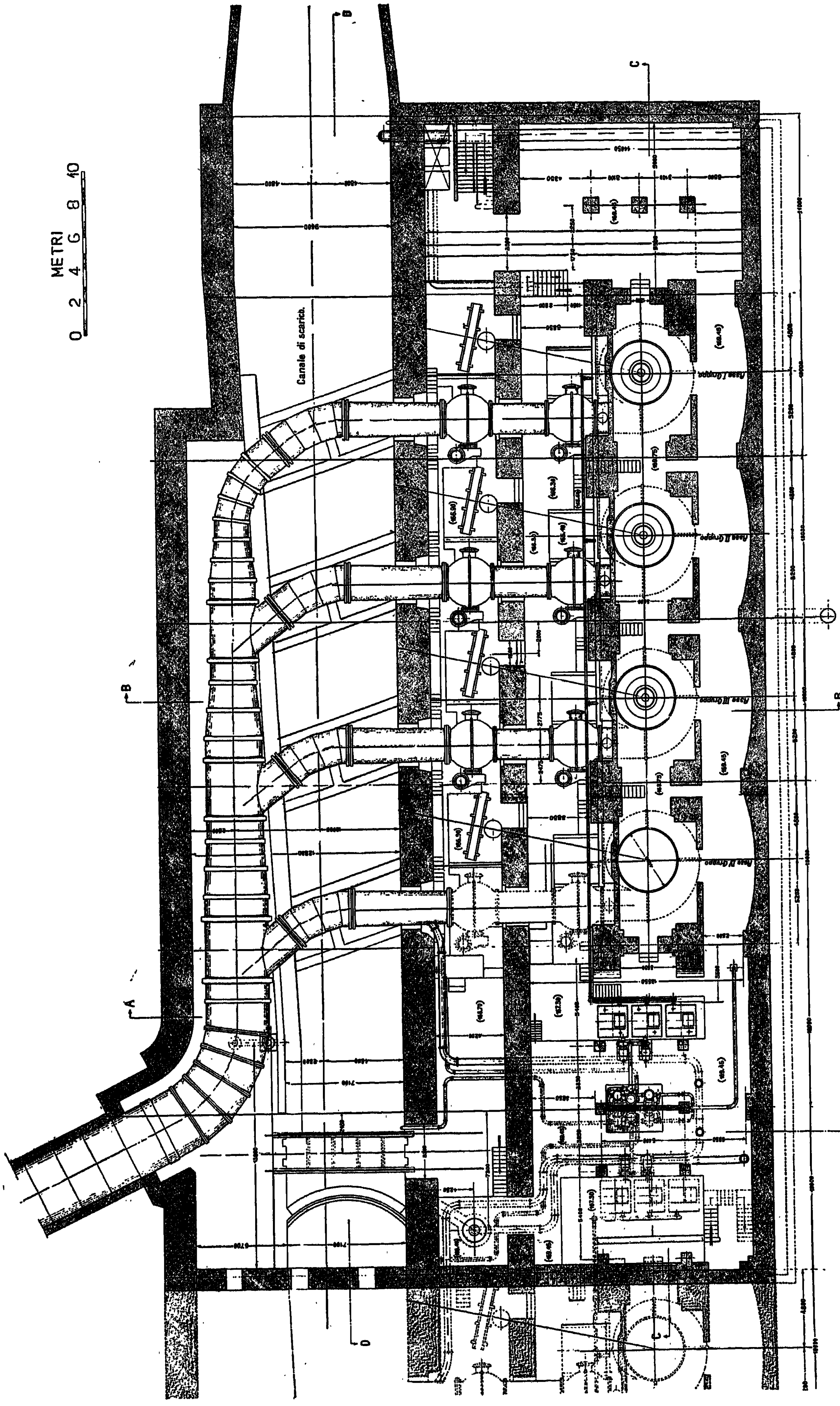


Fig. 95. — Pianta della centrale di Galleto sulla sezione E-E (di fig. 93) in corrispondenza al piano delle turbine.

recchi piani, a pianta rettangolare con profondità variabile alle diverse quote.

Allo stesso livello del pavimento della sala macchine, nelle quattro campate corrispondenti ai gruppi generatori e immedia-

tamente dietro ad essi, trovano posto i quattro trasformatori principali e, più arretrati, gli interruttori di macchina. I circuiti ad alta tensione e gli interruttori ad alta sono collocati ai piani superiori. Gli interruttori di partenza delle linee e l'interruttore di parallelo per le sbarre ad alta tensione sono collocati in corrispondenza alle 2 campate estreme dell'edificio. Le sbarre a 135.000 V corrono parallelamente al lato maggiore dell'edificio in apposito locale centrale superiore col pavimento a

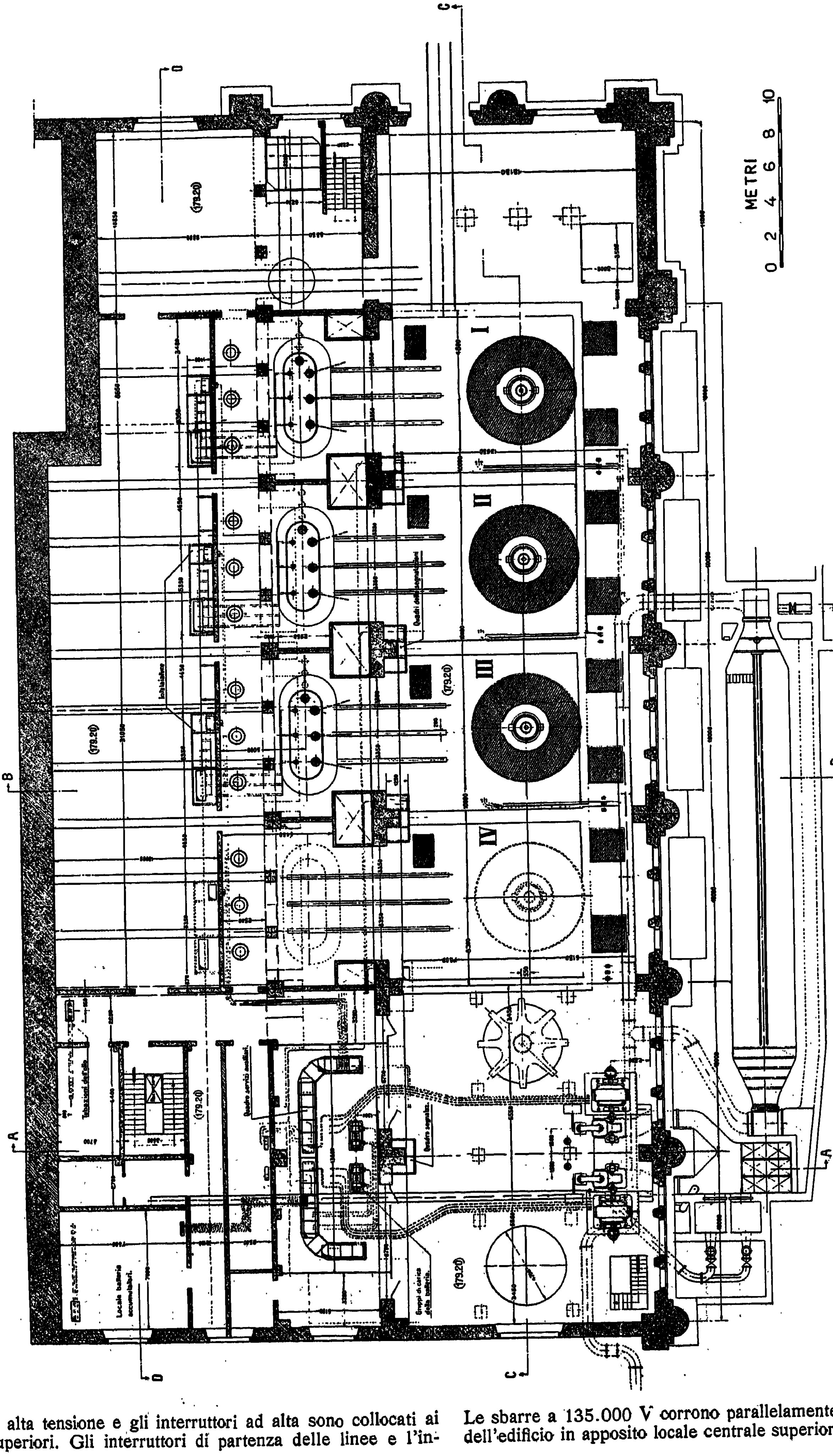


Fig. 96. — Centrale di Galleto - Pianta in corrispondenza della sala macchine (sulla linea G G di fig. 93).

quota 190,40. In un locale ad un solo piano che corre longitudinalmente, addossato alla fronte posteriore dell'edificio (fig. 119) sono collocate l'apparecchiatura e le sbarre a 70.000 V. Sotto al locale delle sbarre a 135.000 V, corre il locale delle sbarre

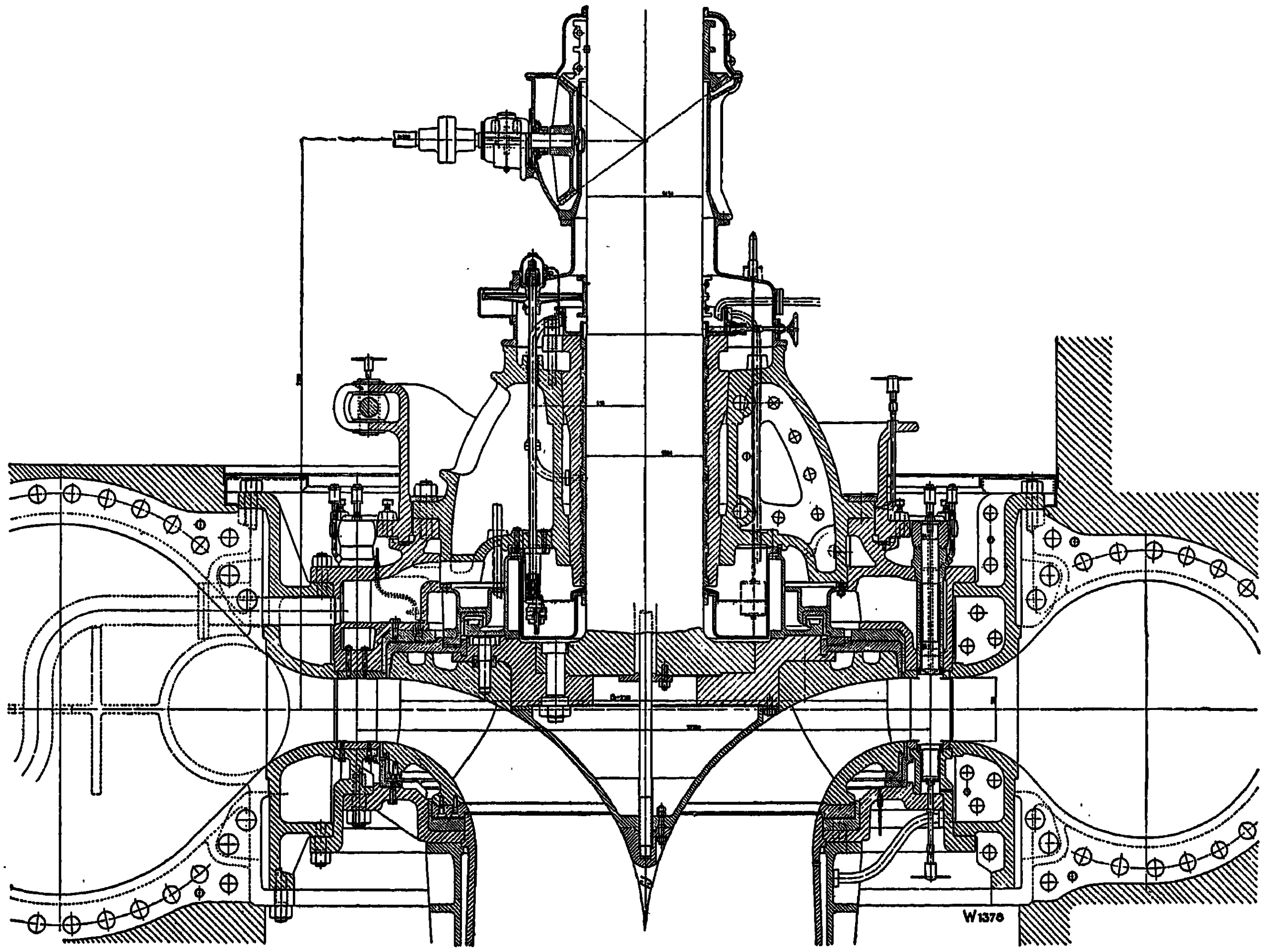


Fig. 97. — Sezione di una turbina da 37.000 kW.

a bassa tensione (10.000 V) col pavimento a quota 179,50. Al di sotto di questo si trova un piano di servizio (pavimento a quota 174,60) dove sono collocate fra l'altro i refrigeranti per l'olio dei trasformatori. Questo piano sovrasta immediatamente quello dove è istallato il collettore e le relative diramazioni della tubazione forzata; queste attraversano, sostenute da armature in ferro, il canale di scarico della centrale che corre parallelamente al lato maggiore di essa e per tutta la sua lunghezza, col fondo a quota 158.

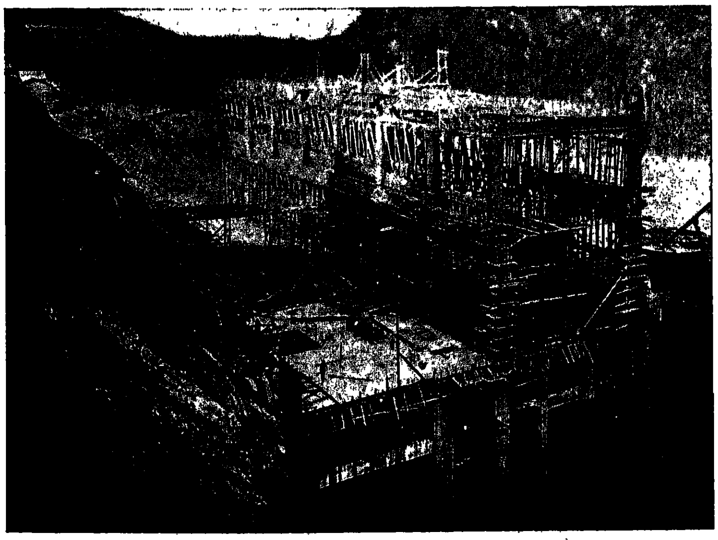


Fig. 98. — Centrale di Galleto - Sala macchine in costruzione.

Nella parte più alta dell'edificio avvengono le uscite delle linee.

Le fondazioni dei gruppi generatori hanno assunto dimensioni eccezionalmente grandiose e sono costituite, come si vede dalle sezioni di figg. 104 e 119, da una gettata di calcestruzzo nella massa del quale sono ricavate le tubazioni per l'acqua di scarico delle turbine, e quelle per gli scarichi sincroni.

L'edificio della centrale è costruito in cemento armato. I carichi da sopportare sono in alcuni punti così grandi da richiedere strutture eccezionalmente robuste. Questo deve dirsi specialmente della incastellatura di sostegno degli alternatori, costituita da due travi principali, disposte parallelamente al lato maggiore dell'edificio, sostenute ciascuna da 5 pilastri distanti fra loro 10 metri, e collegate fra loro da travature trasversali; le due grandi travi sono ben visibili nella sezione di fig. 119

Pure eccezionalmente robusta è la struttura di sostegno

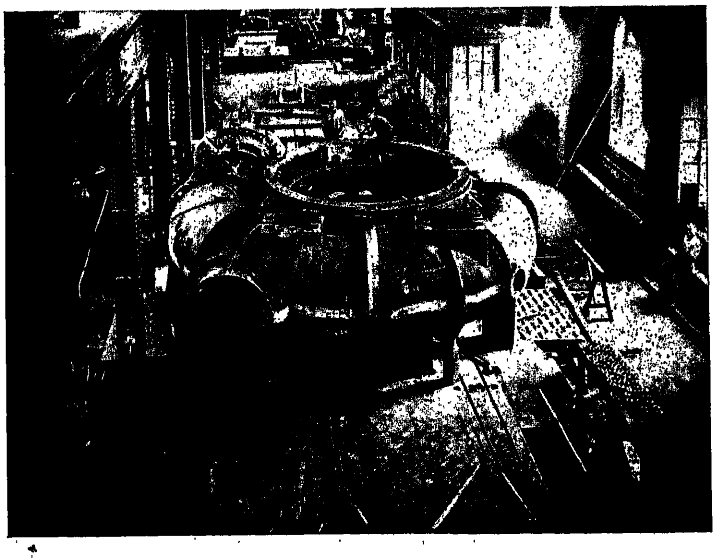


Fig. 99. — Centrale di Galleto - Cassa spirale di una turbina.

delle celle dei trasformatori (pesanti ciascuno quasi 140 tonnellate), e quella dei locali estremi della sala macchine destinati allo smontaggio dei gruppi.

I diversi piani della centrale sono messi fra loro in comunicazione mediante due scale che trovano posto una in una campata estrema dell'attuale edificio dietro ai locali dei quadri di manovra, l'altra in corrispondenza del quadro. Vi è inoltre un montacarichi della portata di 8 tonnellate per il trasporto degli interruttori ed un ascensore per il trasporto delle persone (figure 93 e 118).

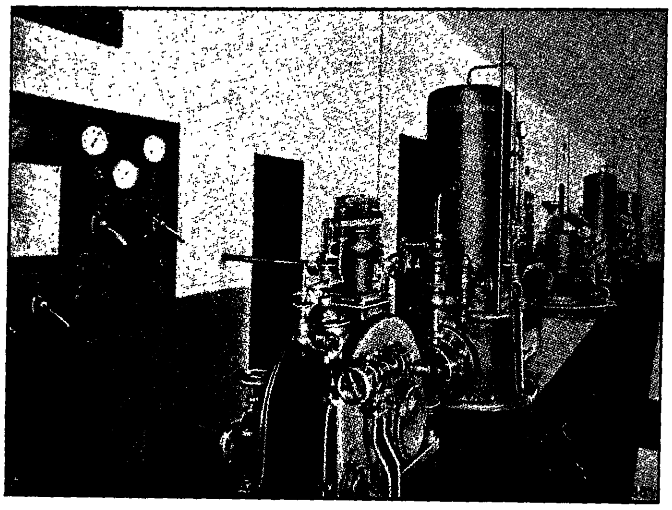


Fig. 100. — Corridoio dei regolatori delle turbine.

La fig. 88 dà l'idea dell'aspetto esterno della centrale, che date le particolari caratteristiche del fabbricato, ha presentato un non facile problema architettonico felicemente risolto con forte intonazione classica.

MACCHINARIO.

Turbine.

Le turbine di tipo Francis ad una sola ruota ad asse verticale della potenza di 37.000 kW sono della Ditta De Pretto Escher Wyss e sono costruite per utilizzare una portata 22,5 m^3/sec su di un salto netto di 197 metri. Esse possono funzionare sia a 375 giri al minuto sia a 337 giri, sviluppando in questo ultimo caso una potenza che è di circa 300 kW inferiore a quella massima: le due velocità di rotazione corrispondono al funzionamento degli alternatori rispettivamente alla frequenza di 50 o di 45 periodi per secondo (fig. 97).

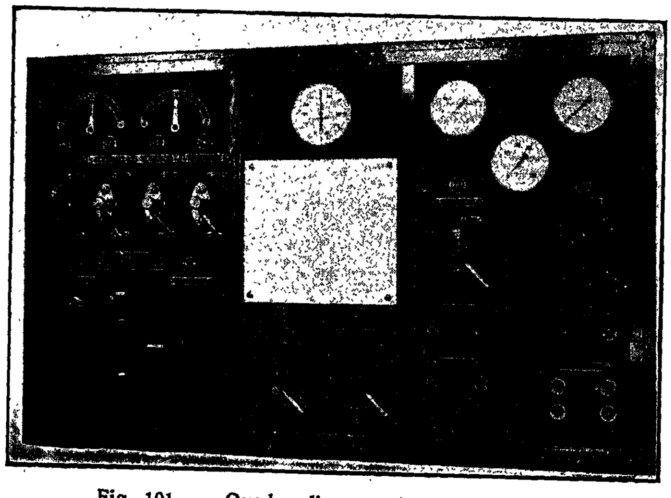


Fig. 101. — Quadro di comando di una turbina.

La costruzione di queste turbine richiese di superare notevoli difficoltà tecniche, sia per la potenza molto elevata e quindi per gli alti giri relativi a tale potenza, e sia per la qualità dell'acqua che ha in sospensione molta sabbia finissima e durissima. Dalla esperienza fatta precedentemente dalla Società Terni sulle turbine delle altre centrali e principalmente su un gruppo da 17.000 kW (Impianto Velino) risultò che per gli organi principali sottoposti a logorio era opportuno adottare l'acciaio cosidetto Nitor, specialità delle Acciaierie di Terni, il quale resiste molto bene al logorio ed ha nel caso attuale dimostrato la sua efficacia non essendo stato constatato nessun logorio anormale sul gruppo che funziona dal 1° aprile 1929.

La ruota propriamente detta, che comprende la corona esterna con le relative palette, è in bronzo speciale; la corona è collegata a mezzo di un mozzo in acciaio alla flangia forgiata in un sol pezzo con l'albero della turbina. Le parti esterne della corona sono rivestite di anelli di corazzatura in acciaio Nitor, e così tutte le parti del distributore in collegamento con la ruota. Tali parti logorabili possono essere ricambiate facilmente.

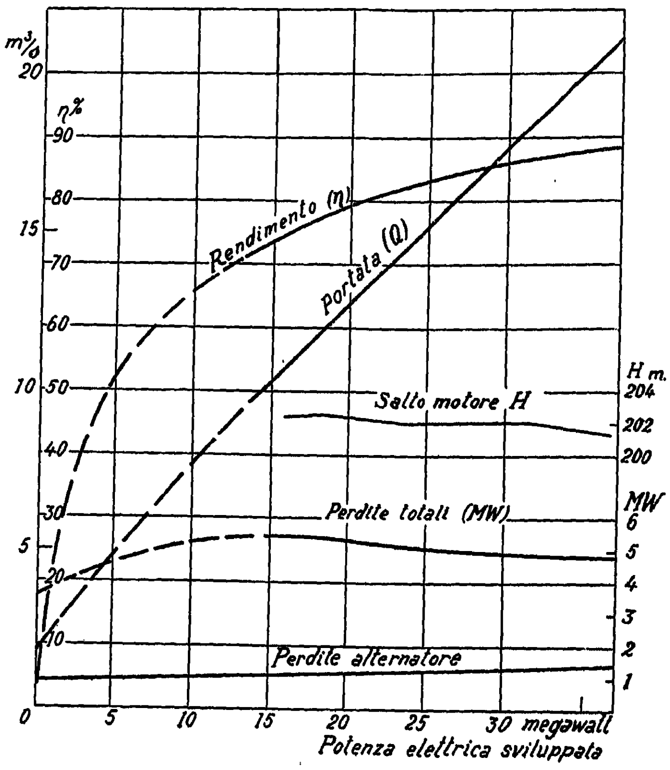


Fig. 102. — Caratteristiche di una turbina da 37.000 kW.

Le direttrici, pure in acciaio Nitor, sono montate sul distributore con mozzi semplici; le parti soggette a movimenti di rotazione sono lubrificate abbondantemente.

La spirale, che contiene tutto il distributore, è in acciaio fuso, in quattro pezzi, e viene collegata alla valvola rotativa per mezzo di un tubo diritto. Tutta la spirale è cementata.

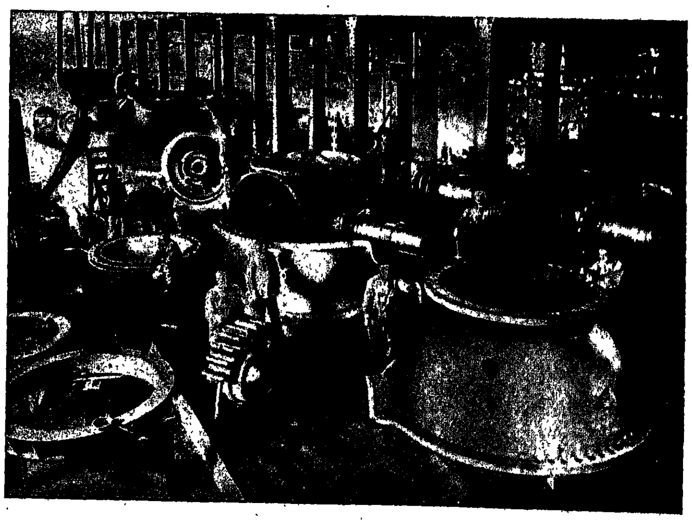


Fig. 103. — Centrale di Galleto - Valvole sferiche per le tubazioni delle turbine.

Un particolare costruttivo importante è quello del supporto di guida, destinato a eliminare le vibrazioni che potrebbero verificarsi nell'albero e che, dato il peso della girante e il numero dei giri relativamente elevato, potrebbero riuscire assai pericolose. A questo scopo sull'albero delle turbine, in corrispondenza al supporto di guida è montata una bussola in bronzo, ricambiabile. Essa gira entro ai cuscinetti del supporto, interamente in ghisa, rivestiti di metallo bianco, con lubrificazione forzata e raffreddamento a circolazione d'acqua. Il supporto è montato il più vicino possibile alla girante.

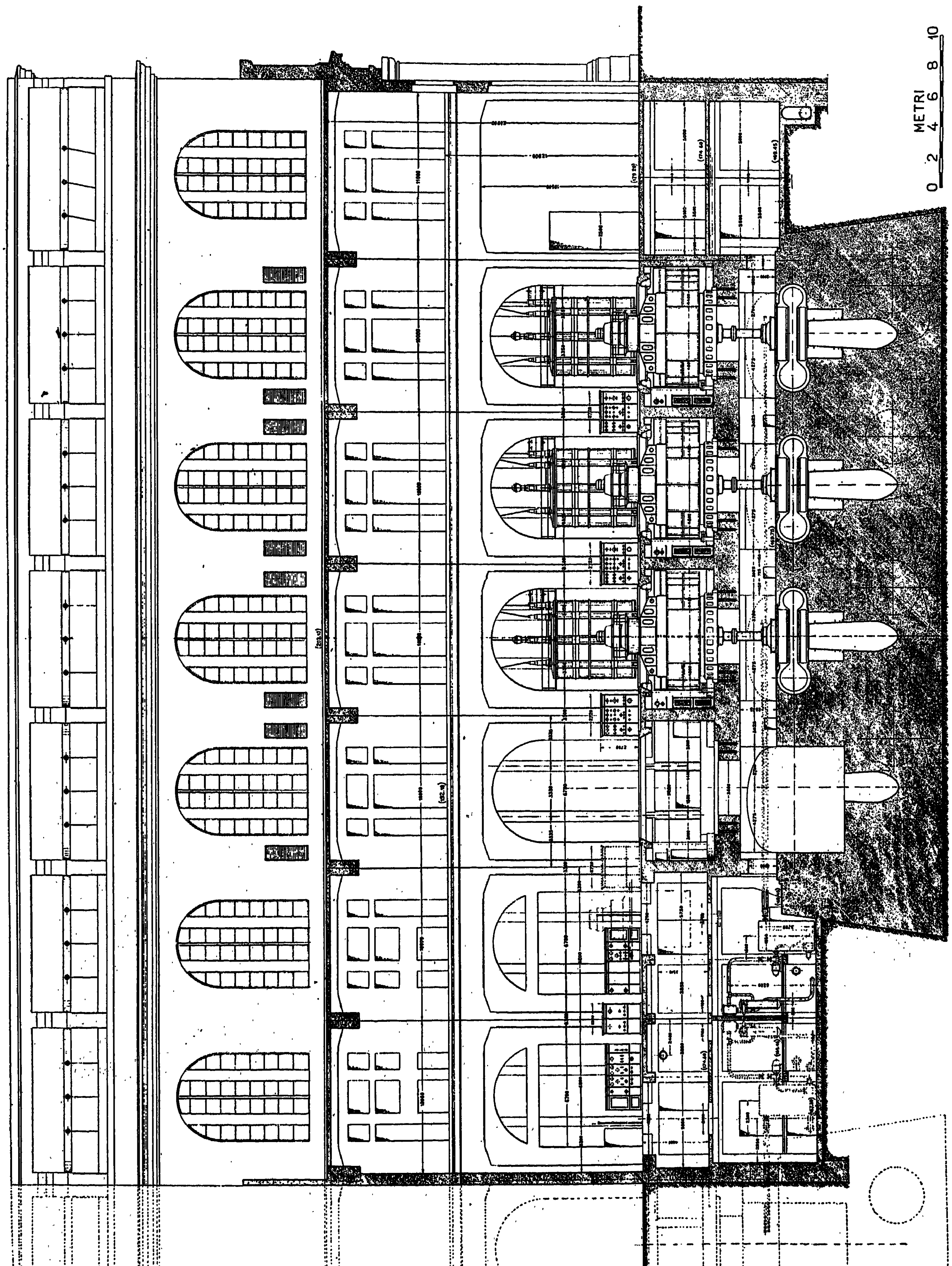


Fig. 104. — Centrale di Galleto - Sezione longitudinale sulla linea C. C. (vedi fig. 93).

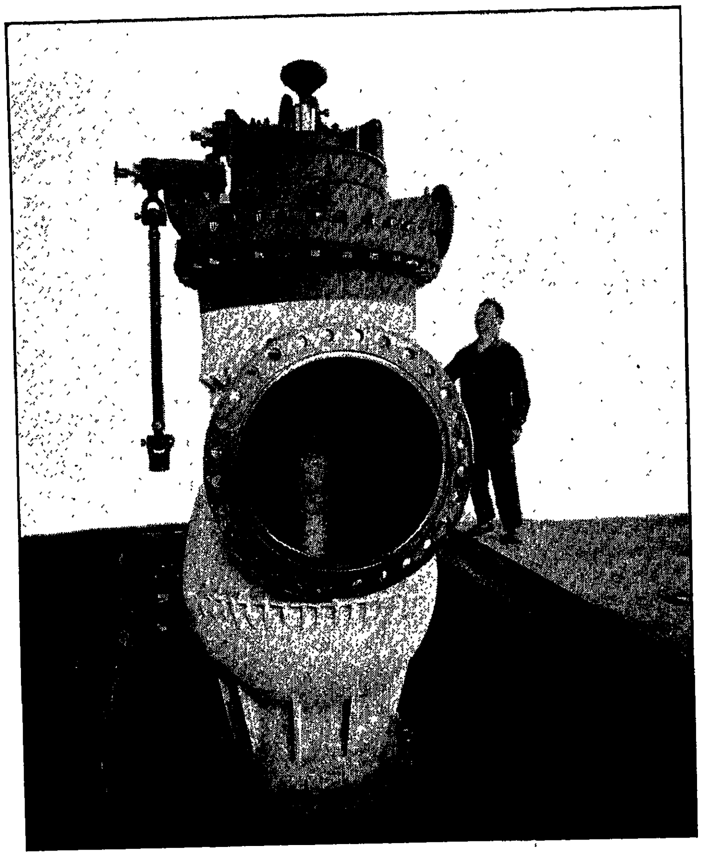


Fig. 105. — Una valvola sferica completa.

Le turbine sono munite di regolatore a pressione d'olio con due servomotori che manovrano l'anello di comando del distributore e sono montati direttamente sulla camera spirale della turbina. I regolatori sono installati nella stessa galleria

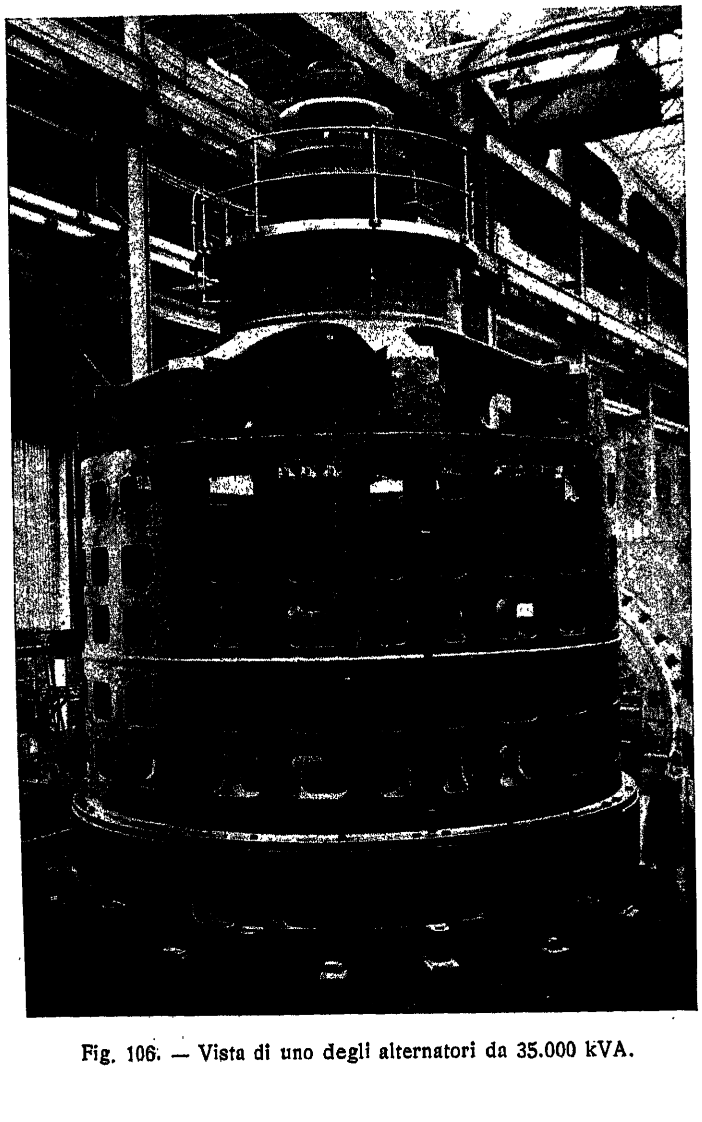


Fig. 106. — Vista di uno degli alternatori da 35.000 kVA.

di servizio delle macchine dove si trovano anche i gruppi di pompe per la distribuzione di olio in pressione nella centrale (fig. 100).

Il regolatore comanda, contemporaneamente al distributore anche lo scarico sincrono della turbina che è derivato sulla camera a spirale e immette, con un breve tronco di tubazione annegato nel calcestruzzo di fondazione, nel canale di scarico della centrale. Lo scarico sincrono è proporzionato in modo da poter smaltire l'intera portata della turbina cosicchè le so-

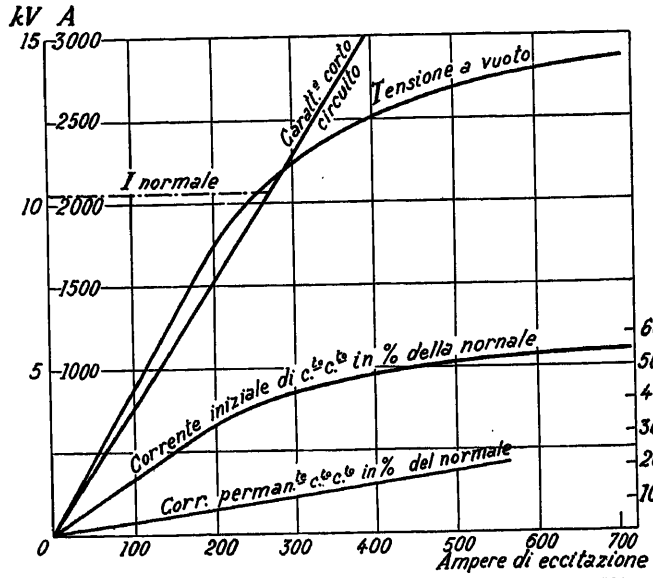


Fig. 107. — Caratteristiche di un alternatore da 35.000 kVA.

vrapressioni che si ripercuotono nella condotta forzata e nei pozzi piezometrici anche nel caso di brusca soppressione del carico totale, riescono relativamente assai piccole limitandosi a pochi percento della pressione totale.

Oltre ai soliti dispositivi, il regolatore è provvisto di un dispositivo cambia frequenza, dispositivo limitatore di apertura delle turbine, dispositivo di sicurezza che provoca la chiusura della turbina in caso di caduta della cinghia del pendolo.

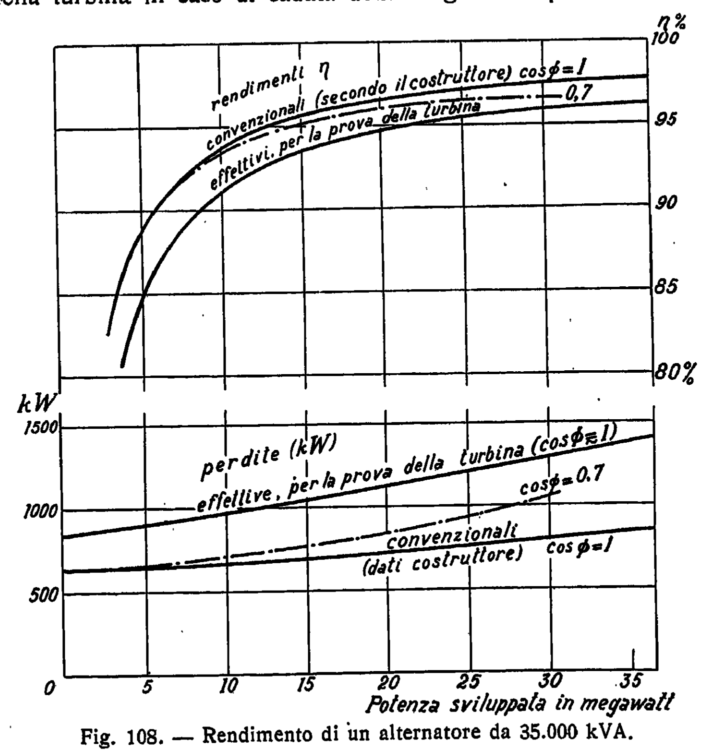


Fig. 108. — Rendimento di un alternatore da 35.000 kVA.

Ogni turbina ha il proprio gruppo di pompaggio d'olio mosso da un motore elettrico, disposto vicino al regolatore. La trasmissione fra motore e pompa ad olio è ottenuta mediante un riduttore di velocità a ingranaggi ad olio. Tutti i gruppi possono essere collegati ad un gruppo di riserva comune che sta alla estremità della centrale.

Vicino ai gruppi dei regolatori sta il quadro che raccoglie, nel suo centro, uno schema di distribuzione, e i diversi organi di comando, come: le valvole rotative con la segnalazione mec-

canica ed elettrica di apertura e chiusura; comando del freno idraulico; segnalazione luminosa di circolazione d'olio nei supporti della turbina, dell'alternatore, del perno di sospensione, gli indicatori del tachimetro, manometro e vuotometro, in modo che il comando e la sorveglianza dei gruppi è semplificata nel piano della turbina. Visto che questo piano di comando delle turbine è completamente isolato dalla sala macchine, venne disposto sui quadri elettrici che stanno in questa sala un altro

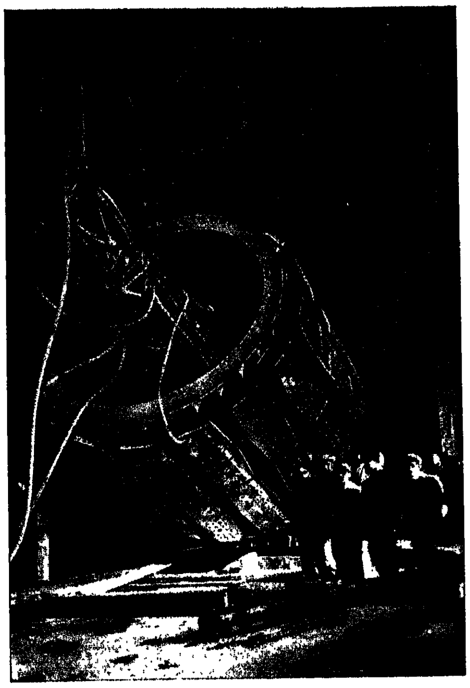


Fig. 109. — Rotore di uno degli alternatori da 35.000 kVA.

quadro per i principali organi di comando e di segnalazione delle turbine, quali indicatori di apertura delle valvole rotative, con interruttore per la chiusura elettrica a distanza delle stesse valvole, indicatori del tachimetro, indicatori di apertura dei servomotori delle turbine, manometro delle turbine e dei regolatori, e il comando del freno (fig. 101).

Questa disposizione permette dunque anche all'elettricista di seguire l'andamento della turbina e, in caso di bisogno, di fermare il gruppo indipendentemente dal macchinista che sta nel piano della turbina.

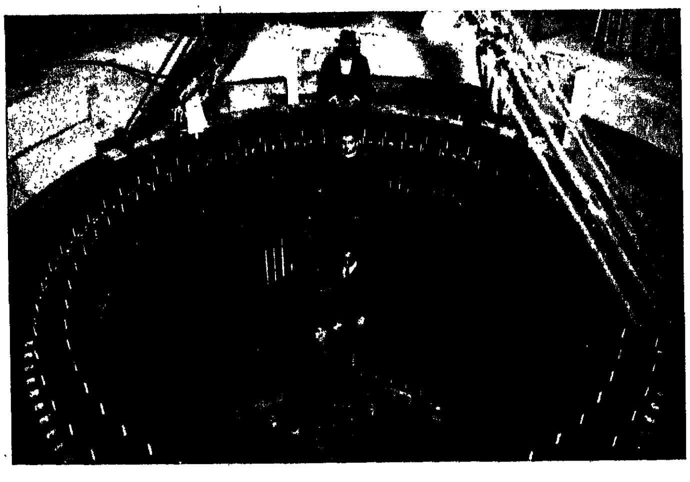


Fig. 110. — Statore di uno degli alternatori da 35.000 kVA.

Ogni gruppo ha alla estremità dell'albero dell'alternatore un dispositivo centrifugo; nel caso in cui il gruppo dovesse superare del 25 % la velocità normale, esso, chiudendo un circuito elettrico, chiude la valvola rotativa principale evitando così qualsiasi altro disguido.

Il gruppo è provvisto di un freno, composto di una ruota Pelton in acciaio fissata sull'albero della turbina sotto la crociera dell'alternatore, e permette di fermare il gruppo in circa 5 a 6 minuti.

Il tubo di scarico della turbina è in cemento rivestito internamente di lamiere di ferro, data la grande velocità del-

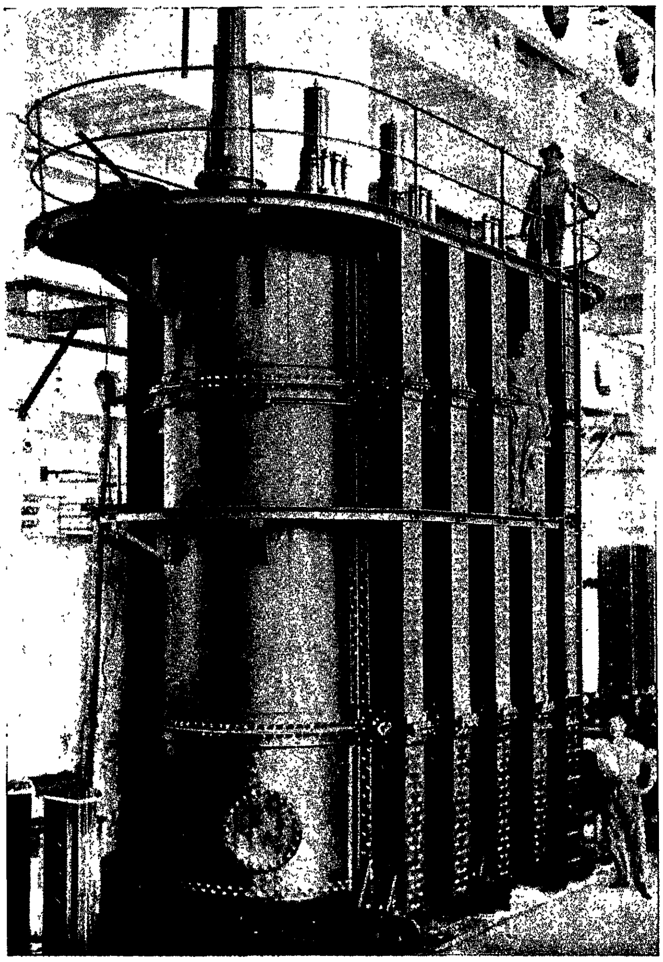


Fig. 111. — Trasformatore da 43.000 kVA completo.

l'acqua; versa in un canale di scarico centrale, comune a tutti i gruppi.

Per poter smontare la turbina anche in caso di piene, verso la estremità del tubo sono previsti dei gargami onde introdurre

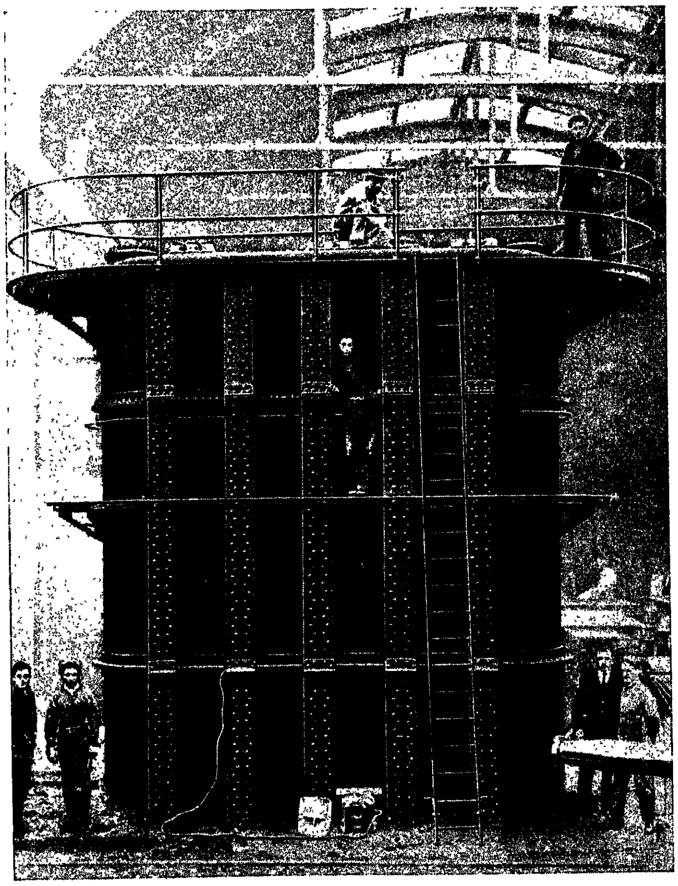


Fig. 112. — Cassone di un trasformatore da 43.000 kVA.



Fig. 113. — Nucleo magnetico di un trasformatore da 43.000 kVA.

una paratoia per isolare il gruppo; avendo vuotato l'acqua fra questa paratoia e la turbina, si può eseguire lo smontaggio di ciascun gruppo senza interrompere il servizio in centrale. Il livello di scarico nel canale è tenuto a quota 165.

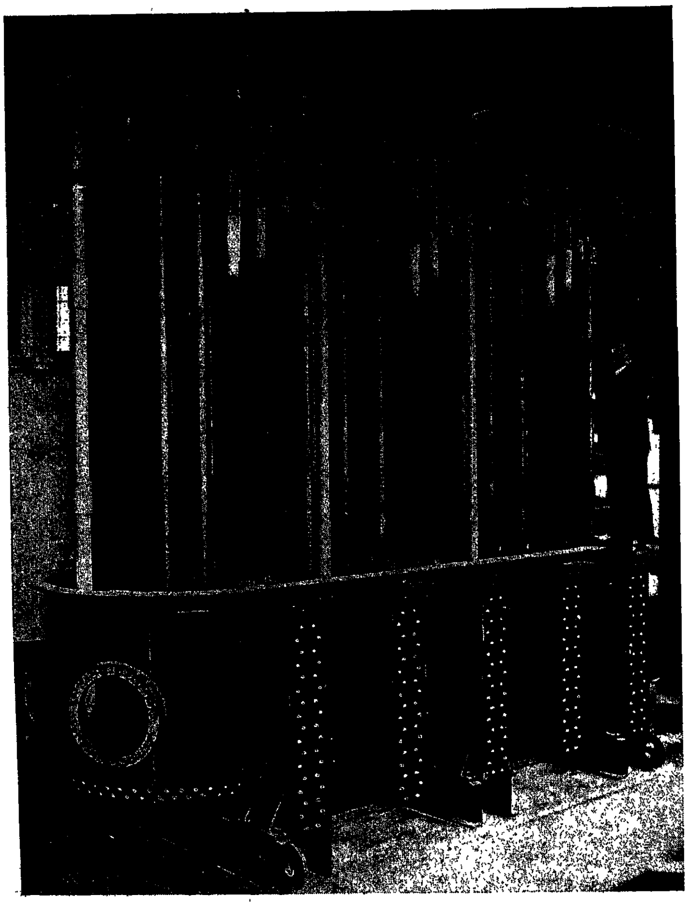


Fig. 114. — Avvolgimenti di uno dei trasformatori da 43.000 kVA in montaggio.

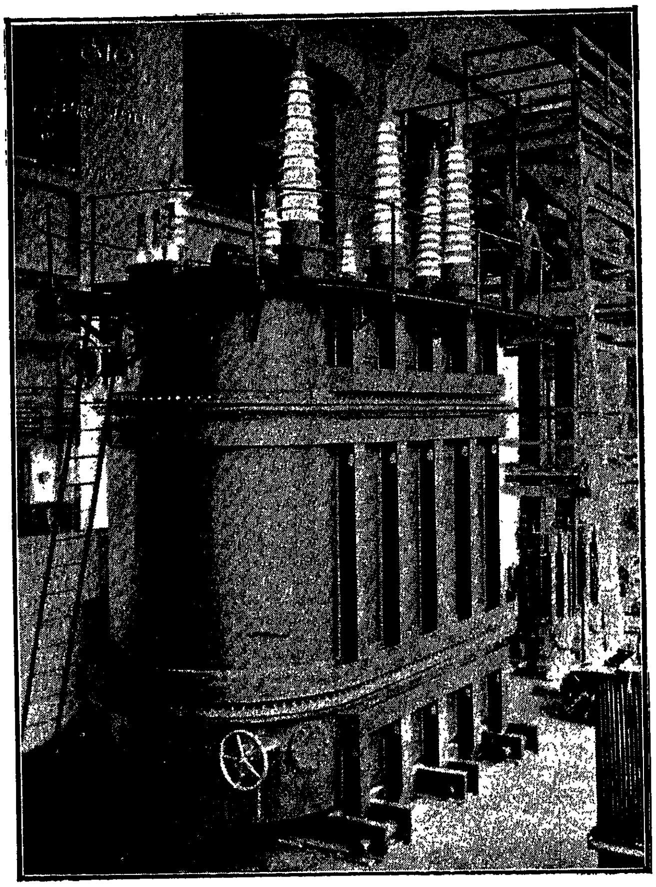


Fig. 115. — Trasformatore a 3 avvolgimenti.

Le macchine rispondono alle seguenti condizioni di garanzia. Per la velocità di 337 giri.

carico . .	36.000 kW	27.400 kW	18.300 kW
rendimento .	0,85	0,86	0,81

per la velocità di 375 giri:

carico . .	37.000 kW	27.500 kW	16.800 kW
rendimento .	0,86	0,87	0,80

Ogni turbina è munita di 2 valvole rotative, tipo Escher

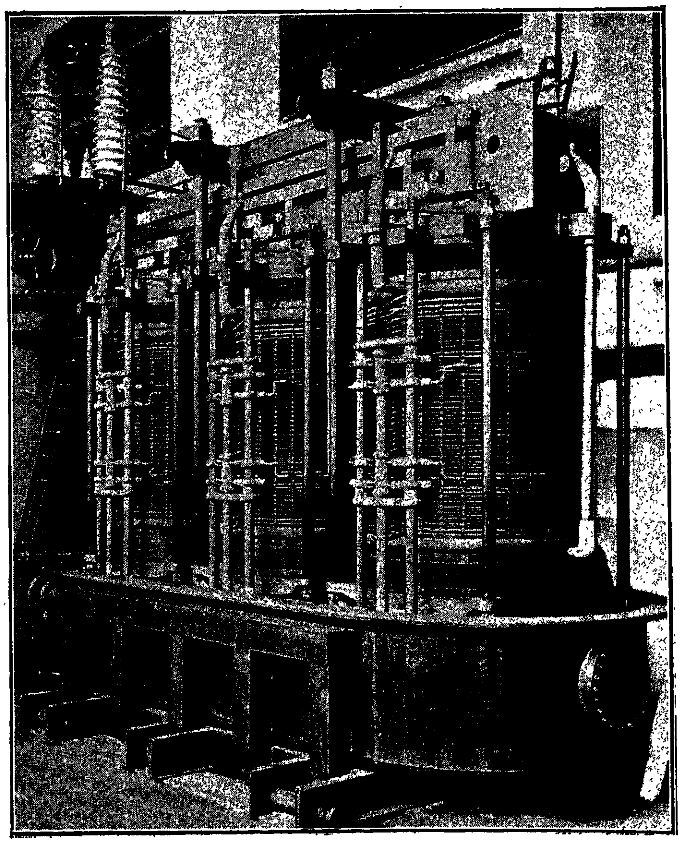


Fig. 116. — Trasformatore a 3 avvolgimenti, fuori cassa.

Wyss, installate una di seguito all'altra sul tronco di tubazione fra il collettore e la macchina. Delle due valvole, quella più a monte serve di riserva all'altra e viene mantenuta normalmente sempre aperta: essa permette di effettuare la revisione della valvola di manovra e specialmente delle guarnizioni mantenendo in funzione gli altri 3 gruppi della centrale (figg. 103 e 105).

Queste valvole sono costruite in modo da poter essere aperte sotto il carico massimo senza bisogno di ricorrere a by-pass e vengono manovrate a mano; in caso di fuga delle macchine viene però provveduto in modo automatico alla chiusura delle valvole. Il comando delle valvole di manovra è ottenuto mediante olio in pressione che viene fornito dai gruppi di pompe sopra menzionati. Per la valvola di riserva che ha una funzione di sicurezza e di protezione, si è provveduto ad un sistema di comando completamente autonomo. A tale scopo si è installato sulla montagna, ad una altezza di 180 metri sulla quota della valvola, un serbatoio di acqua glicerinata dal quale discende un condotto che arriva in centrale e fornisce il fluido in pressione necessario per la manovra della valvola che può così essere effettuata sempre con sicurezza anche nel caso che mancasse corrente in centrale e quindi restassero inattivi i gruppi di pompe d'olio.

Le valvole di manovra e quelle di riserva vengono a trovarsi allineate rispettivamente in due locali allungati che si estendono per tutta la lunghezza della centrale (figure 93 e 95). In ciascuno di questi è installata una grue a ponte mediante la quale si può procedere allo smontaggio delle valvole trasportandole poi alla estremità del locale stesso da dove, attraverso una apertura praticata nel pavimento della sala macchine, possono essere sollevate al livello del terreno mediante la grande grue della stessa sala macchine (fig. 119).

Lo smontaggio delle turbine viene invece effettuato smontando un tronco del tubo d'aspirazione; poi, utilizzando la grue della sala macchine, si lascia calare la girante su un carrello mediante la quale essa può venire condotta nel locale delle valvole e ulteriormente manovrata mediante la grue scorrevole qui installata. Bisogna però prima procedere naturalmente allo smontaggio dell'alternatore.

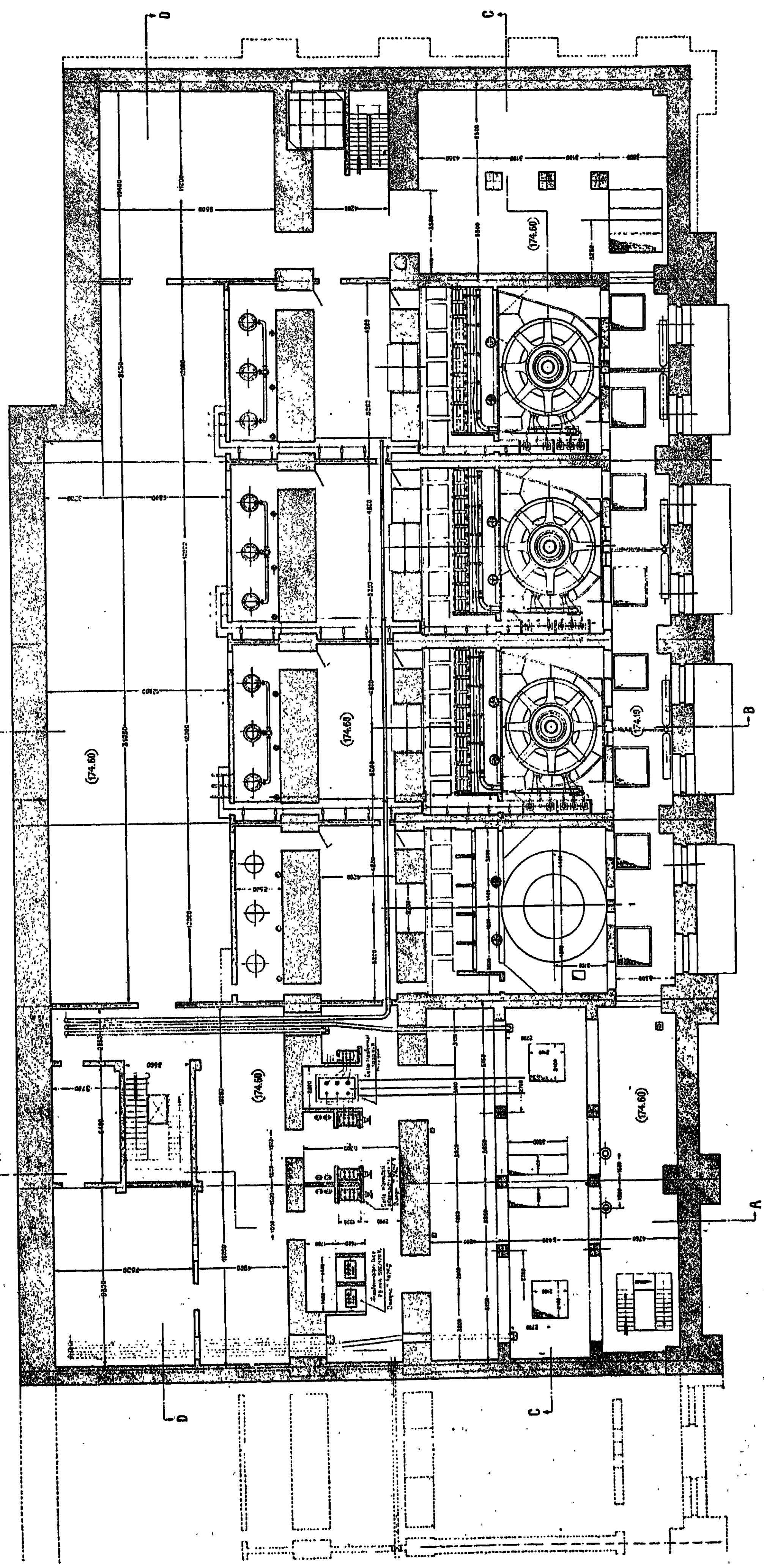


Fig. 117. — Centrale di Galleto - Pianta sulla linea F. F. (vedi fig. 93) in corrispondenza al piano degli alternatori.

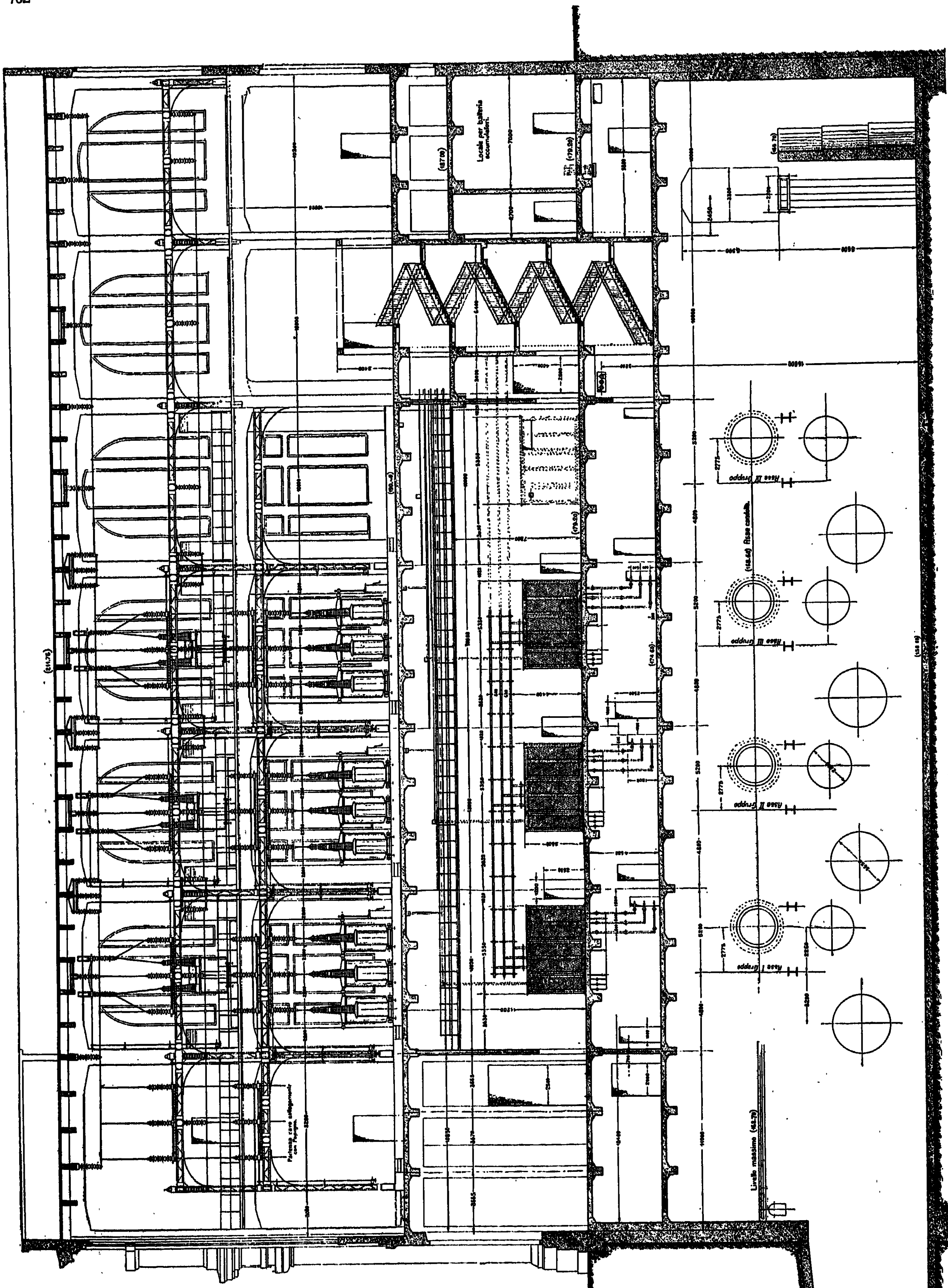


Fig. 118. — Centrale di Galleto - Sezione longitudinale D. D. (vedi fig. 93 e 96).

METRI 0 2 4 6 8 10

Alternatori.

Gli alternatori sono, come si è detto, ad asse verticale e furono forniti dal Tecnomasio Italiano; essi possono funzionare indifferentemente a 45 o a 50 periodi variando la velocità di rotazione da 337 a 375 giri al minuto. La potenza sviluppata in servizio continuativo, per tensione compresa fra 8300 e 10.100 V per frequenza 50, con cos φ fra 1 e 0,7 (in ritardo) è di 35.000 kVA. La potenza massima continuativa che può essere resa arriva però a 43.000 kVA, funzionando a 10.100 volt con cos φ = 0,8 (fig. 106).

Gli alternatori possono anche funzionare in modo stabile,

entro i limiti di tensione indicati, con un carico capacitivo di 20.000 kVA.

La stabilità con carico capacitivo è ottenuta studiando con particolare cura la regolazione della eccitazione: a tale scopo gli alternatori sono provveduti di una eccitatrice principale coassiale ad essi, eccitata a sua volta da una eccitatrice secondaria pure coassiale colla macchina principale. L'eccitazione, a carico normale assorbe circa 260 kW alla tensione di 290 volt.

L'alternatore completo pesa circa 290 tonnellate; il pezzo più pesante arriva a 50 tonnellate. Il PD^2 del rotore è di 8000.000 kg/m^2 (figg. 109 e 110).

La ventilazione è effettuata in ciclo chiuso. Questa disposizione è particolarmente vantaggiosa nel caso della centrale di Galleto dove, per la vicinanza degli stabilimenti del carburo, l'aria è sempre carica di un pulviscolo finissimo.

L'aria di circolazione viene raffreddata, esternamente alle macchine, in appositi refrigeranti ad acqua, costituiti ciascuno

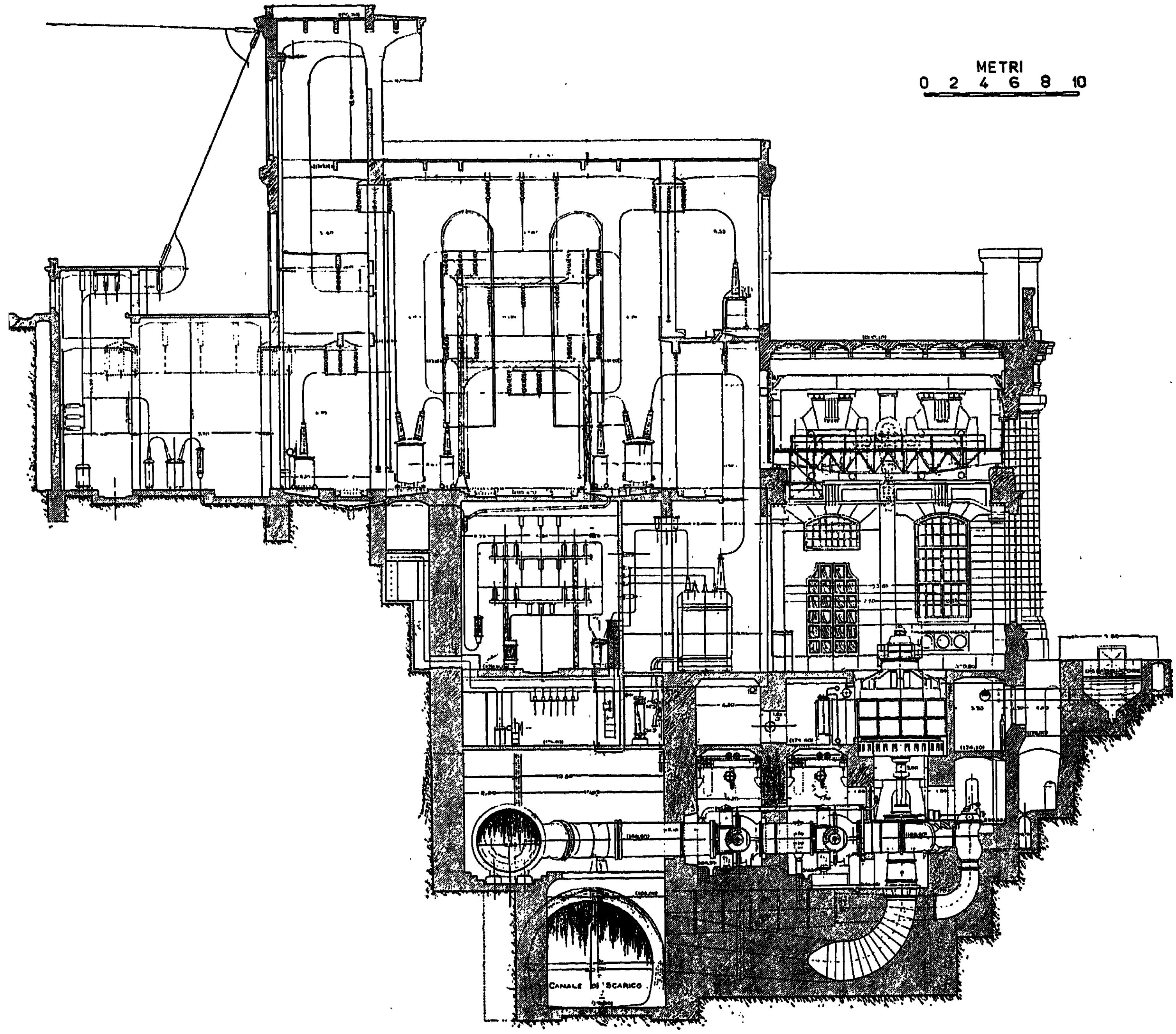


Fig. 119. — Centrale di Galleto - Sezione trasversale sulla linea B. B. (vedi fig. 96).

da 5 batterie di tubi verticali nei quali viene fatta circolare l'acqua emunta dal fiume e liberata dalle sabbie in un apposito disabbiatore costruito nelle immediate vicinanze della centrale (fig. 96).

I refrigeranti sono installati in un locale adiacente, verso monte, a quello degli alternatori, al piano di base di essi; sono necessarie revisioni frequenti degli apparechi perchè l'acqua del fiume è carica di sali calcarei e fortemente incrostante. A questo scopo il locale dei refrigeranti è servito da paranchi mediante i quali le batterie di tubi possono essere trasportate in corrispondenza di un foro praticato nel sovrastante pavimento della sala macchine e quivi issati mediante la grue.

Per ogni alternatore sono necessari circa 300 m^3 di acqua all'ora, dovendosi raffreddare da 45 e 50 m^3 di aria al minuto secondo.

Le cose sono però predisposte in modo che, in caso di necessità, gli alternatori possano funzionare anche con venti-

Gli alternatori sono del tipo protetto, autoventilante; l'asse è sorretto da un supporto di spinta del tipo a segmenti, proporzionato per un carico massimo di 240 tonnellate; vi è poi un supporto di guida per l'asse disposto immediatamente sopra al rotore. Il supporto di guida è fortemente ancorato nel solettone in cemento armato che costituisce il pavimento della sala. Al di sotto del rotore l'albero è ancora guidato dal supporto di guida della turbina. L'albero è calcolato per una velocità critica doppia della velocità normale (fig. 120).

Le condizioni di garanzia pel rendimento delle macchine per condizioni normali di funzionamento, a tensione di 9200 V e alla frequenza 45, sono le seguenti:

carico	4/4	3/4	2/4
rendimento a cos $\varphi = 1$	0,97	0,965	0,95
rendimento a cos $\varphi = 0,7$	0,96	0,955	0,94

Le figg. 107 e 108 rappresentano le caratteristiche delle macchine.

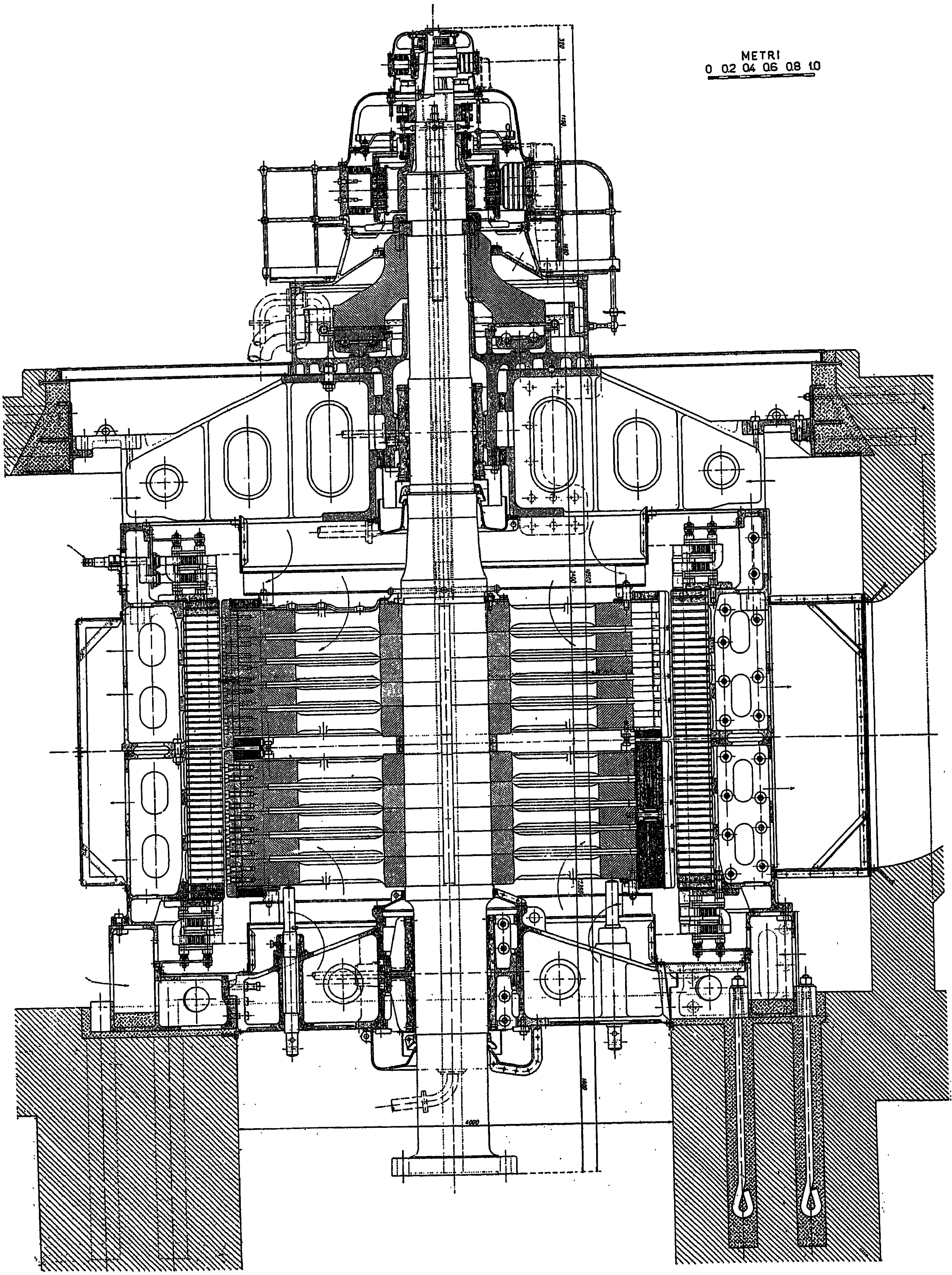


Fig. 120. — Sezione di un alternatore da 35.000 kVA.

lazione in circuito aperto, aspirando l'aria dall'ambiente e scaricandola all'esterno mediante appositi camini.

di anidride carbonica compressa; un sistema di tubazioni permette, col semplice comando di una valvola, di immettere la

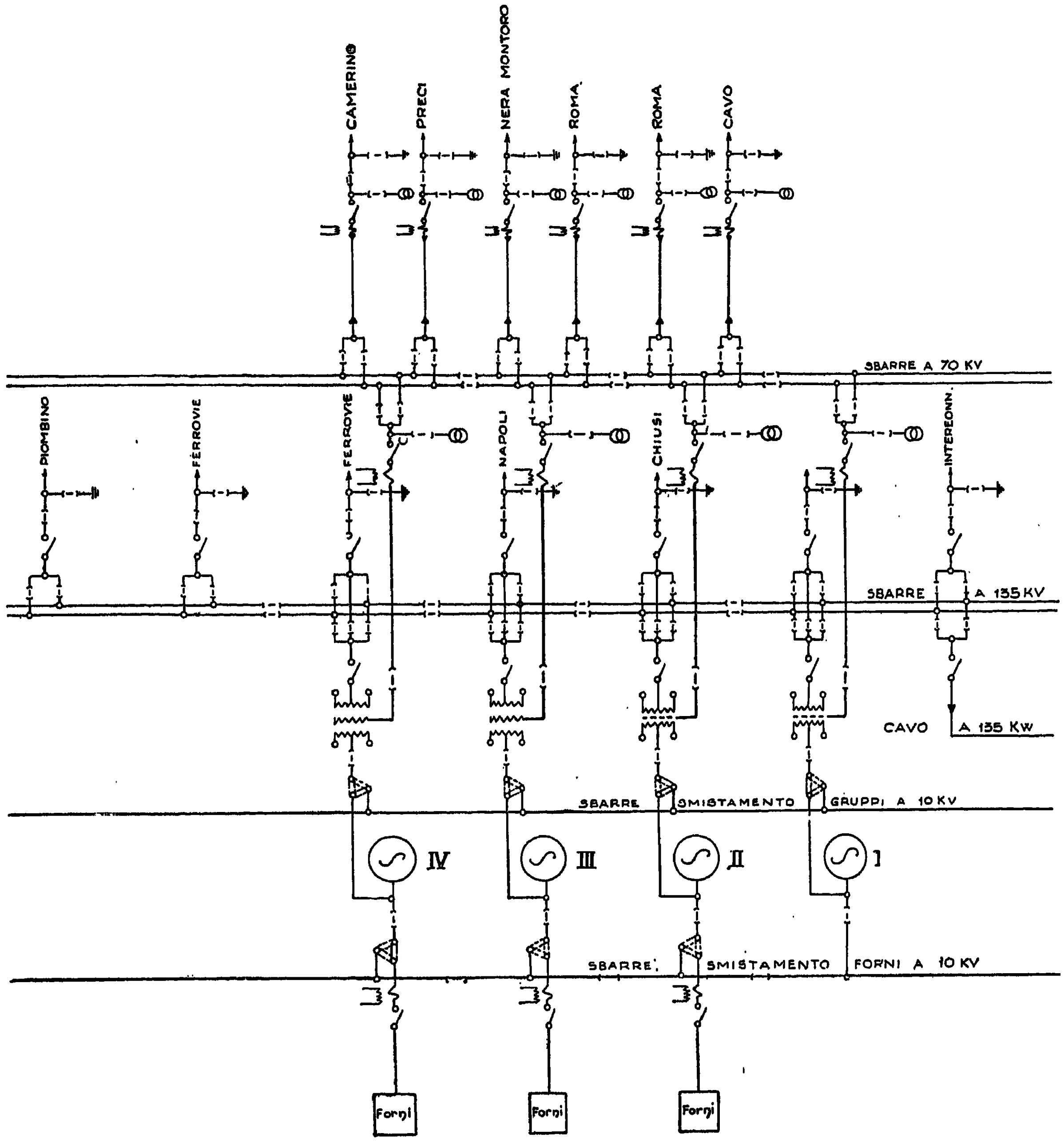


Fig. 121. — Schema unifilare del quadro.

L'adozione della ventilazione in circuito chiuso ha reso agevole la protezione delle macchine contro gli incendi me-



Fig. 122. — Quadro per misurazione e regolazione automatica.

diante l'anidride carbonica. In un locale adiacente a quello degli alternatori, verso il fiume, sono installate delle bombole

CO_2 nel ciclo dell'aria di ventilazione provocando la spegnimento di ogni principio di fuoco.

Il comando delle valvole del gas può essere effettuato a distanza, elettricamente, premendo un pulsante al quadro di manovra; ma nel caso di un incendio dell'alternatore, l'apertura della valvola avviene automaticamente in seguito alla fusione di un fusibile predisposto nell'interno della macchina.

Particolare interesse assume l'impianto di lubrificazione degli alternatori che è effettuato con sistema centralizzato. Come si vede nella sezione di fig. 93 in un locale situato col pavimento a quota 187, sottostante a quello degli interruttori ad alta tensione sono collocati dei serbatoi di olio lubrificante. Un sistema di tubazioni che parte da questi serbatoi provvede a distribuire l'olio alle diverse macchine. L'olio che esce da esse, dopo averle lubrificate, viene raccolto in un'altro sistema di tubazioni e addotto ad un impianto di depurazione e refrigerazione collocato nei sotterranei della centrale al livello del piano delle turbine, in corrispondenza alla campata che attualmente è di estremità, ma diventerà mediana, a edificio completo. La disposizione è visibile sulla sezione di fig. 93. L'impianto di depurazione comprende serbatoi per l'olio da depurare, una pompa di circolazione, un filtro e un refrigerante. Dall'impianto di depurazione l'olio viene rimandato ai serbatoi superiori di olio puro.

L'impianto è composto di due gruppi identici che funzionano da riserva l'uno all'altro.

Trasformatori.

In un primo tempo erano stati installati quattro trasformatori trifasi a due avvolgimenti della Soc. San Giorgio, del tipo in olio con raffreddamento a circolazione di olio esterna, e rispondenti alle seguenti caratteristiche:

Potenza continuativa 43.000 kVA; rapporto di trasformazione a vuoto 10.800/143.300 V, alla frequenza di 45 periodi; collegamento a triangolo sulla bassa e a stella sull'alta tensione (fig. 111).

Gli avvolgimenti sono del tipo doppio concentrico, quelli ad alta tensione furono provati per un minuto a 280 kV contro la bassa tensione e contro massa. Il cassone, del tipo autoclave, è in tre pezzi riuniti con flange e bulloni (figg. 112, 113 e 114).

I rendimenti di garanzia a pieno carico sono del 98,78 % e del 98,40 % rispettivamente a cos φ = 1 e cos φ = 0,80.

Il peso di ogni trasformatore, completo dell'olio, è di 134 tonnellate, delle quali 32 spettano all'olio. L'altezza massima dal piano delle rotaie alla sommità degli isolatori di alta tensione, è 7,70 m; le dimensioni in pianta sono di m 3,50×7,25.

Il raffreddamento dell'olio viene effettuato, per ogni trasformatore, con una batteria di 3 refrigeranti a tubi verticali; l'olio viene fatto circolare nei refrigeranti a mezzo di apposita pompa. Il tutto è installato in un locale, allo stesso piano dei trasformatori e immediatamente a tergo di essi. Gli apparecchi refrigeranti hanno dovuto essere studiati con particolari cautele per tener conto delle proprietà fortemente incrostanti dell'acqua che viene impiegata.

I trasformatori possono essere tolti dalle rispettive celle facendoli avanzare, a mezzo di appositi binarietti, verso la sala delle macchine dove possono essere manovrati colla grande grue a ponte (fig. 96).

Trasformatori a 3 avvolgimenti.

Recentemente, essendosi manifestata la necessità di effettuare anche un servizio a 70.000 V, si è provveduto a sostituire due trasformatori con altri a 3 avvolgimenti.

Essi sono pure del tipo trifase in olio, con raffreddamento a circolazione forzata d'olio in refrigerante esterno ad acqua e cassone di tipo autoclave (fig. 115 e 116).

I trasformatori, che possono funzionare a 45 o 50 periodi, portano 3 avvolgimenti concentrici, di cui il primario (a 10.100 V) è montato nel mezzo, il secondario (a 73.500 V) è interno e il terziario (a 155.000 ÷ 116.000 V) esterno. Le bobine di entrata degli avvolgimenti hanno isolamento rinforzato per la protezione contro sovratensioni a fronte ripido.

La potenza in servizio continuo è di 43.000 kVA su tutti e tre gli avvolgimenti nelle seguenti condizioni:

1) a 45 periodi con i seguenti rapporti:

10.100/155.000 a 20.000 kW cos φ = 1
10.100/ 73.500 » 20.000 » » = 0,9

2) a 50 periodi con i seguenti rapporti:

10.100/116.000 a 20.000 kW cos φ = 0,85
10.100/ 73.500 » 18.000 » » = 0,9

3) a 45 periodi con i seguenti rapporti:

10.100/155.000 a 20.000 kW cos φ = 1
10.100/ 62.000 » 20.000 » » = 0,9

4) a 50 periodi con i seguenti rapporti:

10.100/116.000 a 20.000 kW cos φ = 0,85
10.100/ 64.000 » 18.000 » » = 0,9

Sull'avvolgimento terziario sono predisposte delle prese supplementari per la variazione, a mezzo di commutatore manovrabile dall'esterno, senza tensione, della tensione terziaria da 155.000 a 116.000 V. Anche sul secondario sono inserite prese supplementari con relativo commutatore.

L'avvolgimento primario è collegato a triangolo, il secondario e il terziario sono a stella.

Il peso totale di un trasformatore completo, senza olio, è di 140 tonnellate; il peso dell'olio è di 52 tonnellate.

Il consumo di acqua pel refrigerante dell'olio è di 750 litri al minuto, supposta una temperatura dell'acqua all'entrata, di 25°.

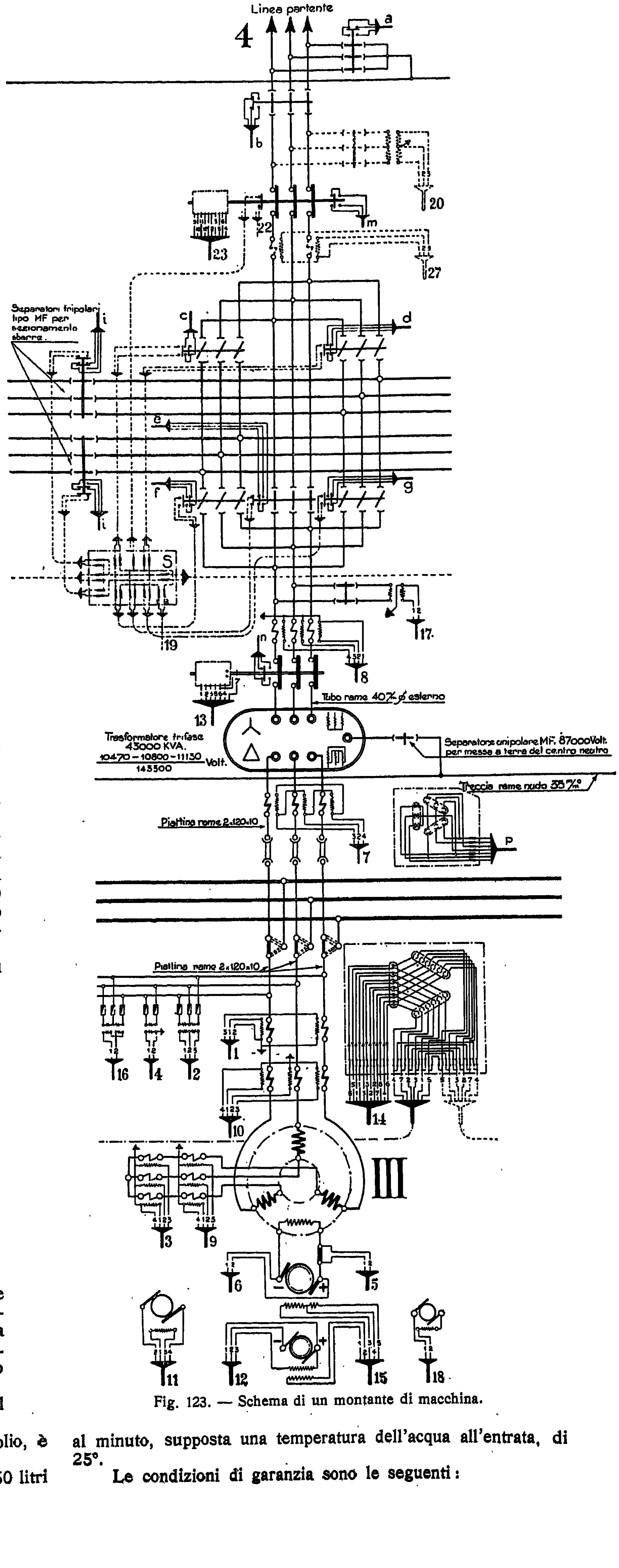


Fig. 123. — Schema di un montante di macchina.

Le condizioni di garanzia sono le seguenti:

Per il funzionamento a 45 periodi:

1) Con riferimento al rapporto di trasformazione 10.100/155.000 volt al carico di 43.000 kVA, a $\cos\varphi$ 1, sul terziario e secondario inattivo:

Perdite nel ferro = 200 kW circa
» » rame = 310 » »
Tensione di corto circuito: 12,5 %

2) Con riferimento al rapporto di trasformazione 10.100/73.000 volt al carico di 43.000 kVA (a $\cos\varphi$ 1) sul terziario e secondario inattivo:

Perdite nel ferro = 200 kW circa
» » rame = 300 » »
Tensione di corto circuito: 5,2 %

Per il funzionamento a 50 periodi:

1) Riferite al rapporto di trasformazione 10.100/116.000 V al carico di 43.000 kVA, e $\cos\varphi$ 1, sul terziario e secondario inattivo:

Perdite nel ferro = 185 kW circa
» » rame = 350 » »
Tensione di corto circuito: 14 %

2) Riferite al rapporto di trasformazione 10.100/73.000 V al carico di 43.000 kVA e $\cos\varphi$ 1 sul secondario e terziario inattivo:

Perdite nel ferro = 185 kW circa
» » rame = 310 » »
Tensione di corto circuito: 5,8 %

Tolleranze: sulle perdite globali: 10 %; sulla tensione di corto circuito: 15 %.

Gruppi ausiliari e servizi diversi.

Ai servizi ausiliari della centrale si è provveduto mediante gruppi generatori autonomi. Sono installati attualmente due gruppi costituiti da una turbina Pelton ad asse orizzontale accoppiata con un alternatore trifase da 1050 kVA.

Le turbine sono alimentate da una tubazione derivata dal collettore della condotta forzata principale. Ciascuno dei due gruppi è sufficiente a sopperire a tutti i servizi necessari in centrale, di modo che uno di essi costituisce sempre una riserva.

Le turbine sono calcolate pei seguenti dati:

Caduta netta metri 180; portata lt/sec 620; potenza kW 900; velocità giri 750 al min/1'. Ogni turbina è a ruota unica con due iniettori disposti a 90° con relativo regolatore. La turbina è accoppiata direttamente all'alternatore.

Inoltre si è anche provveduto alla possibilità di alimentare i servizi derivando energia dalle linee in arrivo dalle altre centrali collegate a quella di Galleto. A tale scopo è stato installato un apposito trasformatore da 1000 kVA per ridurre la tensione a quella di 500 V usata pei servizi.

L'acqua di scarico delle turbine Pelton viene utilizzata per acqua di circolazione nei refrigeranti.

La quantità di acqua necessaria pei diversi servizi di refrigerazione nella centrale è rilevante, arrivando a circa 1000 litri al secondo.

Normalmente si utilizza come si è detto, l'acqua di scarico dei gruppi ausiliari. Però si è anche previsto di poter disporre di altre due alimentazioni.

Una è data da un gruppo moto-pompa che permette di sollevare l'acqua dal canale di scarico della centrale; l'altra, più frequentemente usata a integrazione dell'acqua di scarico dei gruppi ausiliari, consiste nel prendere l'acqua da un apposito canale derivato dal fiume poco a monte della centrale.

L'abbondanza del materiale solido trasportato dalle acque del Nera, ha reso necessario provvedere alla costruzione di un disabbiatore Dufour, disposto, fra la centrale e il fiume, parallelamente ad essi, e nel quale viene fatta circolare l'acqua prima di distribuirla ai diversi apparecchi di refrigerazione.

Il servizio di depurazione dell'olio pei trasformatori e per gli interruttori è stato centralizzato in un locale situato nel sotterraneo della centrale, col pavimento a quota 167,30, sottostante al locale occupato dai grupi generatori da 1000 kVA pei servizi ausiliari (fig. 93 e 95).

Vi sono installati dei serbatoi per la raccolta dell'olio, un depuratore centrifugo Laval e una pompa per la distribuzione dell'olio ai trasformatori i quali sono collegati da apposite tu-

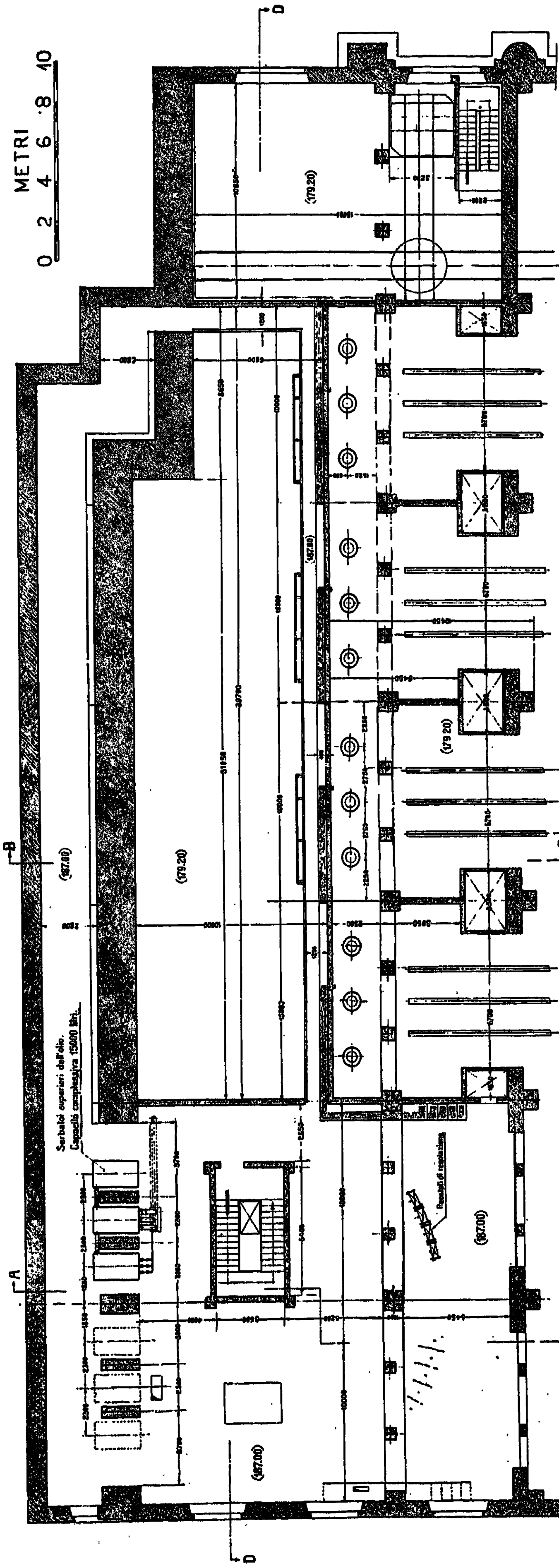


Fig. 124. — Centrale di Galleto - Pianta sulla linea H. H. di fig. 93 in corrispondenza alle celle dei trasformatori e al locale sbarre a bassa tensione.

bazioni al locale di depurazione. Per il cambio dell'olio degli interruttori bisogna invece trasportare il cassone di questi fino al locale di depurazione.

Schema e quadro.

La centrale di Galleto deve poter fornire energia per servizi diversi, a tre diverse tensioni: 10.000 V, 70.000 V, 135 mila V (fig. 121).

Si è perciò dovuto provvedere ad installare diversi ordini di sbarre. A bassa tensione (10.000 V) esistono due terne di sbarre. Una terna ha semplice funzione di smistamento, permettendo di collegare ciascun alternatore con uno od altro dei trasformatori.

L'altra terna di sbarre a 10.000 V, serve invece per l'alimentazione dei forni per il carburo ed è sezionabile mediante coltelli; si può così smistare il collegamento di un forno su l'uno o l'altro degli alternatori.

Le eventualità di dover eseguire due servizi diversi, a frequenza 45 o a frequenza 50, sull'alta tensione, ha costretto ad installare due terne di sbarre a 135.000 V. Un opportuno giuoco di coltelli permette di collegare ogni trasformatore con l'una o l'altra terna di sbarre.

Le sbarre a 135.000 V sono sezionabili mediante coltelli in modo da poter eseguire diversi servizi indipendenti.

Per i servizi a 70.000 V si era in un primo tempo provveduto a collegare la centrale colla esistente cabina a 70.000 V per l'alimentazione di Roma.

L'accresciuta importanza dei servizi a questa tensione ha indotto, come si è detto, in un secondo tempo, a sostituire due trasformatori con altri a tre avvolgimenti ricavando da essi direttamente sull'avvolgimento terziario, energia a 70.000 V.

Corrispondentemente si è provveduto ad installare una doppia terna di sbarre (per le due frequenze) a 70 kV, le quali sono sezionabili mediante coltelli per eseguire servizi indipendenti; ogni avvolgimento terziario di trasformatore può essere collegato all'una o all'altra terna di sbarre.

Vi sono complessivamente sette linee partenti a 135.000 V, derivate da una o dall'altra terna delle relative sbarre; quattro di queste linee possono anche essere direttamente collegate con un trasformatore escludendo le sbarre.

Inoltre dalle sbarre a 135 V parte una ottava linea in cavo che si dirige alla esistente cabina a 135 V da cui partono le linee per Firenze e per Nera Montoro.

I servizi a 70.000 V sono disimpegnati mediante sei linee uscenti dalla centrale e collegabili con l'una o con l'altra delle due terne di sbarre.

Gli alternatori, come si è detto sono provvisti ciascuno di eccitatrice propria; non esistono sbarre di eccitazione nè eccitatrici di riserva.

Ogni alternatore è direttamente collegato ad un trasformatore, senza interposizione di interruttori. Questi sono inseriti sull'alta tensione a valle dei trasformatori, prima del collegamento colle sbarre a 135.000 V; così pure fra l'avvolgimento terziario dei trasformatori e le sbarre a 70.000 V (fig. 123).

Ogni linea in partenza è provveduta del proprio interruttore.

Le due terne di sbarre a 135.000 V sono collegabili fra loro mediante un interruttore di parallelo.

La protezione contro le sovracorrenti è affidata ai dispositivi limitatori che agiscono sulle dinamo di eccitazione.

La protezione contro guasti interni degli alternatori è ottenuta con sistemi di relais differenziali.

I trasformatori sono anche protetti con relais Buchholz.

Gli interruttori ad alta tensione in olio sono del tipo a poli in casse separate, e sono comandabili sia a mano in posto, sia elettricamente a distanza dal quadro. Essi hanno una capacità di apertura di 1.250.000 kVA. Una terna completa pesa 23 tonnellate.

I coltelli di manovra sono del tipo a rotazione con comando a mano a volantino dal basso.

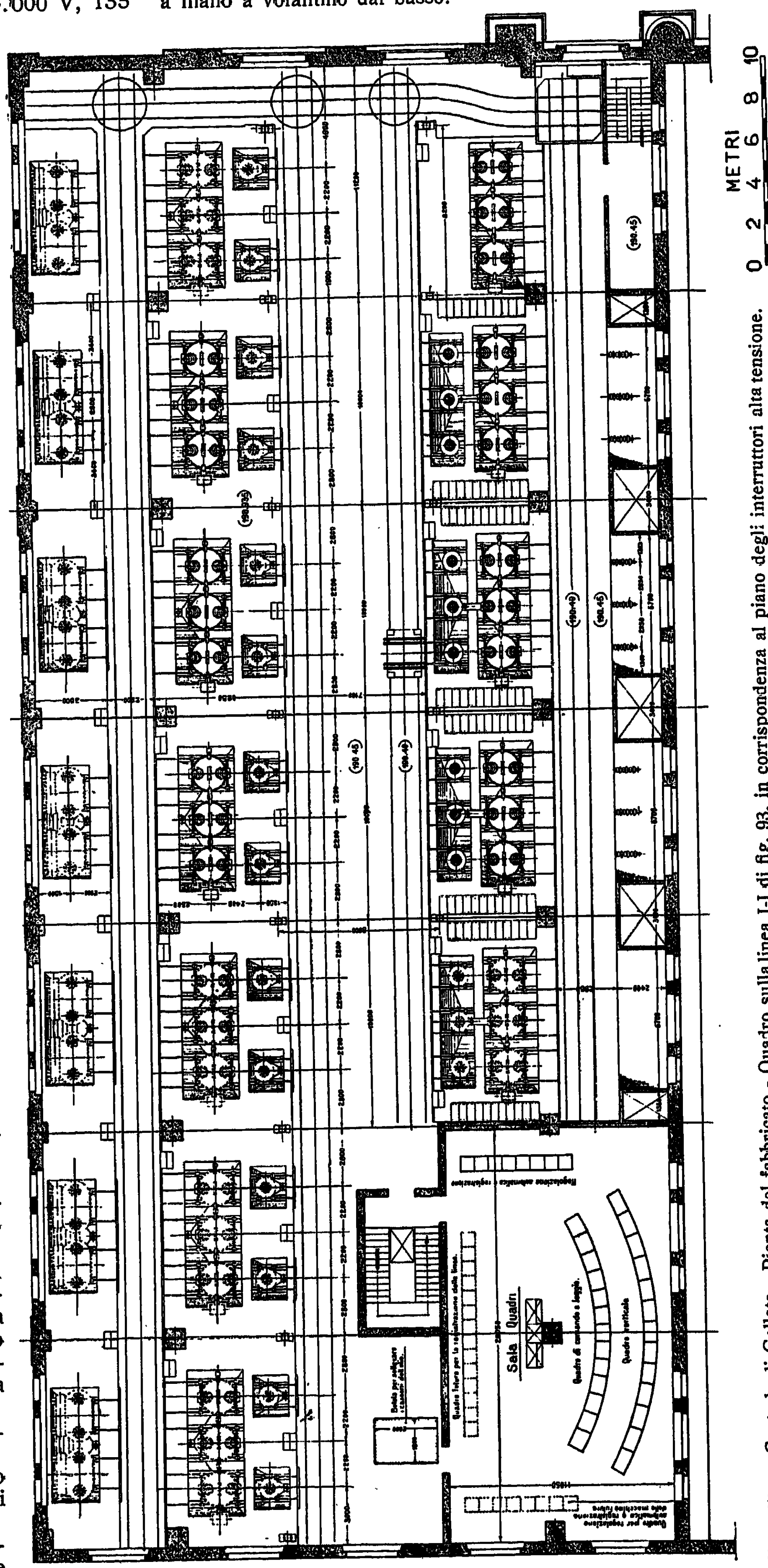


Fig. 125. — Centrale di Galleto - Pianta del fabbricato - Quadro sulla linea I-I di fig. 93, in corrispondenza al piano degli interruttori alta tensione.

Disposizioni costruttive del quadro.

La disposizione costruttiva del quadro è stata studiata col criterio di tenere completamente separati i circuiti a tensioni diverse, raccogliendo l'alta tensione in un unico grande locale.

La disposizione dei circuiti elettrici e degli apparecchi risulta dalle piante delle figg. 124, 125 e 126 e dalle sezioni di figg. 93, 118 e 119.

Tutti i circuiti ad alta tensione si svolgono nei locali superiori della centrale, al di sopra del piano della sala macchine e delle celle dei trasformatori. Invece i circuiti a bassa tensione si svolgono nei locali del piano degli alternatori e del piano della sala macchine.

Le sbarre a 10.000 V corrono su una armatura in ferro installata in un locale immediatamente retrostante alle celle dei trasformatori, e sono disposte parallelamente al lato maggiore dell'edificio. Nello stesso locale sono installati i riduttori di tensione e di corrente sulla bassa tensione. Il collegamento fra alternatori e sbarre è effettuato mediante linee che corrono perpendicolarmente alle sbarre, sotto al soffitto del piano dei trasformatori.

Dalle sbarre si staccano, verso il basso i collegamenti che, passando pei riduttori di corrente e attraversando la parete divisoria sul fondo delle rispettive celle, vanno agli avvolgimenti a bassa tensione dei trasformatori.

I conduttori ad alta tensione (135.000 V) uscendo dai passanti dei trasformatori si rivolgono immediatamente verso l'alto e, attraverso un'apertura nel soffitto delle celle, si portano al piano superiore dove, come si è detto, si svolgono tutti i circuiti ad alta tensione. Qui essi incontrano prima gli interruttori ad alta e i riduttori di corrente e di tensione, e finalmente il gioco di coltelli pel collegamento a l'una o l'altra terna di sbarre ad alta tensione.

Queste corrono longitudinalmente, sostenute da una incastellatura in ferro, proprio al di sopra del locale delle sbarre a 10.000 V. Le due terne, sono disposte parallele fra loro in due piani sovrapposti.

Dal lato delle sbarre, opposto a quello sul quale avviene l'allacciamento dei conduttori provenienti dai trasformatori, si distaccano le derivazioni per le linee. I relativi interruttori e riduttori di corrente sono disposti su due file parallele fra loro e alle sbarre, nello stesso locale delle sbarre, posteriormente a queste.

In un locale longitudinale, posteriore a quello delle sbarre e che si eleva fino al di sopra della copertura di quest'ultimo, avviene, nel punto più alto, l'uscita delle linee. Sul tratto ascendente del conduttore fra l'interruttore ad alta e l'uscita linea sono derivati i coltelli di messa a terra.

Sul pavimento del locale delle sbarre a 135 mila V sono disposti dei binarietti che servono per trasportare gli interruttori o i riduttori fino ad una estremità del locale dove è installato un montacarichi mediante il quale essi possono essere calati fino al piano della sala macchine.

Le sbarre a 70.000 V saranno disposte in un locale sottostante a quello delle sbarre a 135.000 ed allo stesso piano dei trasformatori.

Viceversa le partenze linee a 70.000 V avverranno da un nuovo locale da costruire adiacente a quello dell'uscita linee a 135.000 V. Il collegamento fra le sbarre e le uscite linee avverrà a mezzo di cavi ad alta tensione.

Il quadro di manovra, coi rispettivi pannelli per gli apparecchi e gli istrumenti di misura e di segnalazione, trova posto in un vasto locale al piano degli interruttori ad alta tensione, ad una estremità dell'attuale edificio; il locale, ad edificio completato, si troverà nella parte mediana di esso.

Il quadro è costituito da un doppio ordine di pannelli, uno verticale e uno a leggio disposti su due semicerchi concentrici. Su un lato minore del locale sono allineati i pannelli verticali della regolazione automatica e degli apparecchi registratori.

Si è anche installato un quadro luminoso automatico riproducente lo schema dei circuiti elettrici e la situazione dei collegamenti esistenti ad ogni istante.

Il quadro pei servizi ausiliari è invece sistemato in un locale sottostante al quadro di manovra e alla quota della sala macchine.

Canale di scarico della centrale.

Si è già accennato come, data la bassa quota a cui avviene lo scarico delle turbine, sia stato necessario per resti-

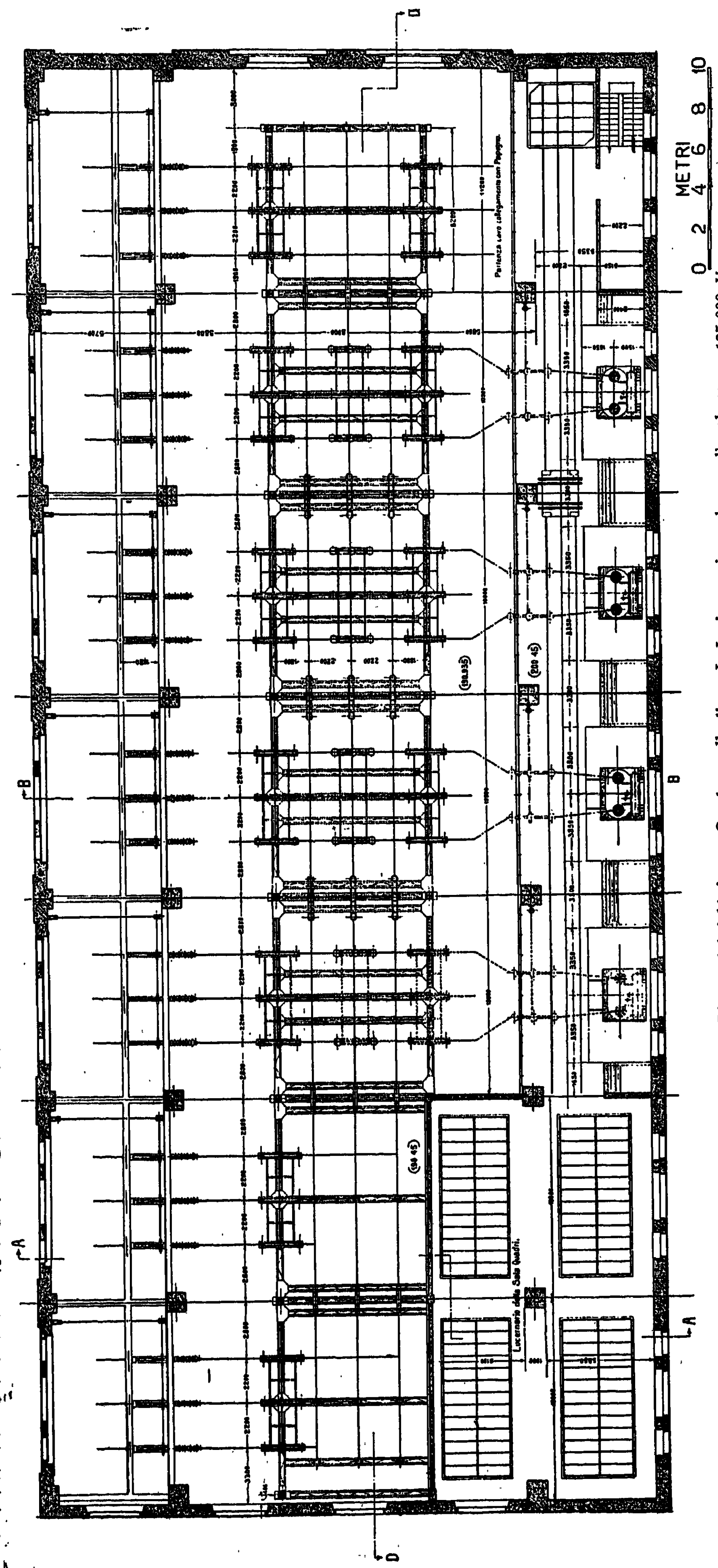


Fig. 126. — Centrale di Galleto - Pianta del fabbricato. Quadro sulla linea L. L. in corrispondenza alle sbarre a 135.000 V.

tuire le acque al Nera costruire un canale in galleria lungo circa 450 metri (figg. 127 e 130).

Le dimensioni della galleria, che ha la nota sagoma policentrica caratteristica delle gallerie ferroviarie, arrivano ad una

larghezza di m 8, salvo nel primo tronco di invito che si raccorda al collettore di scarico della centrale e che è largo metri 9,70 (fig. 129).

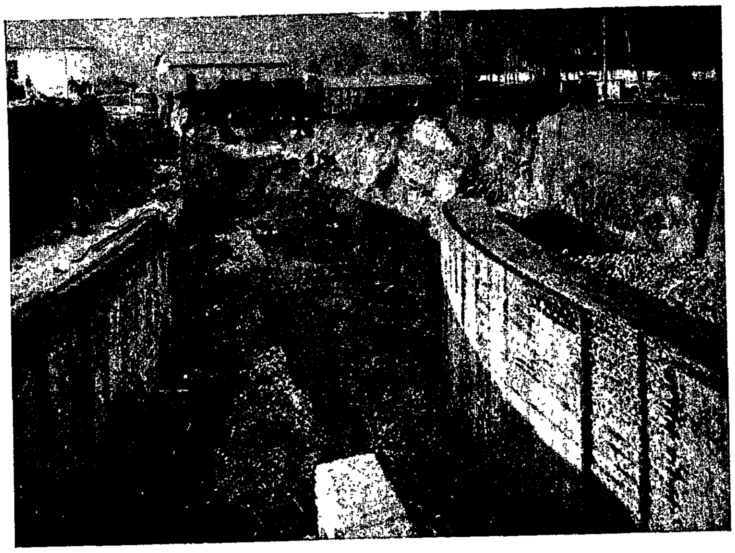


Fig. 127. — Costruzione del canale di scarico.

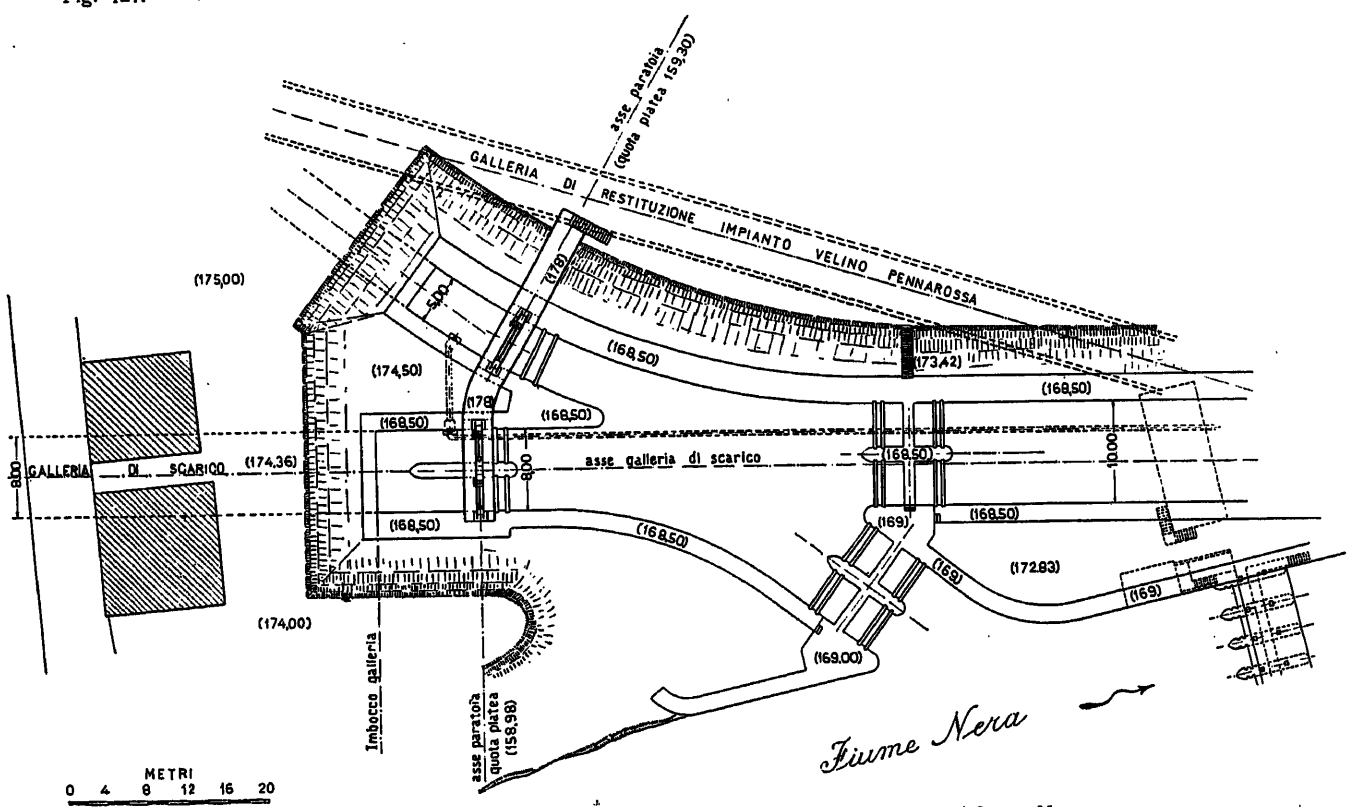


Fig. 128. — Bacino di scarico della centrale di Galleto - Sbocco nel fiume Nera.

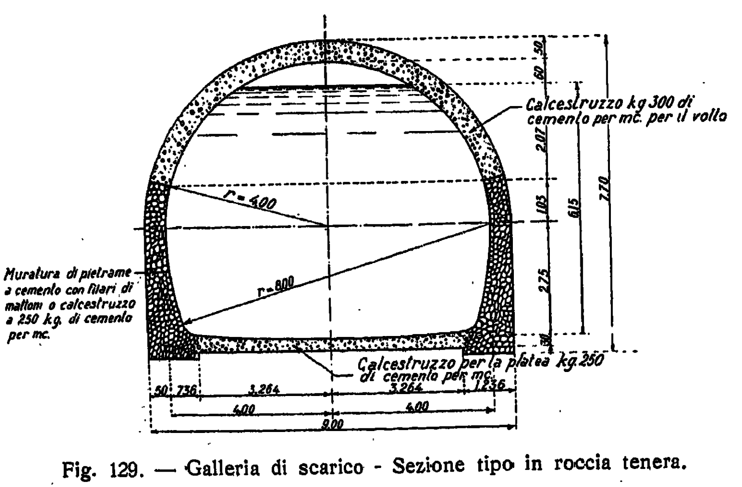


Fig. 129. — Galleria di scarico - Sezione tipo in roccia tenera.

L'andamento planimetrico della galleria è visibile in fig. 67.

Allo sbocco della galleria nel Nera, è stato costruito un complesso di opere reso necessarie dal fatto che nello stesso punto avviene la restituzione delle acque della centrale di Papigno e la presa per la sottostante centrale di Cervara (fig. 122).

La galleria, anzichè immettere direttamente nel Nera,

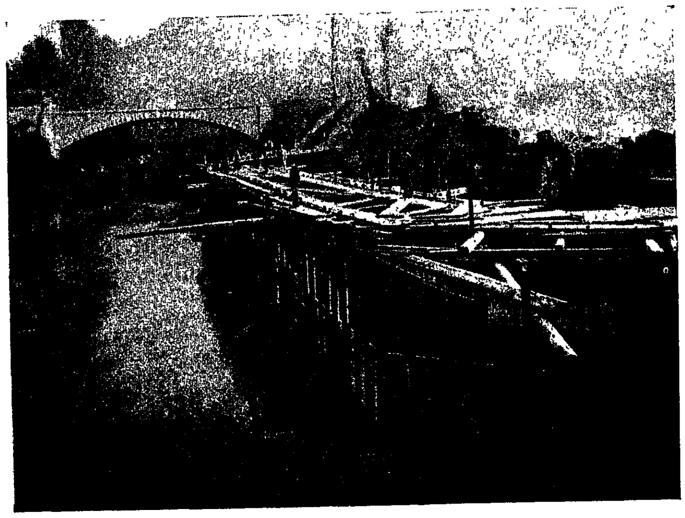


Fig. 130. — Tura sul fiume Nera per la costruzione dello scarico della centrale.

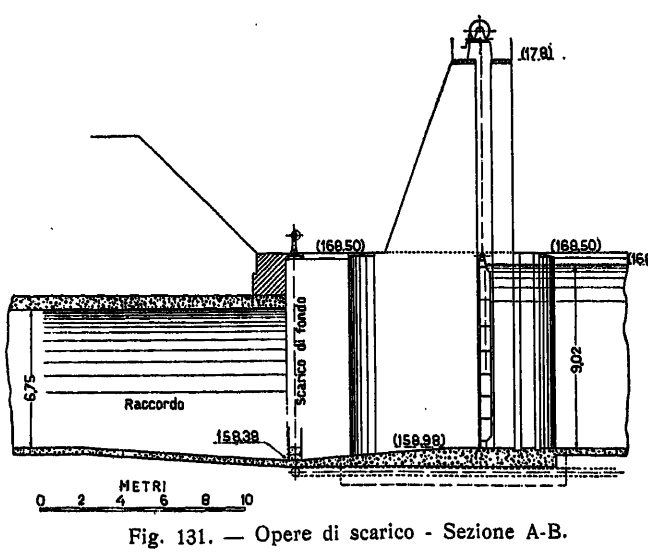


Fig. 131. — Opere di scarico - Sezione A-B.

sbocca in una specie di piccolo bacino costruito in fregio al fiume; nello stesso bacino è stata deviata la estremità della esistente galleria di scarico di Papigno, e vi è anche stato sistemato l'imbocco del canale derivatore per la centrale di Cervara.

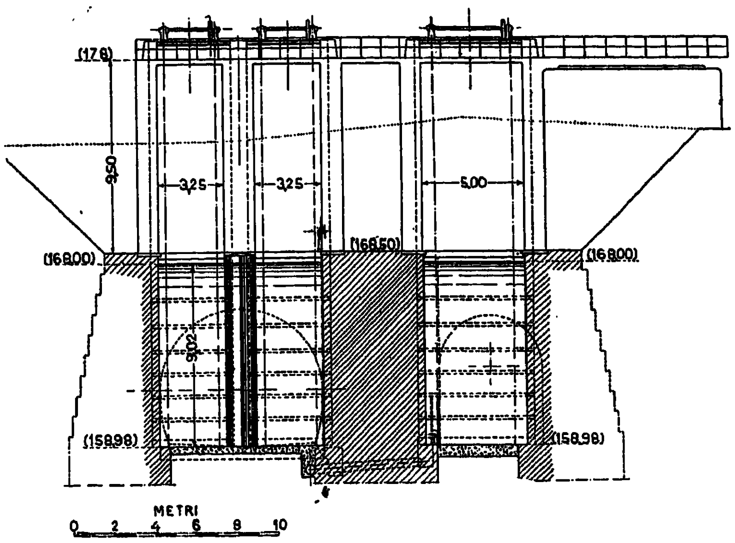


Fig. 132. — Opere di scarico - Vista verso monte delle paratoie dei canali di scarico delle centrali di Galleto e Papigno.

Le acque di scarico delle centrali di Galleto e Papigno possono così essere immesse direttamente nel canale di Cervara oppure, con apposita bocca essere scaricate nel Nera.

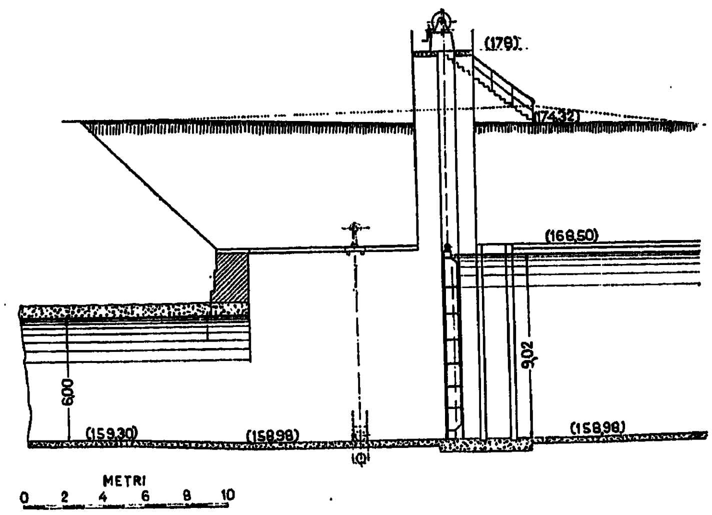


Fig. 133. — Opere di scarico - Sezione E. F.

Lo sbocco della galleria di scarico di Galleto è comandato da due paratoie piane, e quello della galleria di Papigno da una paratoia piana. Inoltre sono stati predisposti dei gargami per installare paratoie o per effettuare ture all'imbocco del canale Cervara e nella bocca di scarico nel Nera (figg. 131, 132, 133). In questo modo è possibile isolare uno qualunque degli impianti quando si dovesse procedere a riparazioni.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimensile che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

XXXVI RIUNIONE ANNUALE

PERUGIA - 9-15 Ottobre 1931

Riassunti di Relazioni e Memorie presentate al Congresso

N. **19.**

CONSIDERAZIONI GENERALI SULLE SOTTOSTAZIONI DI TRASFORMAZIONE ALL'APERTO DEL GRUPPO S. I. P. LA SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE «ALESSANDRO VOLTA» DI CISLAGO

G. Crivellari - A. Dalla Verde.

Parte Prima.

I notevoli incrementi di consumo nell'energia elettrica verificatisi in genere ovunque nel decennio successivo alla guerra, imposero in tale periodo anche al Gruppo S. I.P. un aumento progressivo dei proprî impianti di produzione, trasporto, trasformazione e distribuzione dell'energia elettrica — consigliando, per ragioni economiche, l'adozione delle elevate tensioni di 130 kV per le linee di trasporto dalla Valle d'Aosta a Torino, dalla Valtellina a Cislago, e di 220 kV da Cardano pure a Cislago. Contemporaneamente s'impose un rafforzamento delle reti principali di distribuzione per le quali si adottarono le tensioni di 65 kV per la zona Piemontese e di 45 kV per la zona Lombarda, accompagnando detta sistemazione con la costruzione di molteplici sottostazioni di trasformazione per l'alimentazione delle reti di distribuzione propriamente dette a 30 e 9 kV per il Piemonte e 11 kV per la Lombardia.

Nella costruzione di queste nuove sottostazioni fu data spesso la preferenza al *tipo all'aperto* o ad un tipo misto per l'utilizzazione dell'apparecchiatura esistente, limitando in questi casi la parte all'aperto allo smistamento delle linee primarie.

Nonostante la maggior cura che richiede sia da parte del costruttore che dell'esercente l'apparecchiatura all'aperto rispetto a quella installata in luogo chiuso, motivi di carattere economico, facilità di ampliamenti successivi, e maggior difesa contro le conseguenze degli incendi o degli scoppi consigliano l'adozione del tipo all'aperto. Diversi anni di attività hanno confermato la perfetta regolarità di esercizio delle cabine di questo tipo.

Le sottostazioni all'aperto del Gruppo S. I. P. sono tutte del tipo «elevato; il tipo «piano», è previsto solo per l'ampliamento della parte a 200 kV della sottostazione di Cislago.

I *cavetti* di comando nelle grandi sottostazioni (Stura-Cislago) sono sistemati su tavolette infisse alle pareti di cunicoli praticabili, mentre per le sottostazioni di minore importanza essi sono posati entro cunicoli a fior di terra ricoperti con lastre di cemento o addirittura entro tubi di cemento provvisti di camerette agli incroci od ai cambiamenti di direzione.

In ogni modo la massima cura è stata rivolta alla posa di questi cavetti, per facilitarne l'ispezione e la sostituzione in caso di avaria.

Le intelaiature in genere sono del tipo in ferro a traliccio con tendenza a ridurre l'ingombro per facilitare la visibilità dei circuiti. Si hanno pure cabine in ferri Bates saldati e in cemento armato centrifugato (Chivasso).

Nessuna protezione è stata adottata contro le sovratensioni senza che si avesse ad osservare, per questo, maggiore vulnerabilità alle fulminazioni dei trasformatori e dell'apparecchiatura.

Gli *isolatori* portanti e dei sezionatori sono costituiti da colonne di isolatori in porcellana per lo più del tipo a cappa e perno oppure a colonnina cava.

I *coltelli sezionatori* principali delle più importanti stazioni all'aperto sono del tipo retrattile, mentre l'uso di quelli del tipo a lama e pinza è stato per lo più limitato ai circuiti con piccole intensità di corrente, quali sono quelle che alimentano i trasformatori di tensione.

Le *connessioni* sono in trecce in tubi, usandosi di preferenza le prime per le alte tensioni ove le campate sono più ampie che per le basse tensioni.

La *messa a terra* in genere è unica ed è eseguita con pozzetti sul fondo dei quali sono infissi dei tubi di ferro collegati in parallelo e innaffiabili da apposito robinetto. Le diverse terre sono collegate fra loro con una rete sotterranea in corda di rame che si estende per tutta l'area utilizzata della sottostazione e alla quale in molteplici punti sono collegate le varie parti della sottostazione stessa. Così facendo si sono potuti ottenere delle buone terre anche con terreni particolarmente sfavorevoli.

Parte Seconda.

La sottostazione di trasformazione all'aperto «Alessandro Volta» di Cislago appartenente alla Società Lombarda di Distribuzione di Energia Elettrica (Gruppo S. I. P.) trovasi nei pressi della strada provinciale Milano-Varese a circa 6 km a nord-est di Saronno ed occupa per ora parzialmente una vasta area rettangolare di circa metri 120 × 320.

La sottostazione comprende quattro pareti ben distinte:

1) La sottostazione all'aperto 200/45 kV.

2) La sottostazione all'aperto 130/45 kV.

3) I cunicoli praticabili.

4) Il fabbricato sincroni con officina montaggi e riparazioni, oltre ad altre costruzioni di minore importanza.

La sottostazione ha lo scopo di trasformare alla tensione secondaria comune di 45 kV, l'energia a 200 kV proveniente dall'Isarco e quella a 130 kV proveniente dagli impianti di Brusio, della Valtellina e del Brembo e di smistarla sulle reti di distribuzione della Società Lombarda.

Il macchinario della sottostazione comprende a tutt'oggi:

a) Un gruppo di quattro trasformatori monofasi 200/45/16 kV a tre avvolgimenti per una potenza complessiva secondaria trifase di 75.000 kW (uno dei trasformatori è di riserva).

b) Tre trasformatori trifasi 130/45/6 kV a tre avvolgimenti per una potenza secondaria di 35.000 kVA ciascuno.

c) Due compensatori sincroni da 12.000 kVA ciascuno alla tensione normale di 6 kV.

I *trasformatori monofasi* 200/45/6 kV della Compagnia Generale di Elettricità sono provvisti di radiatori raffreddati oltre che per ventilazione naturale anche per effetto dell'aria soffiatavi da apposito gruppo moto-ventilatore. Essi sono connessi fra loro col primario a stella ed il secondario ed il terziario a triangolo. Il neutro è riportato all'esterno e messo francamente a terra atttraverso un sezionatore. Le potenze in servizio continuo per funzionamento contemporaneo sui tre avvolgimenti sono:

primario	a $\cos\varphi = 1$	20.000 kVA
secondario	» » $= 0,8$	25.000 »
terziario	» » $= 0$	15.000 »

Il peso totale di ciascun trasformatore compreso l'olio è di 128 000 chilogrammi.

I trasformatori trifasi 130/45/6 kV del Tecnomasio Italiano Brown Boveri sono raffreddati mediante circolazione esterna dell'olio in doppio refrigerante verticale ad acqua.

Le connessioni sono a stella per il primario e il secondario e a triangolo per il terziario. Il neutro del primario è riportato all'esterno, ma attualmente non è messo a terra.

Le potenze in servizio continuo per funzionamento contemporaneo sui tre avvolgimenti sono:

primario	a $\cos\varphi = 1$	32.000 kVA
secondario	» » $= 0,82$ . . .	35.000 »
terziario	» » $= 0$	12.000 »

Il peso totale di ciascun trasformatore compreso l'olio è di circa kg 130 000.

I due compensatori sincroni del Tecnomasio Italiano Brown Boveri hanno ciascuno le seguenti caratteristiche principali:

Numero giri	750
Potenza capacitiva	12 000 kVA
Potenza reattiva	7000 + 6500 »
Tensione	5900 ± 2 % V

L'avviamento avviene mediante motore asincrono sincronizzato della potenza temporanea nominale di 500 kW a 500 V. L'eccitatrice è provvista di eccitatrice ausiliaria.

I canali dell'aria fredda e calda sono provvisti di porte girevoli a farfalla che in caso d'incendio del sincrono si chiudono, mentre contemporaneamente nell'interno dello spazio occupato dal sincrono viene immessa dell'anidride carbonica (sistema Siebermann), che estingue rapidamente l'incendio stesso.

Da quanto esposto risulta quindi che la sottostazione ha una *potenza di trasformazione attuale di* 180 000 *kVA;* però la disposizione delle strutture in ferro è studiata in modo da permettere il raddoppio del gruppo 200/45 kV e l'aggiunta di altri due trasformatori da 35 000 kVA 130/45 kV per giungere così ad una potenzialità massima di 325 000 kVA.

Il fabbricato dei sincroni è attualmente costruito per ospitare un terzo compensatore ed è facilmente ampliabile.

Tra la sottostazione all'aperto 200/45 kV e quella 130/45 kV è prevista pure la possibilità di installare un gruppo di trasformazione 200/130 kV.

Le *linee primarie in arrivo* attualmente sono le seguenti:

a) Una terna a 200 kV dall'Isarco.

b) Tre terne a 130 kV dalle centrali di Brusio, Valtellina e Alto Brembo.

Lo spazio per le strutture è però previsto per permettere l'arrivo di altre terne a 200 kV ed a 130 kV.

In ogni modo la struttura all'aperto permette con molta facilità tutti gli adattamenti necessari per soddisfare alle esigenze future.

Le *linee secondarie uscenti* a 45 kV sono attualmente nove delle quali tre per Castellanza (baricentro della zona servita) con due terne in parallelo di 105 mm².

Le strutture in ferro dei pannelli a 45 kV del gruppo 200/45 kV sono attualmente distinte da quelle del gruppo 135/45 kV però ad amplimento completo è previsto il loro congiungimento per formare un fronte unico capace di venti linee uscenti a 45 kV.

Lo *schema dei circuiti* all'esterno comprende attualmente sul primario del 200 kV il solo montante della linea in arrivo (senza sbarre) ed il relativo interruttore (del laboratorio elettr. Magrini) e nel secondario due sbarre omnibus che si collegano alle due sbarre omnibus superiori delle quattro esistenti sui circuiti secondari della sottostazione 130/45/6 kV.

Sul primario a 130 kV si hanno due sbarre omnibus di smistamento sezionabili in due tronchi.

Un interruttore di parallelo sulle sbarre omnibus a 130 kV, e due commutabili sulle sbarre omnibus a 45 kV permettono di eseguire tutte le manovre richieste dall'esercizio.

Le sbarre omnibus primarie a 130 kV sono provviste di trasformatori di tensione trifasi a 4 nuclei per la messa a terra delle cariche statiche ed i cui secondari sono utilizzati per le manovre di sincronizzazione.

Sul 200 kV la sincronizzazione è segnalata dai circuiti secondari derivati dalle armature dei passanti a condensatore dell'interruttore a 200 kV.

Sul 45 kV invece ogni interruttore di parallelo è provvisto di due trasformatori monofasi di tensione.

La sottostazione è provvista di tre *cunicoli* praticabili dei quali uno centrale per la posa dei cavi terziari e due laterali correnti sulle fronti a 130 e 45 per i cavetti di misura e segnalazione e comando delle apparecchiature rispettive a 130 e 45 kV.

L'interruttore a 200 kV ha le capacità di rottura di 1 750 000 kVA e quello sul relativo secondario a 45 kV (costruito dal Tecnomasio Italiano Brown Boveri) ha una capacità di rottura di 950 000 kVA.

Gli interruttori della sottostazione 130/45 kV pure del Tecnomasio Italiano Brown Boveri hanno le capacità di 1 250 000 e 500 000 kVA rispettivamente per i due tipi da 130 e da 45 kV.

Il comando dell'interruttore a 200 kV è a solenoide e a motore tutti gli altri.

Le *sbarre omnibus* sono in corda rame sul 130 e sul 45 kV, mentre i montanti delle linee e dei trasformatori sono in corda per il 130 kV, e in tubo per il 45 kV.

Le connessioni sui 200 kV sono pure in tubo rame per permettere facilmente la sostituzione di un qualsiasi trasformatore avariato con quello libero di riserva.

Gli *isolatori* e i *sezionatori* sono dei tipi a cappa e perno già indicati nella prima parte. Essi vennero forniti dalla I. F. I. (Impresa Forniture Industriali).

Le *strutture in ferro* sono tutte del tipo a traliccio chiodate con pali a sezione quadrata di varie sezioni.

I pesi delle strutture in ferro risultarono i seguenti:

Sottostazione		Peso Kg.	Area occup. m²	Peso Kg/m²
200/45 kV		79700	1562	5,1
130/45	130 kV ...	102000	4316	2,4
	45 kV ...	138000	1891	7,9
200/45 + 130/45 kV.		319700	7769	4,1

La *messa a terra* è unica (salvo quanto in appresso) ed è costituita da un sistema a 14 pozzetti come già descritti, distribuiti su tutta l'area e collegati fra loro da una vasta rete sotterranea a maglie chiuse in corda rame da 105 mm². Alla rete stessa sono collegati pure i tubi in ferro dei pozzi artesiani.

La messa a terra del neutro del 200 kV, (che finora era separata dalle altre) è invece costituita da un grosso tubo in ferro infisso nel fondo del pozzo di scarico dell'acqua di raffreddamento dei trasformatori.

In questi giorni anche questa messa a terra del neutro venne unita a tutte le altre.

L'*approvvigionamento dell'acqua* è assicurato da due pozzi d'acqua con complessivamente tre pompe ad asse verticale della portata di 1800 litri al minuto primo ciascuna.

Un serbatoio in cemento armato della capacità di 125 m³ mantenuto sempre sfiorante assicura la uniformità della pressione e continuità dell'approvvigionamento per la durata di un'ora in caso di arresto completo delle pompe.

L'acqua di scarico dei refrigeranti viene convogliata in un unico pozzo perdente.

Le *comunicazioni telefoniche* sono assicurate da numerose linee di servizio a filo e con la centrale Cicogna di Cardano (Isarco) sia con una linea omnibus a filo, sia col sistema Telefunken ad onde convogliate.

Il *costo* complessivo delle varie parti della sottostazione, espresso in forma percentuale, risulta il seguente:

Terreno	2,25
Fabbricato ed opere civili ed idrauliche	15,15
Intelaiatura, fondazioni per trasformatori e apparecchiatura cunicoli, binari	7,60
Macchinario elettrico principale	37,40
Apparecchiatura elettrica per l'esterno	26,60
» » » l'interno	3,80
Cavi cavetti	3,—
Macchinario diverso, grue, pompe, ecc.	4,20
Totale	100,—

I lavori della sottostazione furono iniziati nei primi del 1926; nell'agosto 1927 entrò in servizio il primo trasformatore da 35000 kVA 129/45/6 kV. Il gruppo 200/45/6 kV entrò invece regolarmente in servizio il maggio 1930.

N. 28.

LE APPARECCHIATURE BLINDATE NELLE SOTTOSTAZIONI

F. Bonati.

L'impiego delle apparecchiature blindate adoperate normalmente in Inghilterra cominciano ad estendersi anche in Germania, in Francia e negli Stati Uniti per non citare che i paesi dove fino a poco tempo fa l'apparecchiatura era di esclusivo dominio.

L'apparecchiatura blindata può essere esaminata sotto diversi punti di vista. Dal lato sentimentale per la sicurezza degli operai già sufficentemente è stato scritto; altre prerogative possono vedersi nella compattezza della costruzione e nella economia dell'impianto considerato nel suo complesso.

I tipi principali delle apparecchiature blindate sono a ritiro orizzontale ed a ritiro verticale, la differenza fra i due sistemi non è però fondamentale. La riunione di diversi pannelli costituisce facilmente un quadro completo.

Con le apparecchiature blindate i sistemi di sbarre possono essere al massimo due: l'inserzione sopra l'uno o l'altro sistema può avvenire anche, con un particolare dispositivo, ad interruttore chiuso.

Nel caso di sezionamento con coltelli in aria un dispositivi meccanico di blocco impedisce la manovra dei coltelli quando l'interruttore è chiuso.

L'importanza del sistema di apparecchiature nel progetto di una sottostazione è essenziale, più ancora che nel caso di centrali; nelle sottostazioni l'apparecchiatura blindata presenta particolari vantaggi perchè permette di ridurre la parte fabbricata alla più semplice espressione.

Questa possibilità influisce favorevolmente nel fissare la località dove la sottostazione può venire eretta in quanto esistono minori soggezioni ed il costo del terreno ha un'importanza più limitata.

Il montaggio dell'apparecchiatura blindata è molto più semplice che non il montaggio di una apparecchiatura cellulare, questa particolarità ha influenza non soltanto sulla economia della costruzione, ma anche sulla sicurezza del complesso.

E' evidente infatti che tanto maggiore è il lavoro in officina in confronto del lavoro a piè d'opera, tanto inferiore è il costo del totale; inoltre i mezzi di sorveglianza e di collaudo di cui è possibile disporre in officina sono certamente superiori a quelli di cui si dispone a piè d'opera.

L'apparecchiatura blindata presenta nella costruzione particolari caratteristiche che richiedono un'officina bene attrezzata ed una sorveglianza accurata.

I costruttori di queste apparecchiature saranno quindi certamente, anche se esse continueranno ad estendere l'attuale promettente sviluppo, in numero inferiore di quelli che possono dedicarsi alle apparecchiature aperte.

Importanti studi furono fatti in America nel 1929 sui vantaggi economici di questi sistemi, ed in questi studi si è tutto considerato dalla spesa necessaria al progetto della sottostazione fino alle più minute spese di manutenzione.

Il risultato di queste indagini è stato nettamente favorevole alla apparecchiatura blindata e da allora questo sistema si è sempre maggiormente diffuso in America.

Le sottostazioni con apparecchiature blindate presentano particolari caratteristiche di semplicità. A partire dal semplice pannello di derivazione analogo nella sua funzione alle cabine da palo, fino a sottostazioni di una certa capacità la serie degli esempi può essere numerosa.

Presenta particolare interesse per la novità l'esame delle nuove sottostazioni create a Londra sull'anello in cavo 66.000 volt intorno alla città.

Le cabine di questa anello costruite con apparecchiature blindate hanno presentato particolari difficoltà risolte con opportuni dispositivi meccanici ed elettrici.

Allo studio sono pure cabine blindate a 132.000 volt per la nuova rete ad alta tensione progettata in Inghilterra per il collegamento dei diversi impianti fino ad ora autonomi.

Certo il momento economico non invoglia audaci novità da noi in questo campo. Ma l'esempio delle altre Nazioni crediamo non mancherà di influire anche in Italia e la ripresa di lavoro da tutti auspicata certamente permetterà una maggiore attenzione dei nostri tecnici verso questi sistemi.

N. 33.

MATERIALI METALLICI RESISTENTI ALLA RUGGINE.

R. B. Dupuis.

E' noto che i danni provocati dalla corrosione sono enormi e che la manutenzione protettiva delle costruzioni metalliche, specie di quelle esposte alle intemperie, richiede cure continue e spese non indifferenti.

Gli effetti nocivi della corrosione disgraziatamente non si limitano alla superficie, ma si fanno sentire anche nell'interno dei pezzi metallici.

Studi recenti hanno provato che il limite di resistenza alla fatica di un materiale, sottoposto alle prove in ambiente leggermente corrosivo, viene notevolmente abbassato, e, che il valore di tale abbassamento può essere utilizzato come misura della degradazione provocata dalla corrosione.

La lotta contro la corrosione è quindi un problema di capitale importanza per tutta l'economia mondiale e le Nazioni più progredite hanno fondato numerosi centri di studio e di ricerca specializzati unicamente a questo scopo.

Tutti i vari sistemi finora escogitati per la protezione dei materiali metallici possono dividersi in due grandi categorie:

1°) Protezione dall'esterno a mezzo di vernici, depositi metallici, trasformazioni chimiche superficiali, ecc.

2°) Protezione dall'interno introducendo in lega elementi speciali capaci di conferire al metallo una maggior resistenza alla corrosione.

L'A. dopo aver passato sommariamente in rassegna i diversi sistemi della prima categoria, e cioè: la verniciatura, l'ossidazione superficiale, la «Parkerizzazione», la «Bonderizzazione» la zincatura, la cadmiatura, ecc., tratta dei metalli e delle leghe che presentano una più o meno grande resistenza alla corrosione, come il ferro elettrolitico, il ferro Armco, gli acciai al rame, i diversi tipi di acciai inossidabili al cromo ed al cromo nickel, nonchè le leghe a base di nickel-rame e rame-silicio-manganese, illustrando con fotografie le applicazioni elettrotecniche sin qui fatte.

Termina la memoria auspicando al nostro Paese, ricco di energia elettrica e di mano d'opera, lo sviluppo di una attrezzatura metallurgica non di quantità ma di qualità, allo scopo di renderci, possibilmente, indipendenti dalla importazione estera di prodotti speciali finiti.

N. 39.

LA REFRIGERAZIONE DEI TRASFORMATORI

G. Panbianco.

La refrigerazione dei trasformatori di grande potenza si può fare in due modi distinti:

1) Refrigerazione naturale con circolazione automatica dell'olio.

2) Refrigerazione con circolazione dell'olio a mezzo di pompa attraverso dispositivi refrigeranti,

Data la grande quantità di calore da asportare non sono sufficienti per irradiarla le sole pareti del trasformatore come avviene nelle piccole unità e si deve ricorrere a speciali radiatori applicati attorno alla cassa.

In molti casi per semplificare il montaggio dei radiatori questi vengono riuniti in batterie congiunte con la cassa a mezzo di tubazioni di raccordo.

Il numero dei radiatori si può diminuire di molto applicando un ventilatore che soffia dell'aria attorno ai tubi che compongono i radiatori.

La circolazione dell'olio deve essere abbastanza attiva ed in molti casi viene migliorata con l'impiego di una pompa di circolazione d'olio.

La Brown Boveri ha eseguito numerose prove per determinare nel modo più conveniente le dimensioni, la forma e la disposizione dei radiatori sia col raffreddamento naturale sia col raffreddamento ad aria forzata ed in quest'ultimo sistema tanto con ventilazione verticale che con quella orizzontale o trasversale.

Nella comunicazione viene descritto dettagliatamente un impianto di prova per ventilazione verticale e si sono indicate le prove da eseguirsi. Da dette prove si può determinare la forma di tubo e la sezione. Si deduce pure che passando dal raffreddamento naturale a quella ad aria forzata si aumenta la potenza del radiatore dal 50 al 250 per cento e cioè un radiatore a ventilazione forzata ha lo stesso effetto di un radiatore di superficie circa tripla a ventilazione naturale.

Si è rilevato pure l'altezza di immersione più favorevole dell'ugello nell'interno del radiatore nonchè la forma e sezione degli ugelli stessi.

Aumentando la quantità di aria soffiata nell'unità di tempo si migliora l'effetto del radiatore, ma questo solo fino ad un certo limite oltre il quale aumentando di molto la quantità d'aria il miglioramento ottenuto è trascurabile.

In generale la ventilazione ad aria soffiata si fa nel senso verticale, ma ci sono dei casi in cui conviene fare la ventilazione trasversale, per esempio, quando si vuole migliorare la refrigerazione di un trasformatore esistente costruito per raffreddamento naturale, allo scopo di ottenere un certo aumento di potenza.

In molte applicazioni, i radiatori vengono divisi in diverse batterie in modo da poterne isolare una qualunque durante l'esercizio per l'eventuale pulizia o riparazione.

Quando lo spazio per installare il trasformatore è limitato e si ha a disposizione dell'acqua in discreta quantità conviene adottare dei trasformatori con circolazione d'olio e raffreddamento esterno ad acqua. Per questo scopo si adoperano dei refrigeranti speciali a tubi in cui l'acqua circola nell'interno dei tubi mentre l'olio ne lambisce la parte esterna.

Nella costruzione di questi refrigeranti bisogna usare la massima cura per evitare la mescolanza dell'olio con l'acqua, in ogni caso si evita che l'eventuale miscela di acqua ed olio possa giungere nel trasformatore tenendo la pressione dell'olio superiore a quella dell'acqua. Anche con questo sistema di raffreddamento per le grandi unità si applicano due refrigeranti in parallelo in modo da poterne isolare uno per eventuale pulizia o riparazione; bisognerà durante quest'esercizio anormale ridurre di poco il carico del trasformatore.

Il consumo dell'acqua nei refrigeranti è di circa un litro al 1' per ogni kW di perdita del trasformatore avendo a disposizione acqua limpida alla temperatura di 15° C.

La pompa dell'olio deve fare circolare invece circa 6 litri di olio al 1' per ogni kW di perdita del trasformatore.

I refrigeranti possono essere addossati direttamente al cassone oppure essere montati separatamente dal trasformatore.

L'olio di riempimento costituisce una parte importantissima nei trasformatori ed occorre usare la massima cura nella sua scelta. Si devono adoperare solamente oli minerali con alto punto d'infiammabilità, basso punto di congelamento, bassa viscosità ed alta resistenza dielettrica; l'olio deve pure essere assolutamente esente da acidi. Le caratteristiche sopra indicate non devono variare entro i limiti di temperatura ai quali il trasformatore può essere sottoposto.

L'olio non deve formare impurità che lascino depositi sugli isolanti e sui pezzi metallici. Prima di essere adoperato deve essere accuratamente essiccato in modo da essere praticamente esente da umidità.

N. 41.

I FENOMENI TRANSITORI NEI TRASFORMATORI IN RELAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLE LINEE E RETI

F. NERI.

I fenomeni transitori che possono presentarsi e manifestarsi nei riguardi dei trasformatori durante il pratico esercizio sono molteplici e di diverso caratere; alcuni facilmente identificabili e che, non sfuggendo ad una osservazione grossolana, sono ben noti da tempo nelle loro linee generali; altri viceversa più sottili, che si manifestano agli effetti, ma le cui cause, ancorchè conosciute nella loro natura, non sono semplicemente analizzabili nè, probabilmente, classificabili se non con criteri di carattere statistico.

Appartengono, fra gli altri, alla prima categoria quei fenomeni di inserzione la cui parte diremo così macroscopica, è facilmente osservabile anche con mezzi estremamente modesti d'indagine e che si manifestano con un assorbimento talvolta anormale di corrente all'atto della messa in tensione.

La presenza del materiale ferromagnetico costituente il nucleo e le ben note proprietà che caratterizzano tali materiali nei riguardi elettromagnetici, rendono facilmente conto della entità del fenomeno e del suo decorso nel tempo dal punto di vista qualitativo; una esatta valutazione analitica degli elementi che concorrono a definirlo istante per istante, è peraltro ancor oggi impossibile, atteso il carattere particolare ed estremamente complesso che assumono i fenomeni di magnetizzazione ciclica sino a quando una condizione di simmetria non sia raggiunta.

Le conseguenze di fenomeni del genere sono molteplici nei riguardi pratici; alcune, dirette, hanno riferimento agli effetti elettrodinamici e termici che essi sono suscettibili di provocare; altre, indirette, possono sostanzialmente compendiarsi nella creazione di armoniche di ordine pari e dispari nei flussi e quindi nelle tensioni, con tutti i pericoli che dalla loro presenza possono scaturire nei riguardi delle condutture allacciate al trasformatore.

Da un certo punto di vista e nei riguardi di alcuni di tali effetti, il comportamento di un trasformatore, sia esso monofase o trifase, in regime transitorio, può ritenersi caratterizzato dalla esaltazione di fenomeni particolari di cui il trasformatore stesso è già sede in regime permanente; la sommaria descrizione dei quali, necessaria ad evitare richiami troppo frequenti e delucidazioni che possono essere più logicamente premesse, è oggetto la prima parte della nota.

Così riguardato un trasformatore in regime transitorio può considerarsi come un generatore di perturbazioni che possono agire sulle altre membrature costituenti il complesso del quale il trasformatore stesso fa parte; ma già all'atto della inserzione, ove la indagine si affini, e prima ancora che i fenomeni ai quali si è accennato, grossolani atteso il loro lento decorso nel tempo, si siano manifestati in modo apprezzabile, l'avvolgimento del trasformatore è stato sede (e da questo punto di vista esso può considerarsi come un ricevitore), di altri fenomeni di gran lunga più sottili e complicati che si manifestano nella loro forma più pericolosa proprio quando il fenomeno macroscopico non si presenta in modo apprezzabile, e che hanno riferimento al problema più vasto della propagazione e della distribuzione delle tensioni e delle correnti lungo l'avvolgimento stesso.

Di alcuni orientamenti attuali e di alcune semplici possibilità di indagine nei riguardi delle modalità con le quali l'una e l'altra si manifestano dà conto la terza parte della nota. I criteri direttivi seguibili dal punto di vista sperimentale sono, in questo campo, sostanzialmente due. Si può riprodurre o tentare di riprodurre il fenomeno « causa » con le stesse caratteristiche che esso probabilmente ha nella realtà e studiare direttamente l'effetto globale che questo produce nei singoli punti dell'avvolgimento, ovvero pensare la causa stessa come una somma di cause elementari e concepire in conseguenza l'effetto globale a sua volta come somma di « effetti elementari » che da quelle sono direttamente provocati.

Il primo criterio, ancorchè suscettibile di fornire dati senza dubbio preziosi di controllo, non può ritenersi un mezzo d'indagine atto a chiarire le intime modalità del fenomtno nè a condurre a metodi semplici che permettano una schematizzazione del complesso circuito od una sua pratica individuazione mediante un numero limitato di parametri rintracciabili con esperienze di tipo semplice. A ciò sembra assai più indicato il secondo criterio ove si intenda la causa scindibile in fenomeni elementari di tipo sinusoidale, facilmente ottenibili e studiabili con relativa semplicità.

Seguendo questa linea sono state condotte delle esperienze sistematiche su di un piccolo trasformatore trifase in aria e queste hanno chiaramente mostrato che, almeno in tal caso (e le conclusioni non sono ovviamente estrapolabili), le assimilazioni che normalmente si fanno per lo studio analitico della questione non sono che assai imperfette; è con ogni probabilità l'induzione mutua, che certamente si manifesta tra i singoli elementi del circuito, giuocando in misura notevole almeno entro una certa gamma di frequenze e che non è portata in conto in quelle semplici assimilazioni, il parametro che, complicazioni analitiche a parte, dovrà essere preso in considerazione nelle schematizzazioni più complete, per addivenire alle quali ricerche sistematiche dovranno essere condotte su trasformatori di tipo e potenza diversi.

Naturalmente l'indagine sperimentale non potrà all'atto pratico spingersi oltre i limiti consentiti dalle modalità costruttive e dovrà di necessità limitarsi a constatare ciò che avvenga nei punti più facilmente accessibili, almeno in un primo tempo; ed ottenutosi un primo inquadramento del problema, una prima schematizzazione plausibile del complesso, compito successivo potrà essere quello di indagare più a fondo, circoscrivendo maggiormente il campo della ricerca, e vedere da quali fenomeni elementari più o meno complessi che hanno sede nell'interno di ogni singolo elemento, quella schematizzazione globale possa ritenersi generata. Indagine senza dubbio complicata ed irta di difficoltà e che nulla vieta, naturalmente, che possa precedere od essere contemporanea all'altra nell'ordine logico delle operazioni, ma che appare indispensabile se ci si vorrà rendere compiuta ragione delle intime modalità dei fenomeni e trarre ad un tempo dalle prove di laboratorio tutto ciò che esse possono dare nel campo della pratica di esercizio.

N. 45.

LE STAZIONI DI CONVERSIONE DELLA FREQUENZA NELLA TRAZIONE ELETTRICA

G. Musso.

La rete italiana elettrificata col sistema trifase a 3700 volt, $16 \div 17$ periodi, che rappresenta circa l'83 % dello attuale sviluppo totale della rete elettrica, e sulla quale si svolge circa il 90 % del relativo traffico elettrico complessivo, è alimentata da fonti idrauliche proprie, da fonti idrauliche di Società private, per mezzo di stazioni di conversione proprie e private, oltre che da alcune fonti di riserva termica.

Gli impianti di conversione, compresi quelli composti di gruppi accoppiati a turbine idrauliche, rappresentano oggi una potenza installata pari a circa il 40 % della potenza totale installata per la fornitura di energia occorrente alla rete trifase suddetta.

L'Amministrazione italiana ha per la prima impiegato gruppi di conversione per l'alimentazione delle proprie linee: l'impianto dei tre gruppi asincrono-sincrono di Bardonecchia risale al 1910-1911; e, quantunque eseguito con caratere di provvisorietà (per anticipare l'inizio dell'esercizio elettrico della linea del Cenisio), si deve all'esperienza acquistata per mezzo di esso, se la conversione ha acquistato la diffusione messa sopra in evidenza. Lo stesso impianto merita ancora di essere citato per la applicazione, ivi effettuata per la prima volta, di una macchina a collettore in serie colla macchina asincrona, per la regolazione della velocità dei gruppi ferroviari; il che, pur con altri scopi, torna a effettuarsi oggi, anche in notevole misura, su reti ferroviarie estere, come sulla rete italiana.

Le ragioni per cui le stazioni di conversione della frequenza hanno acquistato notevole diffusione come mezzo di alimentazione della rete italiana si possono brevemente riassumere come segue: 1) Rapidità d'impianto, che permette di seguire lo sviluppo dei lavori di elettrificazione delle linee di trazione, di loro natura abbastanza rapidi, mentre si può procedere, con sollecitudine, ma con maggior calma, alla costruzione degli impianti idroelettrici di produzione opportuni; 2) Economia d'impianto, sempre in confronto con impianti idroelettrici (e termoelettrici) di potenza analoga; 3) Relativa maggiore semplicità di impianto (accessori e servizi ausiliari meno importanti, manutenzione minore, ecc.) e quindi anche economia di esercizio, quantunque alle volte sia necessario eseguire delle linee di allacciamento con le fonti di alimentazione; 4) Possibilità di situare le stazioni di conversione nei punti ritenuti più adatti rispetto alla rete utilizzatrice, secondo i criteri più varii, e in particolare, per quanto riguarda l'Amministrazione Italiana, secondo il criterio di distribuire le fonti sulla intera rete elettrificata, e di eseguire la distribuzione della energia alle zone di trazione, mediante una rete a maglie chiuse; 5) Facilità di eseguire gli allacciamenti con gli impianti di produzione servendosi delle linee industriali attraversanti la località dove dovrà essere situata la stazione di conversione e quindi anche minor costo delle linee di connessione; 6) Possibilità di eseguire allacciamenti diversi per garantire la continuità del servizio, mediante collegamenti di riserva [1]; 7) Maggior sicurezza nell'alimentazione, in conseguenza dei punti 5),6) precedenti; 8) Possibilità di eseguire travasi stagionali con quelle stazioni che potendo venire allacciate (v. punti 5), 6) precedenti) con zone di produzione a caratteristiche idriche complementari possono attingere energia dall'una all'altra zona, a seconda dei bisogni della rete ferroviaria. Inoltre tali travasi stagionali possono venire effettuati, sempre in virtù della pluralità dei collegamenti possibili, dalla stazione di conversione più adatta (e cioè più vicina) alla zona che richiede tale sussidio; 9) possibilità di meglio sfruttare le fonti idrauliche industriali e ferroviarie, alternando fra esse nel modo migliore il servizio di fornitura.

L'applicazione di stazioni di conversione a una rete ferroviaria non esclude, però, la presenza di fonti di produzione diretta, che possono risultare molto opportune sia come riserva che come integrazione, specialmente nel caso in cui la rete ferroviaria sia molto estesa ed interessi delle regioni con caratteristiche idriche complementari a quelle delle fonti di alimentazione delle stazioni di conversione.

Può anche risultare opportuno che alcune fonti di produzione diretta siano possedute dall'Amministrazione esercente, per non lasciare all'industria privata tutto l'onere del servizio, ma renderlo in tal modo per quanto possibile elastico e sicuro.

Per quanto riguarda la costituzione dei gruppi di conversione il tipo che si è diffuso sulla rete italiana è quello composto di una macchina asincrona e di un alternatore, in virtù della maggiore adattabilità alle varianti di frequenza delle linee di trazione, che il tipo sincrono-sincrono non potrebbe sopportare senza uscire di passo, se non nel caso in cui la potenza fosse paragonabile a quella della rete di trazione (o di alimentazione) (v. ad esempio i gruppi «sincroni» americani da $40.000 \div 50.000$ kVA).

Questo pregio della adattabilità ha fatto preferire il tipo «asincrono», non ostante il rendimento minore, specialmente quando si debba provvedere ad una regolazione reostatica della potenza passante.

D'altra parte questo tipo consente di essere agevolmente trasformato in un efficace ed utile mezzo di «interconnessione» fra reti diverse, mediante l'adozione di dispositivi di regolazione basati sull'impiego di macchine a collettore, da inserire nel rotore della macchina asincrona.

Il concetto di interconnessione implica il concetto fondamentale dello scambio e della ripartizione dei carichi fra le varie centrali che si vogliono connettere in parallelo appunto allo scopo del miglior sfruttamento delle risorse idriche di una grande regione.

In pratica il problema si presenta pieno di difficoltà appunto in dipendenza della estensione e della complicazione delle reti interconnesse, che richiedono una regolazione della tensione in relazione all'alimentazione delle proprie zone d'influenza, mentre gli scambi di energia devono potersi effettuare (in ogni senso) in modo indipendente dalla suddetta regolazione.

Questa necessità conduce all'adozione di mezzi speciali per allacciare fra loro reti in modo che si possono soddisfare le suddette esigenze della interconnessione, e cioè la ripartizione dei carichi e le dovute regolarità della fornitura.

D'altra parte si richiede che tali mezzi, almeno entro certi limiti, siano indipendenti dalle variazioni di frequenza delle reti; giacchè, principalmente a causa della diversa sensibilità dei regolatori dei motori primi, e della curvatura più o meno accentuata delle caratteristiche meccaniche di questi ultimi, ad una variazione della frequenza può corrispondere una distribuzione dei carichi del tutto diversa da quella realizzata prima della variazione di frequenza.

Quando si debbano effettuare degli scambi fra reti a frequenze diverse, si può ottenere di risolvere nel modo migliore il problema della interconnessione, munendo gli ordinari gruppi convertitori asincroni, dei dispositivi di regolazione in cascata più sopra accennati, che ne trasformano l'originario funzionamento in funzionamento «elastico».

Di fatto, poi, i gruppi di conversione elastica hanno ricevuto notevoli applicazioni, giacchè si vanno diffondendo non solo per l'alimentazione di linee di trazione, ma anche per l'allacciamento fra reti industriali a frequenza diversa [2].

Le possibilità di funzionamento offerte da gruppi convertitori elastici del genere sono le seguenti:

1) Indipendenza dalle variazioni della frequenza sulle due reti collegate, entro certi limiti, che si possono aggirare anche, secondo la potenza dei gruppi, sul $6 \div 10$ %.

2) Nell'ambito del suddetto campo di variazione delle frequenze, si può avere un funzionamento a potenza costante ossia il gruppo può trasmettere energia, nei due sensi, con un valore costante, registrabile a volontà fra vuoto e pieno carico; oppure può trasmettere potenza secondo un'altra legge qualunque, che in particolare può essere una dipendenza da una delle due frequenze.

Nel caso dei convertitori ferroviari si fa dipendere questo se-

(1) Nelle località dove si hanno diverse frequenze industriali, in genere i 42 e i 50 periodi, l'Amministrazione ha previsto i suoi gruppi in modo da poterli alimentare con l'una o con l'altra frequenza. Ciò si ottiene a mezzo del cambiamento del numero dei poli della macchina asincrona, che viene progettata o con due avvolgimenti commutabili, o con un avvolgimento di cui si può cambiare la polarità rapidamente, a mezzo di commutatori, o più lentamente, rifacendo alcune delle connessioni frontali.

(2) Tali mezzi si possono evidentemente impiegare anche per connettere due reti alla stessa frequenza: il problema in tale caso assume un aspetto essenzialmente di convenienza economica, in confronto con altre possibili soluzioni.

condo funzionamento dalla frequenza ferroviaria, con legge di proporzionalità inversa. Il coefficiente di proporzionalità (staticità del gruppo), come anche la velocità « a vuoto » del gruppo, sono registrabili a volontà entro certi limiti da stabilire a priori.

3) Durante i funzionamenti di cui sopra, è anche possibile regolare automaticamente la potenza reattiva assorbita ed erogata dalla macchina a frequenza industriale, ed in particolare nel funzionamento come motore il suo fattore di potenza viene reso pari a uno; durante i periodi di disponibilità ciascuna macchina può eseguire sulla propria rete un utile servizio di rifasamento.

Nella comunicazione vengono esposti i principî su cui si fonda la realizzazione di tali specie di funzionamento, nonchè alcuni importanti esempi di problemi di interconnessione, che tali gruppi hanno permesso di risolvere.

Inoltre viene esposto il progetto dell'Amministrazione di collocare alcuni gruppi di conversione del genere a Fornovo, Voghera, Torino, Genova (Chiappella), Taggia e Sestri Levante, mentre si procede alla costruzione di analoghi impianti a Pontremoli ed a Livorno da parte rispettivamente della Società Acciaierie e Ferriere Lombarde e della Società Ligure-Toscana, pure per servizio ferroviario.

Infine vengono esposte le caratteristiche di elasticità che si è ritenuto opportuno conferire a tali gruppi ferroviari in progetto, nonchè il piano di un collegamento di tutte le fonti di alimentazione ferroviarie (private o dell'Amministrazione) ad un Ufficio ripartitore del carico a cui verrebbero trasmessi i valori delle potenze (kW e kVA) erogate in ogni istante dalle fonti medesime, in modo da poter utilizzare al massimo grado le possibilità offerte dai gruppi di cui sopra per la migliore ripartiziione delle erogazioni nel tempo e nello spazio.

La Comunicazione contiene anche una breve descrizione delle principali stazioni di conversione italiane ed estere per servizio ferroviario, fra cui sono messe in evidenza quelle con gruppi elastici.

:: SUNTI E SOMMARI ::

IMPIANTI.

C. W. LA PIERRE — **Teoria delle tensioni anormali.** (Elec. Eng. febbraio 1931, da pag. 114 a 116 con 5 fig.).

Come è noto quando un trasformatore a stella con neutro a terra viene connesso a una linea la quale non ha altra connessione a terra, intervengono certe volte dei fenomeni che si esplicano colla presenza di tensione anormali, di frequenza doppia o tripla o metà di quella normale. L'A. prende in esame questi fenomeni e ne svolge una teoria generale, osservando anzitutto che in realtà nel periodo transitorio di inserzione del trasformatore si manifestano molte armoniche di tensione cosicchè i casi osservati sono soltanto valori particolari delle molte diverse frequenze che, almeno teoricamente devono considerarsi possibili.

Per lo studio l'A. ricorre a un circuito equivalente molto semplice nel quale i centri di due stelle, agli estremi di un sistema trifase sono collegati fra loro da una capacità. Come è noto, all'inizio dell'inserzione di un trasformatore su una tensione si manifestano facilmente dei fenomeni di saturazione i quali danno luogo a correnti unidirezionali, che si ripetono ad ogni ciclo. Queste correnti provocano la carica del condensatore inserito fra i neutri del circuito equivalente; il condensatore non può poi scaricarsi alla fine di ogni ciclo dato l'alto valore dell'impedenza dei trasformatori quando essi sono a densità normale. La tensione del condensatore si somma a quella delle fasi del trasformatore dando luogo a tensioni anormali.

Analizzando l'andamento di tale fenomeno per alcuni cicli l'A. mostra come questa interpretazione si presti a spiegare le anormalità riscontrate. *R. S. N.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

H. BAHLKE — **Dispositivi di comando per locomotive elettriche d'officina e altri veicoli su rotaie.** (E. A. G. Mitteilungen, settembre 1930).

L'A. descrive dapprima diversi tipi di controller assortiti per vari numeri di motori e di gradini d'inserzione. Per il comando dei motori di forte potenza si usano i controller con inseritori nei quali un piccolo controller comanda elettromagneticamente o pneumaticamente gli inseritori. Se è richiesta la frenatura elettrica tutti i controller possono essere provvisti del dispositivo, che l'A. descrive brevemente illustrandone lo schema. L'A. descrive quindi e illustra i controller a cames costituiti da un certo numero di contatti individuali azionati da cames e muniti di soffi magnetici individuali per lo spegnimento degli archi. Sono infine ricordati i locomotori a servizio misto: alimentati in parte da conduttore aereo e in parte da una batteria d'accumulatori e i relativi controller che hanno le posizioni per: alimentazione della linea aerea, carica degli accumulatori, e alimentazione della batteria. *A. Bs.*

AEI Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXXVI RIUNIONE ANNUALE

PERUGIA - 9-15 Ottobre 1931

PROGRAMMA

Le eventuali modifiche che si apportassero al programma ed alle quote di partecipazione, saranno indicate direttamente agli inscritti o affisse alla Segreteria dell'A.E.I. presso la Sede della Riunione.

VENERDÌ 9 OTTOBRE.

Ore 11.—: Consiglio Generale.
» 14.30: C. E. I., Comitati e Commissioni.
» 17.—: Seduta inaugurale.
» 20.30: Pranzo gentilmente offerto dalla U.N.E.S.

SABATO 10 OTTOBRE.

Ore 8.30: Seduta tecnica.
» 14.—: Seduta tecnica.
» 21.—: Conferenza del Prof. GIOVANNI POLVANI su *Antonio Pacinotti: La vita e l'opera. - Rievocazione documentaria.* Seguirà la relazione sul IV e V ciclo di Tarature.

DOMENICA 11 OTTOBRE.

Ore 7.15: Partenza in treno speciale (gentilmente offerto dalla Ferrovia Centrale Umbra).
» 10.—: Arrivo alle Marmore.
» 10.15: Arrivo a Galleto - Visita della Centrale.
» 12.—: Colazione (gentilmente offerta dalla Soc. Terni).
» 13.15: Partenza per Rieti.
» 14.45: Arrivo a Rieti e visita alla Supertessile.
» 16.—: Partenza per Terni.
» 17.30: Partenza per Perugia.
» 20.—: Arrivo a Perugia.

LUNEDÌ 12 OTTOBRE.

Ore 8.30: Seduta tecnica.
» 14.—: Seduta tecnica.
» 21.—: Conferenza artistica illustrativa di Perugia, Gubbio, Assisi.

MARTEDÌ 13 OTTOBRE.

Ore 7.15: Adunata Hôtel Brufani.
» 7.30: Partenza per Gubbio.
» 9.15: Arrivo al Teatro Romano a Gubbio.
» 9.30: Proseguimento per il Palazzo dei Consoli e visita della città.
» 11.—: Partenza per Perugia.
» 12.30: Arrivo a Perugia.
» 14.—: Seduta tecnica.
» 20.30: Pranzo sociale.

MERCOLEDÌ 14 OTTOBRE.

Ore 8.30: Ultima seduta tecnica e chiusura dei lavori.
» 11.—: Assemblea Generale dell'A. E. I.
» 13.45: Adunata.
» 14.—: Partenza per Todi.
» 15.30: Arrivo a Todi.
» 16.—: Partenza per la Centrale del Bastardo.
» 17.—: Arrivo al Bastardo e visita della Centrale.
» 18.—: Partenza per Montefalco.
» 18.20: Arrivo a Montefalco.
» 19.—: Arrivo a Foligno.
» 20.30: Arrivo a Perugia.

GIOVEDÌ 15 OTTOBRE.

Ore 7.30: Partenza per Assisi.
» 12.—: Colazione.
» 19.—: Ritorno a Perugia.

*

Qualora i Soci ne facessero richiesta e le prenotazioni fossero in numero sufficiente, almeno 25, si potrà organizzare la seguente gita extra programma:

VENERDI' 16 OTTOBRE.

Ore 7.—: Partenza per Orvieto.
» 9.30: Arrivo ad Orvieto - Visita della città.
» 12.30: Colazione.
» 13.30: Partenza per Montefiascone.
» 14.—: Arrivo a Montefiascone.
» 14.30: Partenza per Bolsena-Acquapendente-Radicofani.

Ore 17.—: Arrivo a Radicofani.
» 17.30: Partenza per Chiusi.
» 18.30: Arrivo a Chiusi.

Da Chiusi alle 19.40 Diretto per Roma; 20.27 Diretto per Firenze-Milano; 22.52 Diretto per Venezia. — Il prezzo della gita è di L. 100,— compresa la colazione ad Orvieto ed un cestino a Chiusi.

Si terrà calcolo delle sole richieste accompagnate dalla relativa quota di adesione, quota che verrà restituita nel caso la gita non avesse luogo.

N.B. — Si ricorda ai Colleghi che a Perugia in Ottobre la temperatura può abbassarsi notevolmente.

* *

PROGRAMMA TECNICO

Sottostazioni di trasformazione dell'energia.

SEZIONE PRIMA: Generalità; diversi tipi di Sottostazioni.

P. FERRERIO - Le funzioni delle sottostazioni nelle grandi reti elettriche (*discorso inaugurale del Congresso*).
R. SAN NICOLO' - Cenni storici sullo sviluppo delle sottostazioni.
F. MOTTI - Criteri moderni per lo studio ed il progetto delle grandi sottostazioni.
M. MAINARDIS - Confronto tecnico economico di alcune sottostazioni a 150.000 volt, tipo «chiuso» ed «aperto» costruite dalla Società Adriatica di Elettricità.
R. BESSI - Progetto, costruzione ed esercizio delle piccole cabine.
G. SOMEDA - Sottostazioni di trasformazione per l'alimentazione di circuiti in serie.
R. ALESSANDRI - Le stazioni di trasformazione fisse nel sistema di trazione elettrica trifase.
G. B. SANTI - Le stazioni ambulanti di trasformazione nel sistema di trazione elettrica trifase.
G. MUSSO - Le stazioni di conversione della frequenza nella trazione elettrica.
E. VIRGILI - Le stazioni di conversione a corrente continua per la trazione ferroviaria.
G. O. ABBO. - Le stazioni di trasformazione per la carica degli accumulatori adibiti ad uso di illuminazione delle vetture ferroviarie.
G. ORLER - Strutture per cabine e posti di sezionamento all'aperto in cemento armato centrifugato.
R. B. DUPUIS - I materiali metallici resistenti alla ruggine.
E. STRAMBI - La protezione delle costruzioni in ferro specialmente con l'impiego di vernici.

SEZIONE SECONDA: Macchinari e Apparecchiature.

E. MORELLI - Progressi realizzati nella tecnica costruttiva dei trasformatori.
L. LOMBARDI - A. ASTA - Trasformatori trifasi a tre e a cinque colonne.
F. CORREGGIARI - Trasformatori per regolazione di tensione.
F. BORDONI - Trasformatori speciali e cabine per teatri.
C. PALESTRINO - I trasformatori a più avvolgimenti nell'esercizio.
E. MANZINI - A. PASI - Intorno ad un sistema di commutazione sotto carico per trasformatori.
O. CUZZER - M. ALTIERI - Isolamento, sollecitazioni e protezioni dei trasformatori.
E. PUGNO-VANONI - Isolatori passanti per alte tensioni.
E. ALTMANN - Isolatori portanti per sottostazioni all'aperto.
O. SCARPA - Gli olii per trasformatori.
E. AZZARELLO - Sulle prove di resistenza all'alterazione degli olî per trasformatori.
C. BANFI - Il trattamento degli oli isolanti nell'esercizio.
B. CERRETELLI - Brevi note e considerazioni sul raffreddamento dei trasformatori.
G. PANBIANCO - La refrigerazione dei trasformatori.
E. GERLI - Regolatori ad induzione.
G. SILVA - Installazione all'aperto di macchine rotanti.
F. FIORENTINI - Il comando automatico nelle sottostazioni.
F. BONATI - Le apparecchiature blindate nelle sottostazioni.
A. BARBAGELATA - B. USIGLI - Le misure nelle sottostazioni di trasformazione.
A. LAMMA - Brevi note sull'uso dei trasformatori negli impianti con raddrizzatori a vapore di mercurio.
M. SEMENZA - La regolazione di tensione nelle sottostazioni con raddrizzatori a vapori di mercurio.
F. NERI - Fenomeni transitori nei trasformatori, in relazione all'esercizio delle linee e reti.
G. REVESSI - La protezione delle sottostazioni.
R. MARIN - Protezioni contro le sovracorrenti.
P. COLONNA - La protezione selettiva delle reti.
A. BARBAGELATA - La selezione preordinata nella protezione degli impianti elettrici.
C. CAMINITI - Efficacia delle bobine di self nella protezione contro le sovratensioni.
G. REBORA - Le prese di terra.

SEZIONE TERZA: Descrizione di impianti - Esercizio - Varie.

G. CRIVELLARI - A. DALLA VERDE - Considerazioni generali sulle stazioni di trasformazione all'aperto del Gruppo S.I.P. - La stazione di trasformazione 220/130/45/6 kV di Cislago del Gruppo S.I.P.
S. SILVA - Cabine e posti di sezionamento all'aperto in cemento armato negli impianti elettrici della Sardegna.
F. MOTTI - Le sottostazioni di Frattamaggiore e del Tusciano e la ricostruzione della sottostazione di Poggioreale.
D. AMARA - R. DI GIUSEPPE - V. RUGGERI - Recenti sottostazioni della E.C.R.
M. BRUNETTI. - Nuove stazioni di conversione dell'A. E. M. di Torino.
F. CARATI - Note sull'esercizio delle sottostazioni delle grandi reti urbane.
L. SELMO - La manutenzione delle cabine.
M. SEMENZA - F. CUSANI-CONFALONIERI. - Mezzi di prevenzione, protezione e spegnimento degli incendi negli impianti elettrici.
B. FOCACCIA - D. TOLOMEO - Su gli impianti di illuminazione a corrente costante.
G. BIANCHI - Temperature di lavoro e materiali isolanti per motori.
G. BIANCHI - Unificazione delle locomotive elettriche a corrente continua.

Commissioni e Comitati dell'A. E. I.

COMMISSIONE PEL LAVORO DELLE SEZIONI

Presidente: Il Presidente Generale.
Vice Presidenti: I Vice Presidenti Generali.
Membri: I Presidenti delle Sezioni.
Segretario: Il Segretario Generale.

COMMISSIONE TECNICA CONGRESSI E RIUNIONI

Presidente: Il Presidente Generale.
Membri: I Vice Presidenti Generali - I Redattori dell'« Elettrotecnica ».
Segretario: Il Segretario Generale.

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

Presidenza.

(Deliberazioni del Consiglio Generale dell'A.E.I. del 1° marzo 1930).

Lombardi Luigi, Presidente — *Corbino Orso M., Vallauri Giancarlo,* Vice Presidenti — *Barbagelata Angelo,* Segretario.

Sottocomitati.

I numeri segnati tra parentesi a fianco del titolo del Sottocomitato, sono quelli dei corrispondenti Comitati di Studio della Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Le sigle indicate a fianco di ciascun membro indicano l'Ente o gli Enti che lo hanno designato a sensi dell'art. 7 dello Statuto. (A = Associazione Elettrotecnica Italiana; U = Unione Nazionale Fascista Industrie Elettriche).

NOMENCLATURA (1). — Lombardi (A), *Presidente;* Barbagelata (A), Bordoni (A), Clerici (A), Corbino (U), Denina (A), Dina (A), Lombardi (A), Lori (A), Pugno-Vanoni (A) *Segretario,* Vallauri G. (A).

SIMBOLI (3). — Sartori (A), *Presidente;* Ballanti (A), Cesari (U), Di Pirro (A), Montù (A), Oglietti (A), Revessi (A), Sartori (A), Silva (A), Vallauri G. (A), Zikeli (A), *Mirone (Segretario).*

ALLUMINIO (7). — Grassi G. (A), *Presidente;* Ballanti (A), Del Buono (U), Emaneli (A), Giorgi (A), Grassi G. (A), Pramaggiore (A) (*Segretario*), Ruffini (A), Scarpa (A), Soleri (A).

RADIOTRASMISSIONI (12). — Pession, *Presidente;* Bacchini (A), Corbino (U), Di Pirro (A), Marino (A), Matteini (A), Micchiardi (A), Montefinale (A) *Segretario,* Pession (A), Ruelle (A), Sacco (A), Sordina (A), Vallauri G. (A), Vanni (A).

NORME DI BORDO (18). — Rebora (A), *Presidente;* De Ferrari (A), Fea (A), Garibaldi (A), Gonzales (A), Martinez (A), Migliau (A), Palestrino (U), Rebora (A), Rispoli (A), Rossi (A), Sacerdoti (A), Sarli (A), Sesini (A), *Allan (Segretario).*

MATERIALE DI TRAZIONE (9). — Semenza (A) *Presidente;* Ballanti (A), Bianchi (A), Bovone (A), Cuccoli (A) (*Segretario*), Cusani (A), De Falco (A), Elena (A), Ferrario (U), La Valle (A), Morelli (A), Nissim (A), Norsa (A), Semenza (A), Vallauri R. (A), Vannotti (A).

MACCHINE (2). — Morelli (A), *Presidente;* Barbagelata (A), Cantù (A), Cattaneo (A-U), Colombo (A), Correggiari (A), Fano (U), Fracanzani (U), Guastalla (U), Lutz (U), Morelli (A-U), Norsa (A-U), Palestrino (U) *Segretario,* Rebora (A), Sarli (A), Selmo (U), Vannotti (A-U).

STRUMENTI DI MISURA (13). — Barbagelata (A), *Presidente;* Andreoni (U), Barbagelata (A-U), Bauchiero (A-U), Brunetti (A-U), Calvelli (A-U), Campos (A), Emanueli (A), Falco (A-U), Ferraris (A), Fracanzani (U), Lupi (U), Martinez (A), Righi (A-U), Ruberti (U), Sainati (U), Vallauri G. (A), *Usigli (Segretario).*

MOTORI PRIMI IDRAULICI (4). — Rebora (A), *Presidente;* Anastasi (A), Belluzzo (A-U), Di Stefano (U), Dolcetta (U), Ferrerio (A-U), Fioretti (U), Forti (A-U), Furlanelli (A), Ganassini (A), Ghetti (A-U) Mortara (U), Ratti (A), Rebora (A), Roncaldier (U), Silvestri (U), N. N. (A), *Cita (Segretario).*

MOTORI PRIMI TERMICI (5) (19). — Anastasi (A), *Presidente;* Anastasi (A), Belluzzo (A-U), Bordoni (A-U), Carcano (A-U), Carlini (A), Chiesa (A), Crivelli (A), Dalla Verde (U), Ferrerio (U), Mainardis (U), Pierre Humbert (U), Prinetti (U), Rebora (A), Selmo (A-U), *Bordoni (Segretario).*

TENSIONI NORMALI (8). — Del Buono (U), *Presidente;* Alessandri (A), Amati (U), Balsamo (U), Broggi (U), Canonici (A-U), Dalla Verde (U) *Segretario,* Del Buono (A-U), Fascetti (U), Ferraris (A), Gaio (A), Lombardi (A), Norsa (A-U), Pedrini (A-U), Romagnoli (U), Scotti (A), Vannotti (A).

NORME IMPIANTI. — Ferrerio (U), *Presidente;* Banfi (U), Barbagelata (A), Cenzato (A-U), Fano (U), Ferraris (A), Ferrerio (A-U), Ghetti (U), Leanza (A-U), Manfredi (A-U), Massarelli (A), Neri (A), Rebora (A), Revessi (A), Roncaldier (U), Salvini (U), Taccani (U), Artini *Segretario.*

REGOLAMENTAZIONE LINEE (11). — Fano (U), *Presidente;* Balsamo (U), Benedetto (U), Bonamico (A), Di Pirro (A), Fano (A-U), Ferrerio (A-U), Jacobini (A), Maglione (U), Marin (U), Pedroli (U), Rebora (A), Sartori (A-U), Semenza (A), Silva (A-U), *Angelucci (Segretario).*

CAVI E CONDUTTORI ISOLATI. — Palestrino (U), *Presidente;* Bassi (U), Bosone (A), Brun (U), De Stefani (U), Di Pirro (A) Emanueli (A), Locatelli (U), Mondolfi (U), Neri (A), Palestrino (A-U), Sesini (A), Solari (U), Soleri (A), N. N. (A.U).

OLI (10). — Gherri (U), *Presidente;* Bianchi (U) Crivellari (U), Emanueli (A), Fachini (A), Faletti (U) *Segretario,* Fascetti (U), Ghetti (A-U), Giorgi (U), Guastalla (U), il Direttore dell'Istituto Sperimentale delle FF. SS. (A), La Porta (U), Musatti (A), Sarli (A), Scarpa (A), Settimi (A), Vannotti (A-U).

INTERRUTTORI (17). — Cenzato (U), *Presidente;* Cenzato (A-U), Crivellari (U), Maggi (U), Magrini (A), Norsa (A-U), Palestrino (U), Pernigotti (U), Rebora (A), Rolandi (A), Vannotti (A), *Ferrando (Segretario).*

ELENCO DELLE CARICHE SOCIALI DELL'A. E. I.

Presidenza Generale

Presidente Generale . . . . . *Bordoni Ing. Prof. Ugo.*
Vice Presidenti Generali . . . . *Gonzales Ing. Tito.* — *Righi Ing. Aldo.* — *S. E. Vallauri Ing. Prof. Gr. Uff. Giancarlo*
Segretario Generale . . . . . *Barbagelata Ing. Prof. Angelo.*
Segretario della Presidenza . . . *Neri Ing. Filippo.*
Vice Segretario Generale . . . . *Pugno Vanoni Ing. Prof. Enzo.*
Cassiere . . . . *Rigatti Ing. Gian Antonio.*

Presidenti antecedenti

† Galileo Ferraris (dal 27 dicembre 1896 al 7 febbraio 1897) - † Prof. Giuseppe Colombo (1897-1899) - Prof. Guido Grassi (1900-1902) - † Prof. Moisè Ascoli (1903-1905) - † Ing. Emanuele Jona (1906-1908) - Ing Prof. Luigi Lombardi (1909-1911) - Ing. Prof. Ferdinando Lori (1912-1914) † Ing. Gr. Uff. Guido Semenza (1915-1917) - Prof. Lorenzo Ferraris (1918-1920) - Ing. Ulisse Del Buono (1921-1923) - Ing. Prof. Giuseppe Sartori (1924-1926) - S. E. Ing. Prof. Gr. Uff. Giancarlo Vallauri (1927-1929).

CONSIGLIO GENERALE

Membri di diritto:
Presidente Generale . . . . .
Vice Presidenti Generali . . . .
Segretario Generale . . . . . .
Segretario della Presidenza . . .
Vice Segretario Generale . . . .
Cassiere . . . .
} *predetti*

Redattore Capo de « L'Elettrotecnica »: *San Nicolò Ing. Renato.*

CARICHE DELLE SEZIONI

1. - Sezione Adriatica

Presidente . . . . *Pedrini Cesare*
Vice Presidente . . *Ricci Antonio*
Segretario . . . . *Bellagamba Augusto*
Cassiere . . . . *Fantasia Pasquale*

CONSIGLIERI

Cesari Pietro Enrico — *Pantoli Pio*
Ciarletta Ettore — *Pomilio Alessandro*
Jazzarelli Gino — *Scotto di Fasano Giovanni*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Agostinelli Antonio — *Martini Ugo*
Cocciadiferro Alfredo — *Minetti Gualtiero*
Colombati Italo — *Pederzini Agostino*

2. - Sezione di Bologna

Presidente . . . . *Gnudi Edgardo*
Vice Presidente . . *Spani Domenico Filippo*
Segretario . . . . *Plotti Francesco*
Cassiere . . . . *Vigone Adolfo*

CONSIGLIERI

Bartoli Corrado — *Mazzanti Edmondo*
Bertazzoni Ugo — *Regazzoni Carlo*
Carboncini Guglielmo — *Romagnoli Tito*
Ferri Ivo — *Supino Giulio*
Fiorini Gaetano — *Zocca Roberto*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Cricca Pier Felice — *Rizzoli Luigi*
Finzi Carlo — *Sperti Gildo*
Grandi Antonio — *Venturi Filippo*
Monteguti Aldo — *Sartori Giuseppe*
Pelagatti Francesco

3. - Sezione di Catania

Presidente . . . . *Patanè Giuseppe*
Vice Presidente . . *Caldonazzo Bruto*
Segretario . . . . *De Luca Ugo*
Cassiere . . . . *Buscemi Gaetano*

CONSIGLIERI

Clementi Ignazio — *Romagnoli Mauro*
Licciardello Enrico — *Sartori Ugo*
Polizzi Cesare — *Terranova Sebastiano*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Fusco Francesco — *Tricomi B. Saro*
Russo Gioacchino

4. - Sezione di Firenze

Presidente . . . . *Picchi Alberto*
Vice Presidente . . *Legnaioli Umberto*
Segretario . . . . *Poggi Dante*
Cassiere . . . . *Rubbieri Mario*

CONSIGLIERI

Bianchi Emilio — *Martinez Giulio*
Carli Cesare — *Pierallini Eugenio*
Ginori-Conti Giovanni — *Piquè Enrico*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Cuttica Amedeo — *Tognetti Enrico*
Monteverde Aurelio — *Venturi Ginori Roberto*

5. - Sezione di Genova

Presidente . . . . *Gonzales Tito*
Vice Presidente . . *Profumo Dario*
Segretario . . . . *Lombardo Giambattista*
Cassiere . . . . *De Micheli Carlo*

CONSIGLIERI

Albertazzi Ariberto — *Frediani Ulisse*
Balsamo Natale — *Pernigotti Giacomo*
Bassi Attilio — *Queirolo Rinaldo*
Bochicchio Canio — *Rossi Luigi Vittorio*
Bonaria Leonello — *Serrato Virgilio*
Calissano Leopoldo — *Vallauri Riccardo*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Buffa Mario — *Pessano Angelo*
Cantù Alberto — *Sala G. B.*
Comola Alessandro — *Viviani Giuseppe*
Fanno Gino — *Volterrani Leopoldo*
Occhialini Augusto — *Zanini Mario*

6. - Sezione di Livorno

Presidente . . . . *Attal Salvatore*
Vice Presidente . . *Girola Lorenzo*
Segretario, Cassiere *Bizzarini Giuseppe*

CONSIGLIERI

Danielli Ausonio — *Paris Michele*
Grillo Giancarlo — *Ruelle Ugo*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Baduel Giulio — *Montanari Corrado*
Gasparini Silvio — *Salvini Giuseppe*
Liguori Pirro

7. - Sezione di Milano

Presidente . . . . *Norsa Renzo*
Vice Presidente . . *Gasparoni Luigi*
Segretario . . . . *Scolari Tito*
Cassiere . . . . *Rigatti Gian Antonio*

CONSIGLIERI

Barbagelata Angelo — *Gavazzi Giuseppe*
Bovone Edoardo — *Molinari C. A.*
Carcano F. E. — *Orefici Giuseppe*
Correggiari Francesco — *Pugno Vanoni Enzo*
Fadini Carmelo — *Quadrio Antonio*
Ganassini Gaetano — *Semenza Marco*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Norsa Renzo (Presidente)	— *Gorla Giuseppe*
Banfi Enrico	— *Lori Ferdinando*
Bauchiero Giuseppe	— *Manfredi Francesco*
Bosisio Lorenzo	— *Pandiani Agostino*
Bottani Ercole	— *Ratti Natale*
Broggi Silvio	— *Rebora Gino*
Campos Gino	— *Saini Riccardo*
Cavadini G. Battista	— *Santuari Emilio*
Cesari Ettore	— *Seassaro Carlo*
Covi Adolfo	— *Semenza Marco*
Ferrario Arturo	— *Sesini Enrico*
Ferrerio Piero	— *Taccani Alberto*
Fioretti Luigi	— *Tommasi Luigi*
Forti Angelo	— *Ucelli Guido*
Forzani L. Vittorio	— *Vismara Arturo*
Giorgi Gualtiero	

8. - Sezione di Napoli

Presidente	*Brun Stefano*
Vice Presidente	*Carlevaro Enzo*
Segretario	*Tolomeo Domenico*
Vice Segretario	*Gatta Guido*
Cassiere	*Sersale Carlo*

CONSIGLIERI

Cangia G. Domenico	— *Leanza Eugenio*
Cenzato Giuseppe	— *Moroso Dante*
Focaccia Basilio	— *Perrelli P. V.*
Gianturco Vincenzo	— *Pizzuti Michele*
Gigante Carlo	— *Saggese Achille*
Giordani Francesco	— *Selmo Luigi*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Catalani Giorgio	— *Melazzo di San Giorgio G.*
Cerillo Guido	— *Motti Francesco*
Folinea Mario	— *Pistilli Pasquale*
Levi Mario	— *Rossi Ettore*
Maffezzoli Alfonso	— *Valery Nicola*
Maglione Girolamo	

9. - Sezione di Palermo

Presidente	*Santangelo Giambattista*
Vice Presidente	*Buttafarri Gaetano*
Segretario	*Casella Attilio*
Cassiere	*Lo Bue Giovanni*

CONSIGLIERI

Bernasconi Giacomo	— *Serravalle Domenico*
Cecconi Alessandro	— *Tonkovict Francesco*
Lo Presti Stefano	— *Urso Ignazio*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Bonaccorsi Eugenio	— *Senn Edoardo*
Dina Alberto	

10. - Sezione Pugliese

Presidente	*Battaglia Mario*
Vice Presidente	*Celentano Ungaro Pietro*
Segretario	*Marzano Giovanni*
Cassiere	*Rubartelli Angelo*

CONSIGLIERI

Alloisio Eugenio	— *Rizzi Vincenzo*
Bove Salvatore	— *Squicciarini Domenico*
Cafaro Nico	— *Staiano Luigi*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Ascoli Mario	— *Postiglione Gaetano*
Lucifero Carlo	— *Uva Giacinto*

11. - Sezione di Roma

Presidente	*Urbinati Mario*
Vice Presidente	*Di Cave Vito Simone*
Segretario	*Puccinelli Vincenzo*
Cassiere	*Mazzolani Giulio*

CONSIGLIERI

Anastasi Anastasio	— *Fascetti Carlo*
Asta Antonino	— *Gori Vittorio*
Biagini Augusto	— *Grillo Guido*
Clarini Luigi	— *Pession Giuseppe*
Di Pirro Giovanni	— *Salvadori Riccardo*
Fano Guido Leone	— *Schupfer Francesco*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Bonati Isidoro	— *Martorelli Eugenio*
Bordoni Ferdinando	— *Neri Filippo*
Colombo Attilio	— *Puccioni Corrado*
Del Buono Ulisse	— *Riccione Nestore*
De Stefani Giuseppe	— *Terzaghi Giulio*
La Valle Ernesto	— *Tronconi Giuseppe*
Lombardi Luigi	

12. - Sezione Sarda

Presidente	*Brotzu Giovanni*
Vice Presidente	*Sechi Armando*
Segretario	*Lixi Delogu Gaetano*
Cassiere	*Lombardini Giuseppe*

CONSIGLIERI

Amic Giovanni	— *Donadio Enrico*
Antoniutti Antonio	— *Simonetti Riccardo*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Silva Silvio	— *Vecelli Cesare*

13. - Sezione di Torino

Presidente	*Peri Guido*
Vice Presidente	*Dalla Verde Agostino*
Segretario	*Marchetti Michele*
Cassiere	*Giordana Carlo*

CONSIGLIERI

Aiani Francesco	— *Loria Mario*
Arigo Giuseppe	— *Palestrino Carlo*
Brunetti Mario	— *Rocca Alfredo*
Formica Antonio	— *Roncaldier Aldo*
Giorelli Angelo Corrado	— *Sacchi Valentino*
Lignana Giuseppe	— *Tedeschi Giulio*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Bertoldo Giovanni	— *Morelli Ettore*
Biroli Rinaldo	— *Nocilla Cesare*
Bolognino Domenico	— *Orsi Alessandro*
Bordiga Clemente	— *Parmeggiani Giuseppe*
Campari Giuseppe	— *Polettini Aldo*
Jean Gaspare	— *Rossi Pier Paolo*
Lutz Hans Gustavo	— *Stanzani Carlo*
Marchisio Mario	

14. - Sezione di Trento

Presidente	*Montagna Alessandro*
Vice Presidente	*Tommazzolli Francesco*
Segretario	*Fincati Luigi*
Cassiere	*Nanussi Ulisse*

CONSIGLIERI

Accettella Giuseppe	— *Heren Leo*
Chinatti Carlo	— *Terzi Riccardo*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Minghetti Giuseppe	— *Trematore Raffaele*

15. - Sezione di Trieste

Presidente	*Bonazzi Italo*
Vice Presidente	*De Antonellis Edoardo*
Segretario	*Fragiacomo Luigi*
Cassiere	*Brivonese Carlo*

CONSIGLIERI

Bartoli Gianni	— *Lohr Ernesto*
Bennari Bernardo	— *Pedretti Carlo*
De Almerigotti Carlo	— *Pippa Giuseppe*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Apollonio Antonio	— *Salerni Giovanni*
Benussi Pedro	— *Tomatis Pio Luigi*
Carnera Luigi	

16. - Sezione Veneta

Presidente	*Goldbacher Alberto*
Vice Presidente	*Marzolo Francesco*
Segretario	*Del Nunzio Balbino*
Cassiere	*Ambrosini Piero*

CONSIGLIERI

Baldin Mario	— *De Nat Angelo*
Berti Carlo	— *Marin Roberto*
Danioni Filippo	— *Milani Paolo*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Ghetti Ottaviano	— *Salce Antonio*
Mainardis Mario	— *Scimemi Ettore*
Revessi Giuseppe	

"L'ELETTROTECNICA"

COMITATO DIRETTIVO: *A. Barbagelata*, Direttore della Rivista - *U. Bordoni* - *M. Semenza* - *G. Vallauri*.

REDAZIONE: *R. San Nicolò*, Redattore Capo - *F. Neri* - *G. Silva*, Redattori - *M. Boella* - *P. Lombardi*, Collaboratori ordinari.

BIBLIOTECA CENTRALE

(presso la Sezione di Roma - Via Coppelle, 35)

Bibliotecario Centrale: *Ing. Eugenia Grillo.*

PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I.

L' ELETTROTECNICA – Periodico trimensile.
Giornale ed Atti dell'A. E. I. (si pubblica il 5, 15, 25 di ogni mese).
Annate arretrate .... cad. L. 100,—
più per postali » 10,—
Abbonamento: per il Regno .... » 100,—
» per l'Estero .... » 200,—
Un numero separato: per il Regno .... » 4,—
» » per l'Estero .... » 8,—
più per postali » 1,—
(estero) più per postali » 1,50

NORME DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA.
Norme per gli *Olii per Trasformatori*.
Norme per le *Lampade Elettriche*.
Prezzo di ciascun fascicolo L. 3,—
per i Soci » 2,—
più per postali » 0,80
Norme per l'ordinazione ed il collaudo delle *Macchine Elettriche per Trazione*.
Norme per l'ordinazione e il collaudo degli *Isolatori di Porcellana*.
Norme per gli *Impianti di Bordo*.
Norme per l'ordinazione ed il collaudo dei *Tubi Elettronici a catodo incandescente e ad alto vuoto*.
Prezzo di ciascun fascicolo L. 4,50
per i Soci » 3,—
più per postali » 1,—
Norme per l'ordinazione e il collaudo delle *Macchine Elettriche*.
Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli *Impianti Elettrici*.
Prezzo di ciascun fascicolo L. 9,—
per i Soci » 6,—
più per postali » 1,—

DESCRIZIONE IMPIANTI ELETTRICI. – Fascicoli pubblicati:
1° *Impianto di Crego* della Soc. Imprese Elettriche Conti.
2° *Impianti del Tanagro e Aventino* della Soc. Forze Idroelettriche Meridionali.
3° *Impianti Piave-Santa Croce* del Gruppo Soc. Adriatica di Elettricità (*esaurito*).
4° *Impianti sul fiume Lys* della S. I. P. Breda.
5° *Impianto del Temù in Valle Camonica* della Soc. Generale Elettrica dell'Adamello (*esaurito*).
6° *Impianto di Iselle* della Soc. Italiana Imprese Elettriche Dinamo (*esaurito*).
7° *Impianto di Valdo* della Soc. Imprese Elettriche Conti (*esaurito*).
8° *Impianti Idroelettrici di Val Cenischia* della Soc. Forze Idrauliche del Moncenisio (*esaurito*).
9° *Impianto del Malese* della Soc. Meridionale di Elettricità.
10° *Impianto di Gallicano* della Soc. Ligure Toscana di Elettricità.
11° *Impianto del Tirso* della Soc. Elettrica Sarda.
12° *La nuova Centrale termoelettrica «Maurizio Capuano»* della Soc. Meridionale di Elettricità.
13° *La nuova Centrale termoelettrica di Livorno* della Soc. Elettrica Ligure Toscana.
14° *Impianto di Covàlou nella Valle del Marmore* del Gruppo S. I. P.
15° *Impianto di Sonico* della Soc. Generale Elettrica dell'Adamello.
16° *Impianto di Venezia-Marghera* della Soc. Adriatica di Elettricità.
17° *Impianto del Coghinas* della Soc. Elettrica Sarda.
Prezzo per ogni fascicolo L. 7,50
per i Soci » 5,—
più per postali » 1,50

RENDICONTI DELLE RIUNIONI ANNUALI.
Prima Serie (Estratti della Rivista «L'Elettrotecnica»):
Vol. I, 1922 – Riunione XXVII, Milano: *Produzione e distribuzione della energia elettrica*. (Volume di pagine 188 con 194 figure).
Vol. II, 1923 – Riunione XXVIII, Venezia: *Applicazioni dell'energia elettrica*. (Volume di pagine 206 con 203 figure).
Vol. III, 1924 – Riunione XXIX, La Spezia: *La illuminazione elettrica e l'inerente distribuzione dell'energia*. (Volume di pag. 262 con 280 figure).
Vol. IV, 1925 – Riunione XXX, Napoli: I. *Conversione di forma della energia elettrica*. – II. *Mezzi per assicurare la continuità del servizio degli impianti elettrici*. (Volume di pagine 216 con 204 figure).
Vol. V, 1926 – Riunione XXXI, Brescia: I. *Mezzi per assicurare la continuità del servizio degli impianti elettrici* (continuazione della discussione della precedente XXX Riunione del 1925 a Napoli). – II. *Relazioni dei delegati del Comitato Elettrotecnico Italiano alla Riunione di New York 1926 della Commissione Elettrotecnica Internazionale*. (Volume di pagine 134 con 138 figure). (*Esaurito*).
Vol. VI, 1927 – Riunione XXXII, Como: I. *Comunicazioni elettriche*. – II. *Isolamento delle grandi linee*. (Volume di pag. 352 con 581 figure).
Nuova Serie (non pubblicati sulla Rivista «L'Elettrotecnica»):
Vol. I, 1928 (vol. VII della Raccolta) – Riunione XXXIII, Genova: I. *Trazione elettrica ferroviaria e tranviaria*. – II. *Propulsione elettrica navale*. (Volume di pagine 600 circa con oltre 650 figure).
Vol. II, 1929 (vol. VIII della Raccolta) – Riunione XXXIV, Pescara-Francavilla a Mare: I. *Elettroagricoltura*. – II. *Elettrotermica*. – III. *Elettrochimica* (Volume di pagine 350 con oltre 400 figure).
Vol. III, 1930 (vol. IX della Raccolta) – Riunione XXXV, Trieste: *La produzione termica dell'energia*. (Volume di pagine 550 circa con 860 figure).
Prezzo dei Volumi della Prima Serie .... L. 30,—
per i Soci dell'A. E. I. » 12,—
Prezzo del I° Volume della Nuova Serie ...... L. 60,—
per i Soci .... » 50,—
più per postali ...... » 5,—
Prezzo del II° Volume della Nuova Serie ..... L. 55,—
per i Soci .... » 45,—
più per postali ...... » 4,—
Prezzo del III° Volume della Nuova Serie .... L. 60,—
per i Soci .... » 50,—
più per postali ...... » 5,—

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA.
Vol. I. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni di energia elettrica nei *Comuni e Colonie* d'Italia (3ª edizione).
Prezzo L. 30,—
per i Soci » 24,—
più per postali » 4,—
Vol. II. Elenco delle *Centrali* di produzione di energia elettrica coi dati tecnici quantitativi sulla generazione, trasformazione, distribuzione dell'energia elettrica in Italia. Nuova edizione completa di oltre 800 pag. per più di 2300 Centrali.
Prezzo L. 220,—
per i Soci » 190,—
più per postali » 6,50

MONOGRAFIE DELL' A. E. I.
1. U. Bordoni – I fenomeni elettrici dell'atmosfera e la protezione degli edifici dalle scariche temporalesche...... L. 5,—
2. E. Bottani – La moderna matematica dei circuiti trifasi. » 5,—
3. U. Bordoni – La fotometria moderna: i suoi problemi e le sue tendenze .... » 5,—
4. R. San Nicolò – Le tendenze moderne nella tecnica degli impianti a vapore .... » 5,—
5. G. C. Vallauri – Convertitori statici di corrente elettrica. » 5,—
6. A. Barbagelata – La protezione contro le sovracorrenti. » 5,—
7. C. Rimini – Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative .... » 5,—
8. G. Büchi – Funzionamento e costruzione in serie delle turbine idrauliche a reazione .... » 5,—
9. L. Lombardi e G. Corbellini – Congresso mondiale della energia a Tokyo. Corrispondenze preliminari e riassunto dei lavori attinenti all'elettrotecnica .... » 5,—
Spese postali per ciascun fascicolo .... » 1,50
Raccolta completa .... » 33,—

PUBBLICAZIONI VARIE. (*Ai Soci dell' A. E. I. sconto del 30%*).
L'Opera di A. Volta .... L. 12,—
A. Pacinotti: Descrizione di una macchinetta elettromagnetica (in cinque lingue) .... » 4,—
più per postali » 1,—
Elenco dei Fabbricanti in Italia di Materiale e Macchinario Elettrico .... *gratis*

Indirizzare richieste con vaglia alla Sede Centrale dell'A. E. I. MILANO (103) - Via S. Paolo, 10.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO.

La sera del 5 giugno il chiarissimo Gr. Uff. Prof. Ing. **Ferdinando Lori**, Ordinario di Elettrotecnica Generale presso la R. Scuola di Ingegneria di Milano e già Presidente Generale della nostra Associazione, tenne la commemorazione di Maxwell, in occasione del centenario della nascita del grande elettrotecnico inglese: la dotta e interessante comunicazione dal titolo: «**L'opera di J. Clerk Maxwell nel quadro della filosofia naturale**» avvinse il numeroso gruppo di soci presenti e fu alla fine vivamente applaudita. Il Prof. Lori aveva provveduto molto opportunamente a far preparare un foglietto col ritratto del grande fisico e con la riproduzione delle formule fondamentali di Maxwell, in modo che ogni intervenuto potè conservare un ricordo tangibile e gradito della commemorazione.

Il Vice Presidente, Ing. Gasparoni, che presiedeva, in assenza dell'Ing. Norsa, interpretò il pensiero di tutti i presenti mandando al Prof. Lori un vivo plauso e un profondo ringraziamento per aver voluto riservare alla nostra Sezione la primizia di così importante comunicazione. Questa verrà pubblicata integralmente nel Giornale e perciò non ne viene qui dato il riassunto.

Con questa commemorazione e colla precedente della scoperta dell'induzione elettromagnetica, tenuta dal Chiar.mo Prof. Lombardi il 20 aprile, la nostra Sezione ha degnamente commemorato rispettivamente i due centenari ricorrenti quest'anno della nascita di J. Clerk Maxwell e della scoperta dell'induzione elettromagnetica fatta da Michele Faraday.

.. .. ATTIVITÀ DELLE SEZIONI .. ..

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).

23 Ottobre - ore 21,15. — Scarpa Prof. Dott. Oscar: «Le proprietà elettriche dell'alluminio attualmente prodotto e trafilato in Italia».

SEZIONE DI TRIESTE (Via Mazzini, 30).

3 Ottobre. — Manni Dott. Cav. Giorgio: «Momento attuale economico mondiale» - Seguirà una discussione tecnica fra i Soci sul tema: «Il rifasamento degli impianti elettrici».

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di inscriversi Soci vitalizi.

Prof. Angelo Barbagelata, *Direttore responsabile*. (I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 15 Ottobre 1931 - ANNO IX N. 29

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA S. PAOLO, 10 - MILANO (103) - TELEFONI N. 13-713 - 82-086

COMITATO DIRETTIVO: A. BARBAGELATA, DIRETTORE DELLA RIVISTA - U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

REDAZIONE: R. SAN NICOLO', REDATTORE CAPO - F. NERI - G. SILVA, REDATTORI - M. BOELLA - P. LOMBARDI, COLLABORATORI ORDINARI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La XXXVI Riunione annuale.

Questo numero del giornale si pubblica mentre a Perugia sta svolgendosi, con pieno successo, la Riunione Annuale. Di essa daremo quanto prima un ampio resoconto.

Continuiamo intanto la pubblicazione dei riassunti delle Memorie presentate a Perugia.

L'Ing. MOTTI illustra la funzione speciale assunta dalle grandi cabine di trasformazione e di collegamento nelle reti di trasmissioni ad alta tensione ed espone i criteri che devono guidare nel loro progetto. L'Ing. CARATI si occupa invece delle cabine di trasformazione a servizio delle reti urbane di distribuzione e delle caratteristiche costruttive e funzionali di esse. Un metodo di commutazione per trasformatori sotto carico è illustrato dagli Ingg. MANZINI e PASI. Il problema della protezione contro le sovratensioni è trattato dall'Ing. REVESSI.

Il calcolo meccanico dei conduttori.

Riprendiamo in questo numero la pubblicazione dell'articolo dell'Ing. SILVA, iniziata nei fascicoli del 5 e del 15 settembre e che avevamo dovuto sospendere negli ultimi 2 numeri per fare posto al materiale per il Congresso.

La presente puntata tratta della catenaria su appoggi mobili, cioè delle linee sostenute da isolatori pendenti. Il metodo di calcolo esposto dall'Ing. SILVA e che ha il pregio della rapidità nello stesso tempo, dell'esattezza, sarà accolto con interesse.

Circuiti di misura contenenti raddrizzatori.

E' stata già più volte messa in rilievo la crescente importanza, che vengono assumendo i raddrizzatori in genere e fra essi i diodi nel campo delle misure elettriche; e sono stati segnalati i contributi, che studiosi italiani recano allo sviluppo di questo attraente ramo della tecnica (1). Le applicazioni, attuate o proposte, dei tubi elettronici riguardano fra l'altro la misura sia di valori medi, sia di valori efficaci (e quindi anche dei coefficienti di forma) di grandezze alternative, la determinazione di angoli di fase, il rilievo per punti di curve di variazione rispetto al tempo e di cicli di isteresi, la misura di frequenze di svariatissimo ordine di grandezza, la determinazione di capacità elettrostatiche piccolissime e così via.

Ben s'intende, come alla soluzione di tali problemi possa riuscire di notevole aiuto uno studio teorico generale del comportamento dei circuiti di misura comprendenti diodi, studio che il Prof. CARRARA ha affrontato, nella nota che pubblichiamo più oltre, nel caso di vari schemi ottenibili mediante combinazione di un diodo con una resistenza ed una capacità. Anche qui (2) era indispensabile assumere una forma determinata per la « caratteristica » del raddrizzatore ed è stata scelta la più semplice possibile, attribuendo ad esso resistenza infinita in un verso, resistenza nulla nell'altro. I risultati raggiunti appariscono non poco interessanti grazie anche alle ottime conferme sperimentali ottenute dal Prof. Vecchiacchi, di cui è cenno nella conclusione del lavoro e che ci rallegriamo preludano ad altri autorevoli contributi in materia.

LA REDAZIONE.

(1) *L'Elettrotecnica*, 15 dicembre 1930, vol. XVII, n. 35, pag. 824.
(2) Vedi *L'Elettrotecnica*, 25 luglio 1931, vol. XVIII, n. 21, pag. 499.

STUDIO MECCANICO DEI CONDUTTORI DELLE LINEE AEREE (Problema statico)

GIOVANNI SILVA

(Continuazione, v. N. 26, pag. 629)

PARTE SECONDA

Catenaria su appoggi mobili (8).

CAPITOLO PRIMO

CONDIZIONI NORMALI

31. — Le linee aeree ad alta tensione presentano una caratteristica assai singolare. Il conduttore è sostenuto da « catene di isolatori » meccanicamente libere di oscillare nel piano della catenaria.

Per queste linee

d' = campata topografica

non sarà più costante nelle varie condizioni. Infatti se le catene di isolatori sono verticali, le campate sono eguali alle distanze orizzontali tra i pali rispettivi; ma non appena le catene di isolatori prendono una posizione più o meno inclinata, le campate topografiche aumentano o diminuiscono a seconda degli spostamenti orizzontali dei morsetti che sostengono il conduttore.

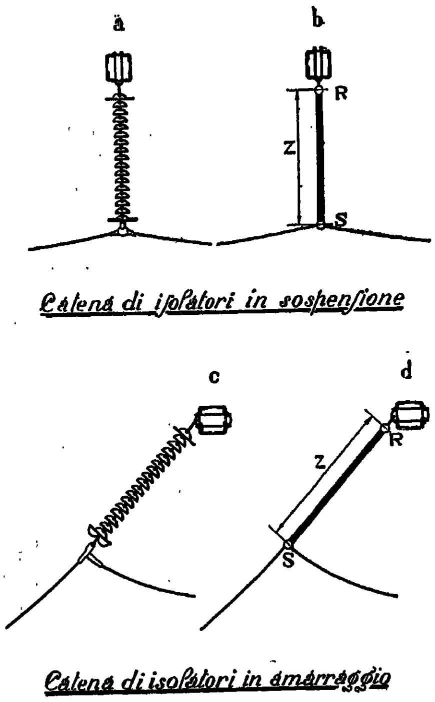


Fig. 31.

Per semplicità trascureremo sempre la componente verticale dello spostamento dei morsetti.

Prima di procedere allo studio dettagliato del fenomeno è utile precisare alcuni concetti fondamentali.

La catena di isolatori in sospensione (fig. 31 *a*) sarà considerata come un'asta articolata in R e S (fig. 31 *b*). Ricordiamo, per incidenza, che isolatori proprio costituiti da un « bastone isolante » sono stati messi in servizio. Il peso della catena si immaginerà concentrato nei nodi R e S.

Le catene di isolatori in amarraggio (fig. 31 *c*) saranno egualmente rimpiazzate da un'asta articolata in R e S. Sulla piccola lunghezza z trascureremo il maggior peso per metro lineare degli isolatori rispetto al conduttore. L'asta RS farà parte della catenaria. In R immagineremo concentrato detto maggior peso. Per linee ad alta tensione aventi conduttori relativa-

(8) Silva (1929). Per altri procedimenti vedasi: Egg (1920), Baticle (1920), Lhermitte (1921), Bourquin (1923), Carpentier (1924-1926), Louis (1925), Jarret Knott (1925), Cotte (1925), Bachet (1926), Langhard (1927-1928-1929), Lapicque (1928), Dolph (1929), Kuusinen (1930).

mente grossi e campate sufficientemente lunghe, questa ipotesi non conduce ad errori apprezzabili.

Ad un palo d'amarraggio corrisponde dunque un appoggio fisso della catenaria.

Diremo «tratta» l'insieme di catenarie comprese fra due amarraggi (appoggi fissi) successivi.

32. - Inclinazione delle catene di isolatori - Generalità.

Prendiamo in considerazione la tratta della fig. 32.

a) Primo stato - Posa. — Ammetteremo sempre che la tratta sia messa in opera collo stesso parametro a per tutte le catenarie. Ciò vuol dire che le tensioni orizzontali T_0 nei punti 1, 2, 3, 4, 5, saranno tutte eguali; esse si equilibreranno sui nodi 2, 3, 4.

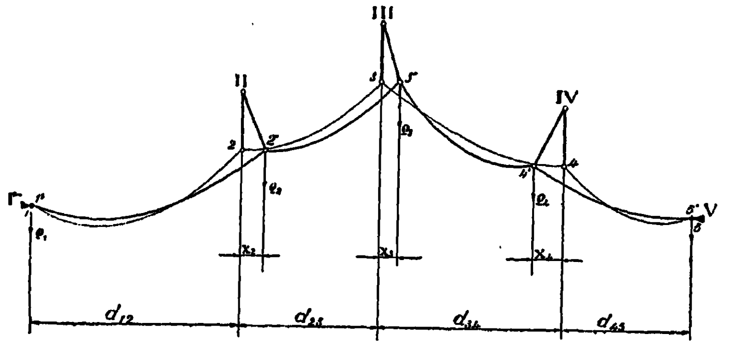


Fig. 32.

Le catenarie esercitano nei nodi 2, 3, 4, delle forze soltanto verticali.

Le catene di isolatori in sospensione II, III, IV sono dunque in posizione verticale (prescrizione generale di posa).

b) Secondo stato. — In seguito al cambiamento delle condizioni di temperatura e di carico, il parametro varierà diversamente, in generale, per ciascuna catenaria. Le tensioni orizzontali T_0 non saranno più eguali e i nodi 2, 3, 4 non saranno più in equilibrio: essi saranno appunto sollecitati dalla differenza ΔT_0 fra le tensioni T_0 delle catenarie che si appoggiano in ciascun nodo. Questi nodi debbono dunque spostarsi fino a raggiungere una nuova posizione di equilibrio 2', 3' 4'.

Il problema che ci proponiamo di risolvere è allora il seguente:

Messa in *opera* l'intera tratta con lo stesso parametro (catene di sospensione verticali) in certe condizioni (di posa), quale sarà la posizione delle catene di isolatori allorquando si considerino altre condizioni di temperatura e di carico?

Notiamo subito che i nodi (morsetti) 2, 3, 4, si spostano nel senso di diminuire la campata della catenaria più sollecitata e di aumentare quella della catenaria meno sollecitata. Questo spostamento tende ad annullare la differenza ΔT_0 che è la causa dello stesso spostamento.

Il nuovo stato di equilibrio 2', 3', 4' è dunque stabile.

Ne dedurremo che la sollecitazione massima dell'intera tratta risulterà minore di quella che competerebbe alle stesse catenarie su isolatori rigidi.

Ancora una volta siamo in presenza di una deformazione spontanea della catenaria e constatiamo che *la sollecitazione del filo ne risulta diminuita.*

Gli isolatori di sospensione sono stati introdotti nella tecnica in seguito a considerazioni di sicurezza elettrostatica e meccanica. E' curioso notare che a questi vantaggi per l'isolamento si aggiunge anche un altro vantaggio meccanico relativamente alla stabilità del filo.

Una linea equipaggiata con isolatori sospesi si comporta dunque come un sistema elastico suscettibile di deformarsi per effetto delle forze applicate. Questa *elasticità* sarà tanto più grande quanto più sarà grande la possibilità di spostamento dei nodi 2, 3, 4, cioè *quanto più sarà lunga la catena di isolatori.*

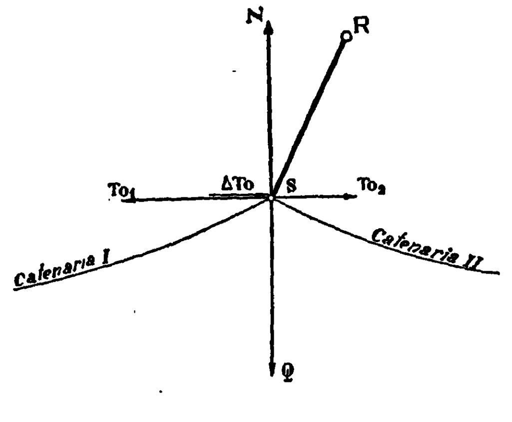
E' dunque praticamente inutile prendere in esame questi studi se la catena di isolatori non è sufficientemente lunga, cioè se la tensione della linea non è sufficientemente elevata.

Lo spostamento delle catene provoca in ciascuna campata una variazione della freccia di senso opposto a quello della variazione della tensione.

Il calcolo delle catenarie tenendo conto dell'inclinazione degli isolatori è dunque, in pratica, *un calcolo di verifica delle freccie massime.* E' inutile infatti verificare ancora la stabilità del conduttore, se ciò è stato già fatto col calcolo (più semplice) della Parte I (supponendo rigidi gli isolatori). Ciò toglie a questo problema molta parte dell'importanza talvolta attribuitagli.

33. - Poligono delle forze per una serie di catenarie - Diagramma Cremoniano.

a) Lo studio analitico del problema in questione è assai complesso. Un tentativo di indagine analitica potrà trovarsi nell'articolo già citato (SILVA, 1929). Però è assai più esatto, rapido e convincente il procedimento grafico che qui sotto esponiamo.



Forze applicate ad un nodo

Fig. 33.

b) Consideriamo un nodo S in equilibrio (fig. 33). Le catenarie e la catena di isolatori ad esso applicate lo solleciteranno colle forze: T_{01} e T_{02} tiri orizzontali rispettivi;

Q somma delle sollecitazioni verticali delle due catenarie e dell'eventuale parte del peso della catena applicato in S;

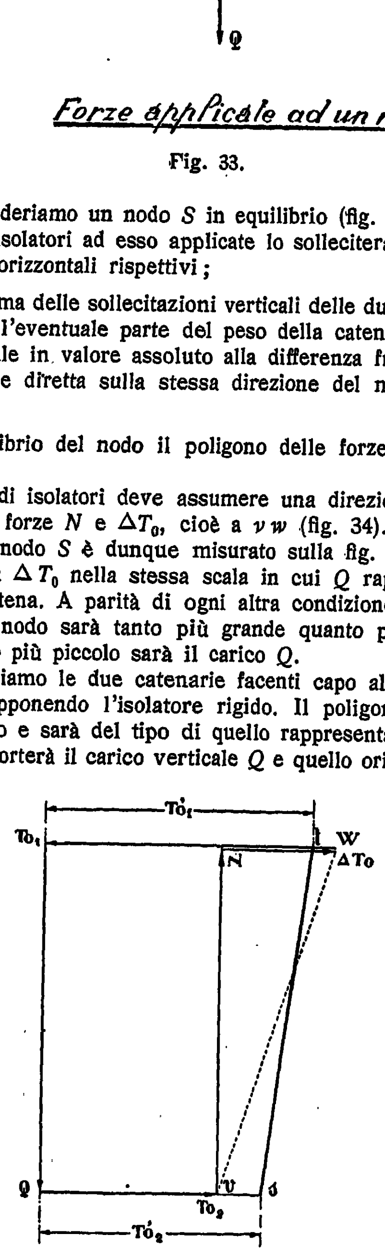
ΔT_0 eguale in valore assoluto alla differenza fra i tiri T_{01} e T_{02} e diretta sulla stessa direzione del minore fra i due.

$N = -Q$.

Per l'equilibrio del nodo il poligono delle forze risulterà chiuso (fig. 34).

La catena di isolatori deve assumere una direzione parallela alla risultante delle forze N e ΔT_0, cioè a $v\,w$ (fig. 34). Lo spostamento orizzontale del nodo S è dunque misurato sulla fig. 34 dal segmento che rappresenta ΔT_0 nella stessa scala in cui Q rappresenta la lunghezza della catena. A parità di ogni altra condizione lo spostamento orizzontale del nodo sarà tanto più grande quanto più lunga sarà la catena e quanto più piccolo sarà il carico Q.

c) Calcoliamo le due catenarie facenti capo al nodo (morsetto) considerato, supponendo l'isolatore rigido. Il poligono delle forze è allora immediato e sarà del tipo di quello rappresentato nella fig. 34. L'isolatore sopporterà il carico verticale Q e quello orizzontale $-\Delta T_0$.



Poligono delle forze applicate ad un nodo

Fig. 34.

Sostituiamo ora all'isolatore rigido la nostra catena di isolatori RS. Il morsetto S si sposterà verso sinistra perchè esso è sollecitato dalla differenza delle sue sollecitazioni T_{01} e T_{02}. Se durante lo spostamento queste forze non variassero la catena prenderebbe una posizione parallela alla risultante $v\,w$ delle forze ad essa applicate e lo spostamento orizzontale del morsetto S sarebbe misurato da ΔT_0 sulla stessa scala in cui Q misura la lunghezza della catena.

Invece durante lo spostamento la forza T_{01} diminuisce e quella T_{02} cresce. La causa dello spostamento (forza ΔT_0) diminuisce rapidamente, e quindi *l'equilibrio sarà raggiunto prima che la catenaria assuma la posizione* $v\,w$, per esempio nella posizione $s\,t$ (fig. 34).

Il problema è quindi ridotto a determinare questa risultante $s\,t$ la cui inclinazione coincide con quella della catena di isolatori nella nuova posizione di equilibrio. Questa risultante precisa anche i nuovi tiri T_{01}' e T_{02}' che competono alle due catenarie ad equilibrio raggiunto, e quindi i nuovi parametri rispettivi. Questi ultimi poi debbono assicurare, per le nuove catenarie, le stesse *lunghezze a riposo* delle catenarie rispettive prima dello spostamento del morsetto. E' precisamente questa condizione che rende il problema ben determinato e che impone una e una sola condizione di equilibrio.

colla condizione che la lunghezza a riposo resti costante. E' questo un problema immediatamente risolubile coi procedimenti indicati al paragr. 14. Esso conduce a diagrammi del tipo rappresentato nella fig. 40.

Si tracci allora ad arbitrio la retta $s\,t$ sulla fig. 37. Essa individuerà due nuovi tiri T_{01}' e T_{02}' cioè due nuovi parametri:

$$a_1' = \frac{T_{01}'}{\delta} \quad , \quad a_2' = \frac{T_{02}'}{\delta}$$

e anche la variazione Δd subita dalle due campate (misura di $\Delta T_0'$ nella stessa scala in cui Q rappresenta la lunghezza della catenaria).

La catenaria I subirà una variazione $-\Delta d$, quella II una variazione $+\Delta d$ della campata.

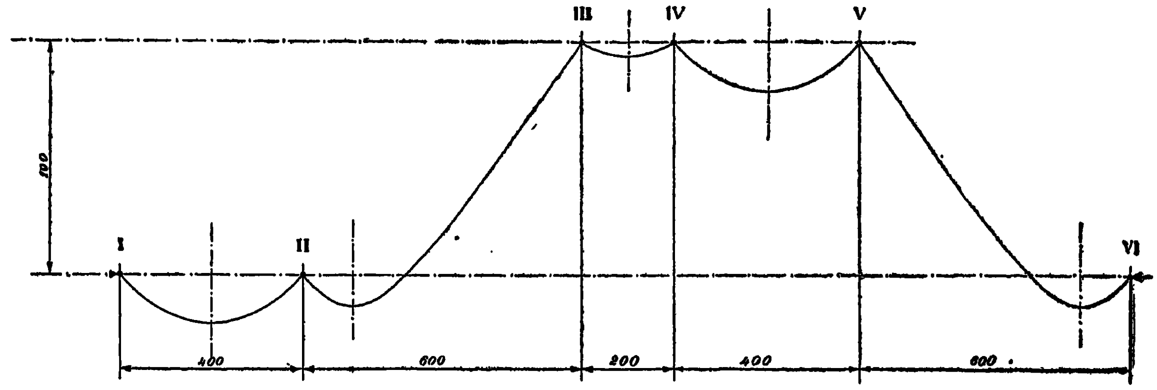


Fig. 35.

Ne deduciamo: il solo poligono delle forze non può bastare per la determinazione della risultante $s\,t$ (fig. 34); occorre completarlo con una ulteriore condizione espressa analiticamente o, meglio, graficamente.

d) Si supponga per semplicità di considerare le due catenarie che insistono sul morsetto S della fig. 33, gli altri due estremi essendo supposti in amarraggio.

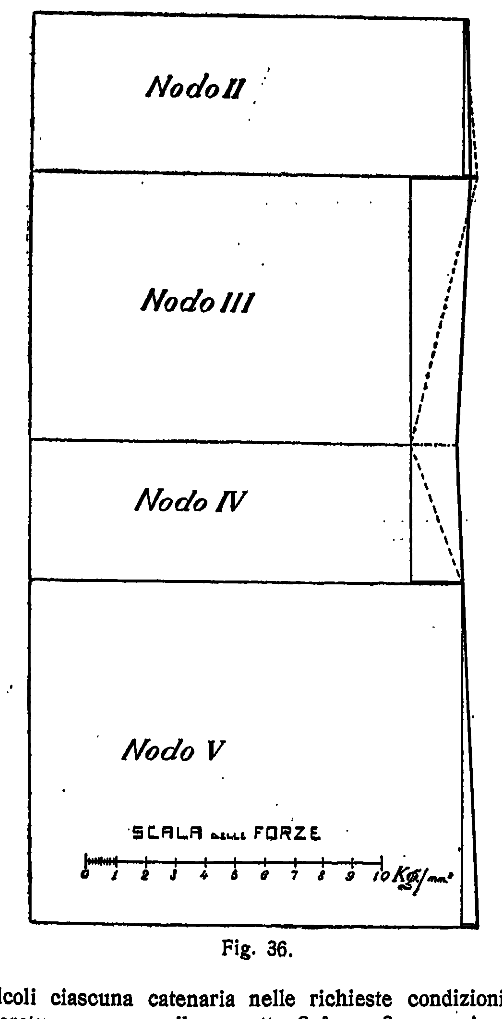


Fig. 36.

Si calcoli ciascuna catenaria nelle richieste condizioni di carico e di temperatura come se il morsetto S fosse fisso e si costruisca il relativo poligono delle forze 34. Si calcolino anche per entrambe le catenarie i parametri a in funzione della variazione della campata Δd,

A tali variazioni devono corrispondere sul grafico del tipo fig. 41, i parametri a_1' e a_2'. Se ciò non fosse occorrerebbe ripetere il tentativo per un'altra posizione della risultante $s\,t$ (fig. 34) fino a che tale condizione sia soddisfatta. In generale con pochi tentativi successivi si giunge a determinare la risultante $s\,t$ che risolve il problema.

e) Se le campate sono più di due l'applicazione del procedimento è sempre possibile, nodo per nodo. Si consideri ad es. la serie di campate della fig. 35 alla quale corrisponda, in certe condizioni di carico e di temperatura, e con isolatori rigidi, la serie di poligoni di forze della fig. 36.

Nei successivi poligoni compare una stessa forza (con segni contrari); essi possono quindi disegnarsi in modo da avere un lato in comune, come appunto è stato fatto sulla fig. 36. Il lettore noti l'analogia col diagramma di Cremona di un traliccio reticolare piano.

Ripetiamo il ragionamento già fatto precedentemente.

Sostituiamo agli isolatori rigidi quelli sospesi.

Se durante lo spostamento gli sforzi non variassero, le catene di isolatori prenderebbero una direzione parallela ai segmenti punteggiati sulla fig. 36.

In realtà esse si sposteranno assai meno e prenderanno le inclinazioni rappresentate dai segmenti a tratto grosso.

Per la determinazione di questa posizione di equilibrio bisognerebbe ripetere opportunamente, nodo per nodo, quanto già detto precedentemente, dopo aver costruito per ogni campata le curve (a, Δd).

Daremo tutti i dettagli del procedimento al paragr. 36 trattando un problema in cui gli spostamenti sono molto più sensibili e di più esatta determinazione.

34. - Linee con catene di isolatori sempre verticali.

Immaginiamo di costruire i pali di linea in modo tale che la cerniera superiore R di ciascuna catena possa spostarsi liberamente su di un piano orizzontale (fig. 37). Queste catene saranno in equilibrio solo in posizione verticale. La differenza ΔT_0 dei tiri applicati che, nel caso precedente, provoca *l'inclinazione della catena* (cerniera R fissa) farà ora spostare parallelamente a sè stessa l'intera catena $R\,S$, fino ad annullare detta differenza ΔT_0. Raggiunta dunque questa nuova posizione di equilibrio i parametri delle catenarie saranno eguali. Una linea munita di catene così spostabili è dunque *caratterizzata dalla perpetua eguaglianza dei parametri per tutte le catenarie di ogni tratta, in tutte le condizioni di carico e di temperatura.*

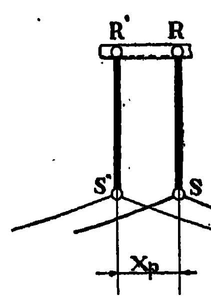


Fig. 37.

Anche in questo caso l'indagine grafica è assai preferibile a quella analitica (per la quale rimandiamo al nostro studio già citato).

Si riprenda l'esempio del paragr. 33 e) supponendo già tracciato il poligono cremoniano (isolatori rigidi) fig. 36.

La posizione di equilibrio sarà rappresentata da una linea verticale anzichè dalla spezzata in tratto grosso della stessa fig. 36.

Fra le infinite linee possibili sceglieremo quella caratterizzata da un tiro T_0 e quindi da un parametro a tale che la somma di tutte le variazioni delle campate sia nulla:

$$\Sigma \Delta d = 0.$$

Occorre anche qui il solito diagramma (a, Δd) tracciato, per ciascuna campata, colla condizione λ = costante.

Dalle variazioni della campata Δd si ricaveranno poi gli spostamenti x_p di ciascuna catena.

Questo sistema di sospensione non può trovare grandi applicazioni per il fatto che gli spostamenti consentiti sono necessariamente limitati. Allora le differenze ΔT_0 delle tensioni debbono pure essere molto piccole, cioè le varie catenarie debbono essere quasi eguali, se sono a livello, e succedersi con particolare simmetria, se non sono a livello.

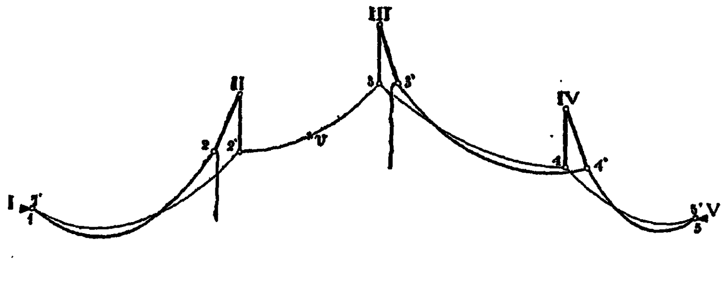
Capitolo Secondo

CONDIZIONI ANORMALI

Rottura del filo.

35. - Generalità.

Si consideri una certa tratta (fig. 38) in date condizioni di carico e di temperatura. Quale sarà la posizione d'equilibrio di un tale sistema quando il filo si rompe in un certo punto v?



Rottura del filo

Fig. 38.

E' evidente che le catene di isolatori che sostengono la catenaria che si è spezzata, divengono catene in amarraggio (fig. 38). La lunghezza a riposo del filo per le catenarie adiacenti a quella spezzata, è dunque aumentata della lunghezza (nota) della catena di isolatori. Dovremo studiare due tratte conoscendo di ciascuna catenaria tutti gli elementi, in particolare le lunghezze a riposo.

La risoluzione del problema è dunque un semplice caso particolare della questione già trattata al paragrafo 33.

Un esempio chiarirà meglio il nostro procedimento.

36. - Esempio.

Supponiamo di considerare la tratta di catenarie della fig. 35.

Ciascuna catenaria sia stata calcolata indipendentemente dalle altre, e i risultati del calcolo possano compendiarsi nelle prime tre colonne della tabella seguente:

	Catenarie			
	I-II IV-V	II-III V-VI	III-IV	IV-V anormale
d	400	600	200	400
h	0	100	0	0
a	983	992	950	757
T_0	7,915	7,981	7,645	6,092
Q_A	1,630	1,118	0,803	1,636
Q_B	1,630	3,714	0,803	1,636

Nella condizione invernale «0° con neve» il filo si rompa immediatamente a destra del morsetto V. Supporremo sempre che il filo non possa scorrere nel morsetto.

La catena V diviene un appoggio fisso (amarraggio) e la catenaria IV-V assume una lunghezza a riposo λ di:

$$402{,}264 + 2{,}000 = 404{,}264 \text{ m}$$

essendo 402,264 la lunghezza a riposo prima della rottura e 2 m la lunghezza della catena di isolatori. Calcoliamo dunque questa nuova catenaria per la condizione 0° con neve e con questa nuova lunghezza a riposo.

I risultati del calcolo son riportati nell'ultima colonna della tabella precedente.

La tratta che dobbiamo studiare è allora quella rappresentata nella fig. 39. Per ciascun nodo abbiamo indicato i tiri orizzontali e verticali esercitati delle catenarie rispettive, nell'ipotesi che le catene II, III, IV, siano costrette alle posizioni verticali. Ai tiri verticali in ciascun nodo si potrebbe eventualmente aggiungere tutto o parte del peso della catena di isolatori, riferendolo a ciascun mm² della sezione del conduttore. Trascurando il peso degli isolatori determineremo sicuramente *i massimi possibili spostamenti delle catene.*

Lasciamo libere le catene: esse prenderanno nuove posizioni di equilibrio che determineranno le corrispondenti variazioni delle campate. I parametri e le tensioni delle singole catenarie varieranno colla condizione che la lunghezza a riposo di ciascuna di esse resti costante.

Bisogna allora determinare il diagramma che permette di calcolare per ciascuna catenaria il parametro a in funzione della variazione Δd della campata, con λ costante.

I calcoli relativi dovrebbero svilupparsi in base alle formule del paragr. 14 dando a λ i valori che competono a ciascuna catenaria, a d i vari valori ottenuti spostando il morsetto di 10, 20, 30.... 100 cm, determinando D e quindi per ciascun caso:

$$a = \frac{d}{D}.$$

Si noti però che questi calcoli possono semplificarsi se si ammette di mantenere costante l anzichè λ, il che sembra lecito in questo particolare problema. Si potrà allora ritenere:

$$d \frac{\operatorname{Sen} \frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} = \text{costante}$$

per ogni catenaria interessata.

Se ne ricavano immediatamente i diagrammi della fig. 40.

La fig. 42 rappresenta il poligono di Cremona per il caso in cui gli isolatori si suppongano rigidi. Se i nodi sono mobili la nuova

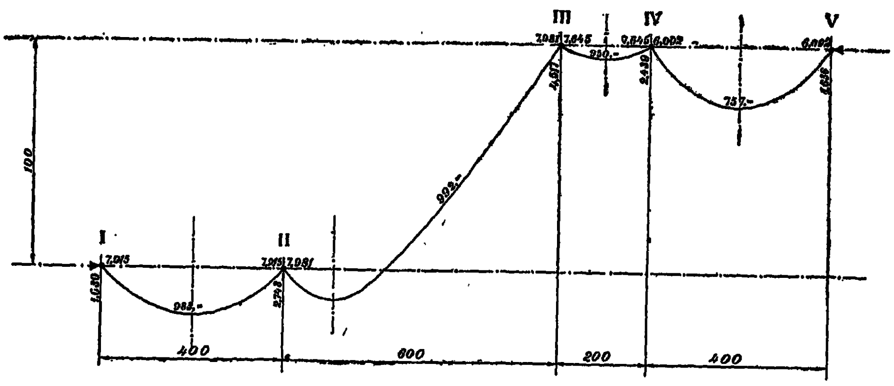


Fig. 39.

posizione di equilibrio sarà determinata con qualche tentativo, partendo da un estremo, per es. quello di destra (fig. 39).

1° Tentativo. — Il nodo IV si sposta di 50 cm a sinistra (linea tratteggiata sulla fig. 42.

Campata V - IV: $\Delta d = +0{,}50$, $a = 807$ (fig. 40) , $T_0 = 6{,}50$. In base a questo valore di T_0 e allo spostamento imposto al nodo traccio sul diagramma cremoniano la retta parallela alla direzione della catena. Essa preciserà per la

Campata IV - III: il nuovo $T_0 = 7{,}12$, $a = 884$, $\Delta d = -0{,}10$ (Fig. 40). Ne segue che il nodo III si sposta di $50 - 10 = 40$ cm a sinistra. Il valore di T_0 e lo spostamento del nodo precisano la retta parallela alla direzione della catena. Se ne dedurrà per la

Campata III - II: il nuovo $T_0 = 8{,}025$, $a = 995$, $\Delta d = +0{,}07$ (Fig. 40). Il nodo II dovrebbe spostarsi di $40 + 7 = 47$ cm a sinistra. Impossibile. Lo spostamento iniziale è stato assunto troppo grande.

2° Tentativo. — Il nodo IV si sposta di 45 cm a sinistra (linee a tratto e punto sulla fig. 42).

Campata V - IV : $\Delta d = + 0{,}45$, $a = 800$, $T_0 = 6{,}45$;

» IV - III : $T_0 = 7{,}01$, $a = 870$, $\Delta d = -0{,}12$; il nodo III si sposta di 33 cm a sinistra;

» III - II : $T_0 = 7{,}75$, $a = 962$, $\Delta d = -0{,}56$, il nodo II si sposta di 23 cm a destra. Impossibile. Lo spostamento iniziale è stato assunto troppo piccolo.

Abbiamo supposto invariabili le forze verticali Q applicate a ciascun nodo. Volendolo si potrebbe ripetere il diagramma in base ai nuovi valori di Q per ciascun nodo, ottenendo una soluzione ancora più esatta. Ma, in generale, questa ulteriore complicazione è inutile.

Capitolo Terzo

Studio di una linea completa (isolatori di sospensione).

37. - Dopo quanto abbiamo detto risulta spontaneo di eseguire il calcolo di una linea su isolatori sospesi come se questi fossero rigidi

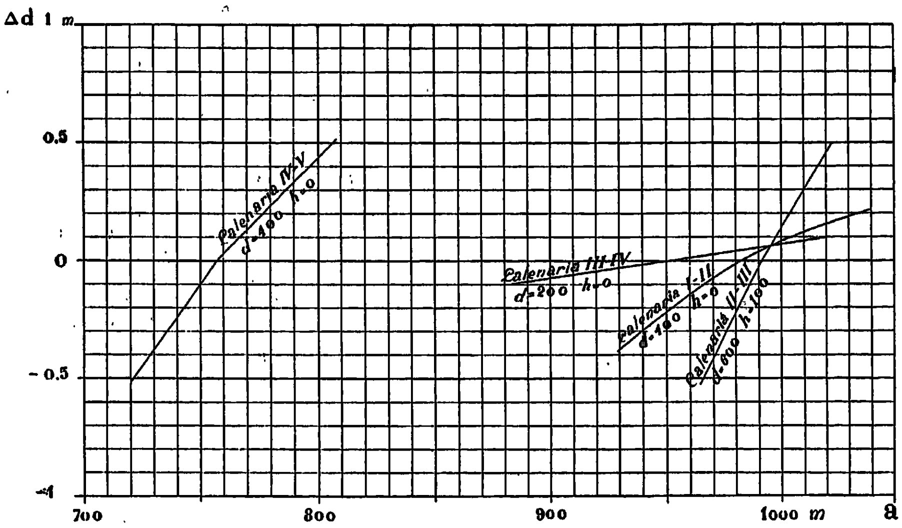


Fig. 40.

3° Tentativo. — Il nodo IV si sposta di 47 cm a sinistra (linea a tratto pieno sulla fig. 42).

Campata V - IV : $\Delta d = + 0{,}47$, $a = 803$, $T_0 = 6{,}47$;

» IV - III : $T_0 = 7{,}05$, $a = 877$, $\Delta d = -0{,}12$; il nodo III si sposta di 35 cm a sinistra;

» III - II : $T_0 = 7{,}83$, $a = 975$, $\Delta d = -0{,}31$; il nodo II si sposta di 4 cm a sinistra;

» I - II : $T_0 = 7{,}90$, $a = 980$.

Come verifica a questo valore del parametro per la campata I - II deve corrispondere una variazione $\Delta d = \sim -0{,}04$ della campata (fig. 40). Ciò è soddisfatto con sufficiente approssimazione.

(paragr. 30). Il calcolo sarà sicuramente più prudente. Terremo conto dell'inclinazione delle catenarie solo in delicate circostanze, nelle quali la verifica esatta della freccia sia richiesta da particolari esigenze. Così pure, in qualche caso, potrà interessare il calcolo delle «condizioni anormali» (rottura del conduttore), per esempio per attraversamenti di altre linee, quando si imponga una certa distanza di sicurezza anche nel caso della rottura del filo nella campata adiacente a quella di attraversamento.

Fatta dunque eccezione di qualche calcolo speciale (da eseguirsi coi metodi grafici della Parte II) noi consigliamo, per maggior prudenza e semplicità, di *considerare le catenarie sempre su appoggi fissi,* coll'avvertenza che nelle condizioni di posa le *catene di sospen-*

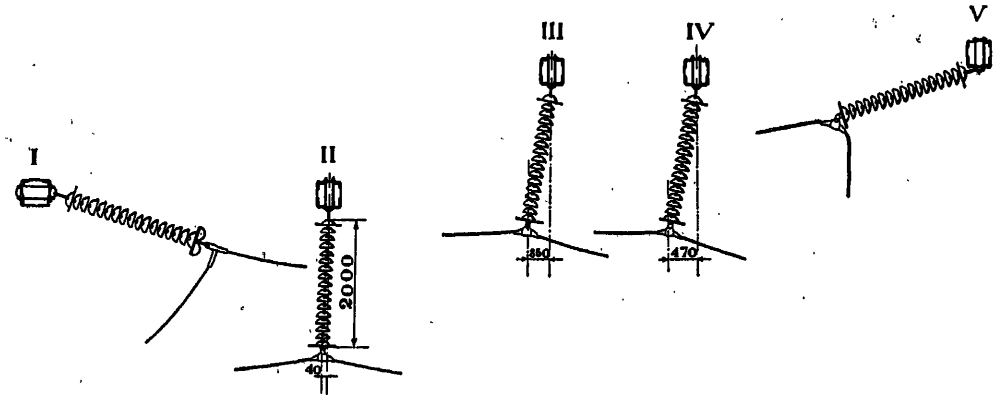


Fig. 41.

Riassumendo : gli spostamenti orizzontali dei nodi sono :

Nodo IV :	cm 47	a sinistra	
» III :	» 35	»	»
» II :	» 4	»	»

La fig. 41 rappresenta le catene nella loro posizione effettiva dopo la rottura del conduttore.

I parametri delle nuove catenarie (a spostamento avvenuto) sono :

Catenaria :	V - IV	$a = 803$ m
»	IV - III	877 »
»	III - II	975 »
»	II - I	980 »

Le catenarie sono così perfettamente individuate e tutti i loro elementi possono calcolarsi (vedi paragr. 16 *b*).

sione di una stessa tratta debbano essere verticali. Questa ultima condizione semplifica ancora notevolmente i calcoli. Infatti in ciascuna tratta vi sarà una delle catenarie che apparirà più sollecitata delle altre. Si calcoli questa catenaria colla condizione che il tiro massimo T_B non superi il valore di sicurezza nella condizione più gravosa. In particolare si determineranno tutti i parametri delle condizioni di posa.

Tutte le altre catenarie della tratta dovranno avere gli stessi parametri di posa e per esse il calcolo sarà quindi immediato.

Le linee su isolatori sospesi sono dunque di un calcolo assai più rapido di quelle su isolatori rigidi. Cogli isolatori rigidi ogni catenaria esige l'intero calcolo, con quelli sospesi si calcola, in pratica, una sola catenaria per ogni tratta.

La corda di terra *è sempre su appoggi fissi.* Ne segue che per una grande linea con isolatori sospesi, munita di corda di terra, que-

st'ultima può esigere calcoli molto più lunghi di quelli necessari per il conduttore.

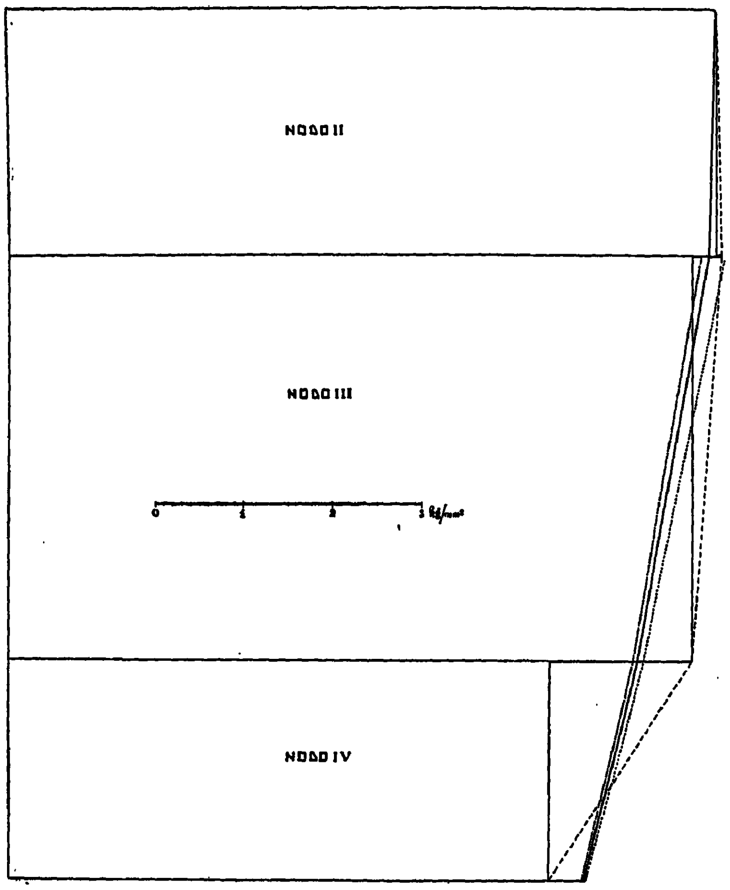


Fig. 42.

Rimandiamo alla Parte III l'esempio dettagliato di calcolo di una grande linea. (*Continua*).

RADDRIZZAMENTO DI TENSIONI ALTERNATIVE CON CIRCUITI COMPRENDENTI UN DIODO, UNA RESISTENZA E UNA CAPACITA'

N. CARRARA

Viene studiato il comportamento, sotto alimentazione con tensione alternata, di tre diversi circuiti, che rappresentano le possibili combinazioni pratiche ottenibili con un diodo, una resistenza e una capacità.
E' stato determinato l'andamento della corrente attraverso la resistenza e il valor medio nel tempo della corrente stessa.
Per la tensione applicata sono stati considerati il caso di forma rettangolare, con semi periodi di egual durata, con la presenza o meno di una componente continua e il caso di forma sinoidale.
Si è supposto che il diodo avesse resistenza infinita per tensioni di placca negative e nulla in caso contrario.
Le lettere minuscole stanno ad indicare i valori istantanei.
v *tensione alternativa applicata,*
v_c *tensione ai capi della capacità* C,
v_R *tensione ai capi della resistenza* R,
i *corrente attraverso la* R,
I_m *valore medio nel tempo della corrente* i,
ρ *resistenza interna del diodo.*
Le varie tensioni s'intendono positive quando le loro polarità sono come è indicato nelle rispettive figure.

1. - Circuito N. 1. — *Resistenza in parallelo col diodo* (fig. 1).

a) *Tensione applicata rettangolare con semiperiodi di eguale durata.* — Per il primo semiperiodo sia $v = V_1$ e per il secondo semiperiodo $v = V_2$, dove V_1 e V_2 hanno valore e segno qualunque, purchè $V_1 > V_2$. Nella fig. 2 si è considerato, a guisa di esempio, il caso particolare $V_2 = -V_1$. Supponiamo, per fissare le idee, che per $t = 0$, $v = V_1$. Supponiamo ancora, per $t = 0$, $v_c = V_1$, ciò che apparirà giustificato in seguito.

Tale tensione rimane evidentemente invariata per tutto il semiperiodo. Nell'intervallo di tempo tra 0 e $T/2$ abbiamo dunque:

$$v_c = V_1 \quad , \quad v_R = 0 \quad , \quad q_{R1} = 0 \, ,$$

dove q_{R1} indica la quantità di elettricità passata attraverso la R tra 0 e $T/2$.

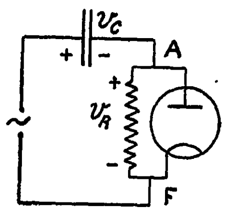


Fig. 1.

Alla fine del 1° semiperiodo ($t = T/2$) la tensione applicata salta al valore V_2, ($V_2 > V_1$); il condensatore tende a portarsi alla tensione V_2, mediante una corrente di scarica diretta da F verso A. Tale corrente, non potendo percorrere il diodo, passa attraverso la resistenza R. Questa fase di scarica dura per tutto il secondo semiperiodo, alla fine del quale è sempre $v_c > V_2$ e $v_R < 0$. Nell'intervallo di tempo fra $T/2$ e T abbiamo così:

$$\rho = \infty \quad , \quad v_R = V_2 - v_c = (V_2 - V_1)\, e^{-\frac{t - T/2}{CR}} \text{ [1]};$$

$$q_{R2} = \frac{V_2 - V_1}{R}\, C R \, (1 - e^{-\frac{T}{2CR}}) \, ,$$

dove q_{R2} indica la quantità di elettricità che attraversa la resistenza R nell'intervallo di tempo tra $T/2$ e T.

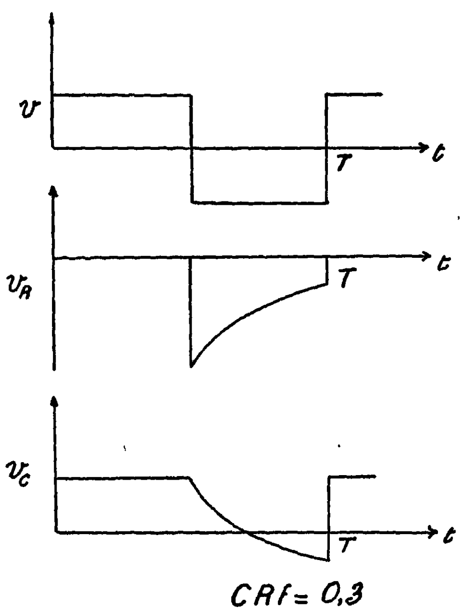


Fig. 2.

Alla fine del secondo semiperiodo ed inizio del terzo ($t = T$) la tensione v torna al valore V_1; allora, invertendosi il senso della corrente, ρ diventa zero e v_c salta al valore V_1. Da T in poi tutto si ripete nella maniera nota. Ad ogni fine di periodo v_c salta dunque a V_1. E' perciò $v_c = V_1$ anche per $t = 0$, come avevamo supposto. Se con I_m si indica il valore medio della corrente nell'intero periodo, risulta:

$$I_m = (q_{R1} + q_{R2})\, f = \frac{V_2 - V_1}{R}\, C R f \, (1 - e^{-\frac{1}{2CRf}}) \, ,$$

dove f è la frequenza $= \frac{1}{T}$; $C R f = \frac{CR}{T}$ è dunque il rapporto fra la costante di tempo del circuito capacità resistenza e il periodo della tensione impressa. Indicando con I_o il valore $I_o = \frac{V_2 - V_1}{R}$, otteniamo

[1] Per la legge di Ohm

$$v = R\, i + v_c \text{ , cioè}$$

$$v = R C \frac{d v_c}{dt} + v_c$$

Ma $v = V_2$, quindi

$$V_2 - v_c = R C \frac{d v_c}{dt} \text{ ; o anche } dt = R C \frac{d v_c}{V_2 - v_c}$$

Integrando tra $T/2$ e t, otteniamo:

$-R C \log \frac{V_2 - v_c}{V_2 - V_1} = t - T/2$, dalla quale, passando dai logaritmi ai numeri, si ricava $V_2 - v_c$ in funzione di $R C$ e t.

infine:

$$1) \qquad \frac{I_m}{I_o} = C R f \left(1 - e^{-\frac{1}{2 C R f}}\right).$$

La 1) ci fornisce dunque, per ogni valore di $C R f$, il valore assunto dal rapporto $\frac{I_m}{I_o}$. Due casi particolari molto interessanti sono quelli in cui è $V_1 = -V_2$ (nessuna componente continua), e $V_2 = 0$ (componente continua con ampiezza eguale a quella della componente alternativa).

Nei diagrammi di fig. 2 è rappresentato l'andamento nel tempo delle tensioni v, v_c, v_R, nel caso $V_1 = -V_2$. La tabella I contiene i corrispondenti valori $\frac{I_m}{I_o}$ in funzione di $C R f$ (3), calcolati con l'approssimazione di 1/2 %. E' da osservare che, nel caso in cui i due semiperiodi non abbiano, come invece si è supposto, eguale durata, basta calcolare q_{R2} per la durata della scarica del condensatore.

TABELLA I.

C $10^{-9}F$	$C R f$	I_m/I_o	C $10^{-9}F$	$C R f$	I_m/I_o
0	0	0	20	1,430	0,422
1	0,071	0,071	30	2,14	0,446
2	0,143	0,139	50	3,57	0,466
3	0,214	0,194	150	7,15	0,483
4	0,286	0,236	200	14,30	0,491
5	0,357	0,269	300	21,4	0,494
7	0,500	0,316	500	35,7	0,497
10	0,715	0,360	1000	71,5	0,498
15	1,072	0,400	∞	∞	0,5

La presente tabella è stata calcolata per $R = 1,38 \; 10^6 \, \Omega$, $f = 51,8$ per/sec.

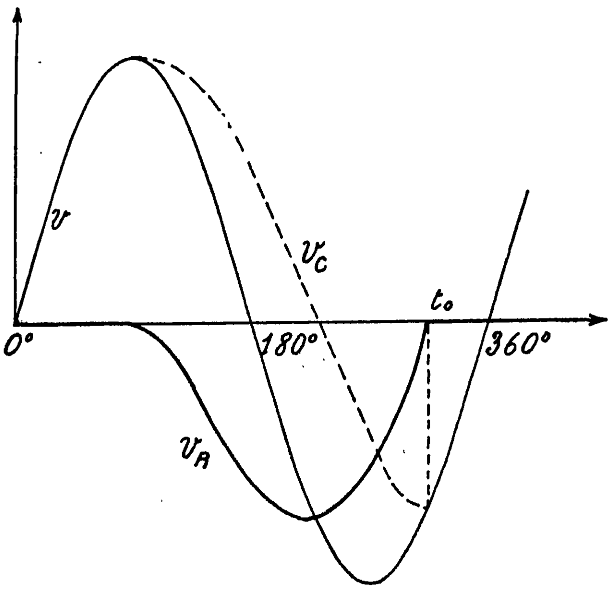


Fig. 3.

b) *Tensione applicata sinoidale* $v = V$ sen ωt, $(V > 0)$ fig. 3). — Supponiamo ora che per $t = \frac{T}{4}$ sia $v_c = V$; da $\frac{T}{4}$ fino a 3/4 T la tensione v diminuisce e il condensatore si scarica soltanto sulla resistenza R, poichè, essendo la corrente diretta da F verso A, $\rho = \infty$. Questa fase di scarica (durante la quale è $v_R < 0$), non solo si estende fino al tempo 3/4 T, a partire dal quale la tensione v comincia nuovamente ad aumentare, ma seguita anche oltre, fino ad un certo tempo t_o, al quale, per l'ulteriore diminuzione di v_c, e per l'aumento di v, si ottiene nuovamente $v_c = v$. E' evidentemente $\frac{5}{4} T \geq t_o \geq \frac{3}{4} T$. Da t_o fino a 5/4 T, la corrente s'inverte, e perciò ρ diventa eguale a zero e $v_c = v$. Da 5/4 T in poi il meccanismo di funzionamento si ripete esattamente nella maniera nota. In tal modo rimane ancora giustificata la ipotesi, fatta in principio, $v_c = V$ per $t = \frac{T}{4}$. Dividiamo dunque l'intervallo di tempo tra $T/4$ e $\frac{5}{4} T$ in due parti, una estesa da $\frac{T}{4}$ a t_o, l'altra da t_o a $\frac{5}{4} T$.

Da $\frac{T}{4}$ a t_o, $\rho = \infty$;

$$v_R = V \operatorname{sen} \omega t - v_c = V \cos\varphi \left[\operatorname{sen}(\omega t - \varphi) - \cos\varphi \, e^{\operatorname{tg}\varphi\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)}\right], \; (^3)$$

dove $\operatorname{tg}\varphi = \frac{-\frac{1}{\omega C}}{R}$ (φ è dunque l'angolo di fase del circuito, R, C per la pulsazione ω).

L'istante t_o è individuato dalla condizione $v_R = 0$, cioè da:

$$\cos\varphi \, e^{\operatorname{tg}\varphi\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)} = \operatorname{sen}(\omega t - \varphi).$$

Abbiamo ancora:

$$q_{R1} = \int_{\frac{T}{4}}^{t_o} \frac{v_R}{R} dt = \frac{V}{\omega R \operatorname{tg}\varphi} (1 - \operatorname{sen} \omega t_o) \; (^4),$$

dove q_{R1} è la quantità di elettricità che passa attraverso la R, durante l'intervallo di tempo $t_o - \frac{T}{4}$.

Da t_o a $\frac{5}{4} T$, $\rho = 0$:

$$v_R = 0 \quad , \quad q_{R2} = 0 \; ,$$

dove q_{R2} è la quantità di elettricità che passa attraverso la R, durante l'intervallo di tempo $\frac{5}{4} T - t_o$.

Finalmente il valor medio I_m della corrente attraverso la R, durante un intero periodo è dato da:

$$\frac{I_m}{I} = \frac{C R \omega}{2\pi} (1 - \operatorname{sen} \omega t_o)$$

dove $I = -\frac{V}{R}$.

Si può facilmente verificare che, per $C R \omega$ tendente a zero, $\frac{I_m}{I}$ tende a zero, e che, per $C R \omega$ tendente all'∞, $\frac{I_m}{I}$ tende ad 1.

In fig. 3 sono rappresentati gli andamenti, nel tempo, di v, v_c, v_R,

(3) I singoli valori di $R f$ o $R\omega$, nei vari casi considerati nel presente lavoro, sono stati scelti tali quali sono, allo scopo di stabilire un confronto immediato con i risultati sperimentali, necessariamente ottenuti per certi valori obbligati di $R f$ o $R\omega$.

(3) Per la legge di Ohm si ha

$$v = R C \frac{d v_c}{dt} + v_c \; , \text{ o anche, } \frac{d v_R}{dt} + \frac{1}{R C} v_R = V \omega \cos \omega t$$

Quest'ultima fornisce

$$v_R = K \, e^{\operatorname{tg}\varphi \cdot \omega t} + V \cos\varphi \operatorname{sen}(\omega t - \varphi),$$

dove K è una costante d'integrazione, il cui valore si determina ponendo $v_R = 0$ per $t = \frac{T}{4}$. Con ciò si ottiene

$$K = -V \cos^2\varphi \, e^{-\operatorname{tg}\varphi \cdot \frac{\omega T}{4}}$$

$$(^4) \int_{\frac{T}{4}}^{t_o} \frac{v_R}{R} dt = \frac{V}{\omega R} \cos\varphi \left[\frac{\cos\varphi}{\operatorname{tg}\varphi} \left(1 - e^{\operatorname{tg}\varphi\left(\omega t_o - \frac{\pi}{2}\right)}\right) + \operatorname{sen}\varphi - \cos(\omega t_o - \varphi)\right]$$

Sostituendo a $\cos\varphi \, e^{\operatorname{tg}\varphi\left(\omega t_o - \frac{\pi}{2}\right)}$, $\operatorname{sen}(\omega t_o - \varphi)$ e semplificando si ottiene q_{R1}.

per $C R \omega = 1$. La tabella II, e il grafico I, fig. 4, danno l'andamento di $\frac{I_m}{I}$ in funzione di $C R \omega$ (5).

TABELLA II.

$\frac{C}{10^{-9} F}$	$C R \omega$	ωt_0	I_m/I	$\frac{C}{10^{-9} F}$	$C R \omega$	ωt_0	I_m/I
0	0		0	30	12,4	395° 50′	0,820
1	0,415	293°	0,127	60	24,8	410° 36′	0,898
2	0,828	309° 59′	0,233	80	33,1	415° 37′	0,921
3	1,24	322° 52′	0,317	100	41,4	419° 8′	0,935
4	1,65	332° 39′	0,384	200	82,8	427° 53′	0,968
5	2,07	340° 29′	0,440	300	124	431° 55′	0,979
6	2,48	346° 51′	0,485	500	207	435° 58′	0,984
8	3,31	356° 47′	0,556	1000	414	440° 3′	0,989
10	4,14	369° 19′	0,610	∞	∞	450°	1,000
20	8,28	385° 18′	0,754				

La presente tabella è stata calcolata per $R = 1{,}257 \cdot 10^6\ \Omega$, $\omega = 2\pi \cdot 52{,}44$.

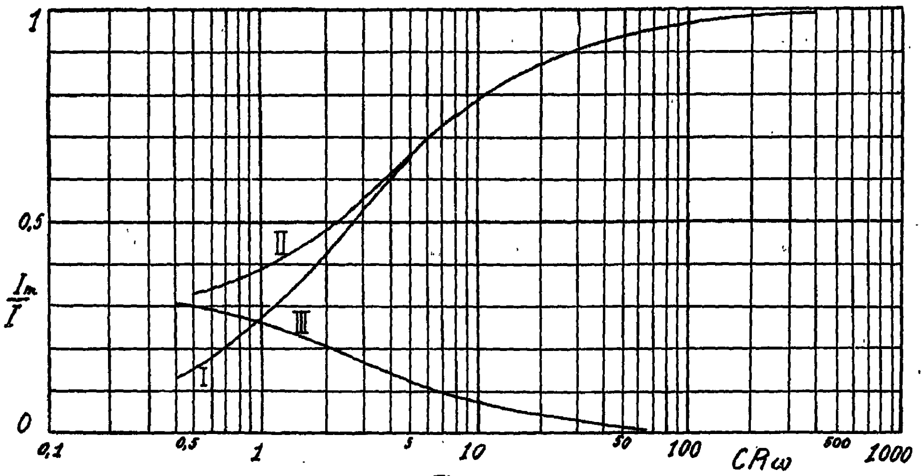


Fig. 4.

2. - **Circuito N. 2.** — *Resistenza in parallelo col condensatore* (fig. 7).

a) *Tensione applicata rettangolare, con semiperiodi di eguale durata* (fig. 8, I e II). — Supponiamo $V_1 > 0$, $V_1 > V_2$. All'inizio del 1° semiperiodo la tensione applicata salta al valore V_1. Il condensatore si carica bruscamente attraverso il diodo e, durante tutto il semiperiodo sarà $v_c = V_1$, poichè una diminuzione anche piccola di v_c, rispetto al valore V_1, non potrebbe sussistere senza una caduta di tensione attraverso il diodo, che si è esclusa per ipotesi. Attraverso la R, sottoposta ad una tensione $v_R = v_c = V_1$, passa una corrente $i = \frac{V_1}{R}$. Tra 0 e $T/2$ abbiamo dunque:

$$\rho = 0 \quad , \quad v_c = v_R = V_1 \quad , \quad q_{R1} = \frac{V_1}{R}\,\frac{T}{2}$$

Al tempo $t = T/2$, fine del 1° semiperiodo ed inizio del secondo, la tensione v si porta bruscamente dal valore V_1 al valore V_2, e la tensione $v - v_c$, applicata al diodo, assume bruscamente il valore negativo $V_2 - V_1$. Il condensatore tende a portarsi alla tensione zero e la corrente di scarica, finchè $V_2 - v_c$ resta negativa cioè $\rho = \infty$, non può che passare per R.

Supponiamo ora che sia $V_2 < 0$ (fig. 8, I). Seguitando il condensatore a scaricarsi sulla R, la tensione v_c (che diverrebbe nulla dopo un tempo infinito) resta sempre maggiore di zero, in tutto il semiperiodo. Conseguentemente la tensione $V_2 - v_c$ ai capi del diodo rimane negativa ed il diodo non interviene mai a turbare la scarica della capacità sulla resistenza. In quest'ipotesi abbiamo dunque, da $T/2$ a T,

(5) Per compilare la tab. II è stato necessario, per ogni valore di $C R \omega$, cioè di φ, ricavare dall'equazione

$$\cos\varphi\ e^{\operatorname{tg}\varphi\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)} = \operatorname{sen}\,(\omega t - \varphi)$$

il corrispondente valore di t. A questo scopo, con le posizioni $\omega t - \frac{\pi}{2} = \alpha$, $\varphi = \frac{\pi}{2} + \theta$, l'equazione è stata trasformata nell'altra:

$$\operatorname{sen}\theta\ e^{-\frac{\alpha}{\operatorname{tg}\theta}} = \operatorname{sen}\,(\theta - \alpha)\ .$$

Ancora, osservando che $\operatorname{tg}\theta = C R \omega$, e ponendo $x = \alpha - \theta$,

$$\operatorname{sen}\theta\ e^{-\frac{x+\theta}{CR\omega}} = -\operatorname{sen}\,x\ .$$

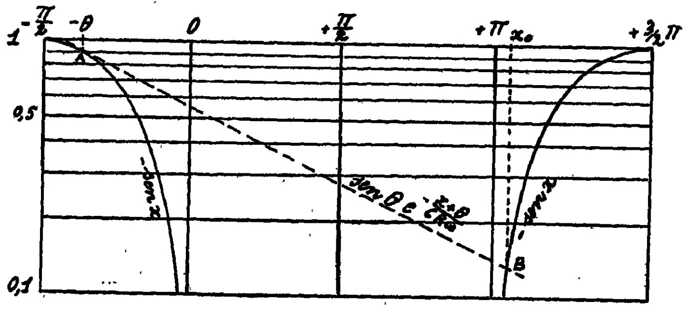


Fig. 5.

Si può allora procedere per via grafica, determinando il valore dell'ascissa $x_0 = \alpha_0 - \theta$, per la quale le curve rappresentative delle funzioni $\operatorname{sen}\theta\ e^{-\frac{x+\theta}{CR\omega}}$ e $-\operatorname{sen}\,x$ si incontrano. Si rileva facilmente, che le due curve sono tangenti per $x = -\theta$ ossia per $\alpha = 0$ (punto A della fig. 5) e che il loro nuovo incontro (punto B) deve accadere per $\pi \leq x \leq \frac{3}{2}\pi$. La costruzione è semplificata se si adopera una scala

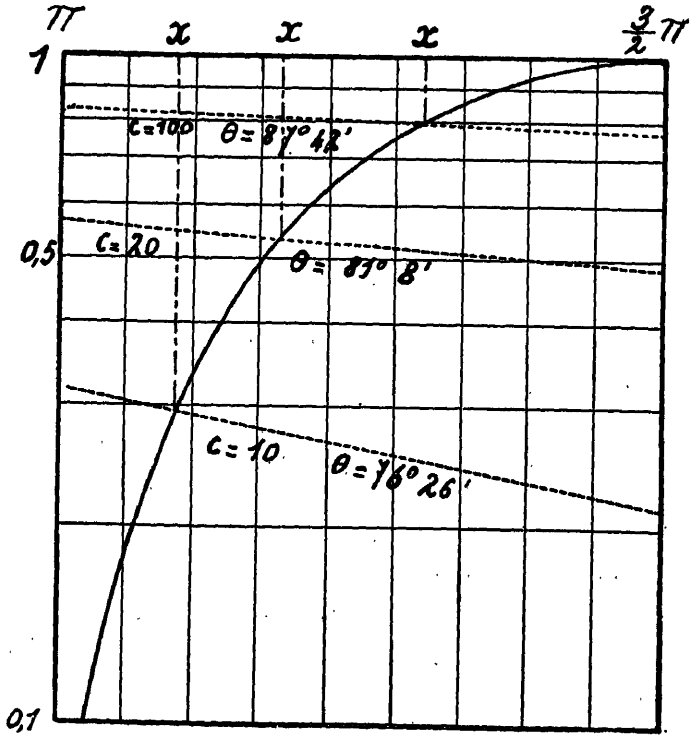


Fig. 6.

logaritmica per le ordinate, perchè in tal caso la $\operatorname{sen}\theta\ e^{-\frac{x+\theta}{CR\omega}}$ è rappresentata da una retta (fig. 5). Poichè tutti i punti come B, neces-

$\rho = \infty$, $v_c = v_R = V_1\, e^{-\frac{t - T/2}{CR}}$, $q_{R2} = \dfrac{V_1}{R} \cdot C R\, (1 - e^{-\frac{T}{2CR}})$

ed infine :

$$I_m = (q_{R1} + q_{R2})\, f \quad ; \quad \frac{I_m}{I_1} = \frac{1}{2} + C R f\, (1 - e^{-\frac{1}{2CRf}}),$$

dove $I_1 = \dfrac{V_1}{R}$.

Osserviamo che, in questo caso, i valori di $\dfrac{I_m}{I_1}$ si ottengono aggiungendo 1/2 ai corrispondenti valori della tabella I, relativa al circuito 1.

Consideriamo ora il caso di $V_2 > 0$ (fig. 8 II). Nel secondo semiperiodo la scarica del condensatore si inizia come nel caso precedente, ma, diminuendo v_c colla solita legge, può accadere che, prima della fine del semiperiodo, pur essendo $v_c > 0$, la tensione $V_2 - v_c$ ai capi del diodo divenga eguale a zero. Allora il diodo interviene a mantenere, fino alla fine del periodo, $v_c = V_2$. Il funzionamento, durante il secondo semiperiodo, assume quindi due aspetti diversi a seconda che il tempo t_o (fornito dall'equazione di scarica del condensatore, ed espresso da $t_o = T/2 + C R \log \dfrac{V_1}{V_2}$), per il quale v_c diventa eguale a V_2, risulta maggiore di T o resta invece compreso tra $T/2$ e T. Nel [illegible]

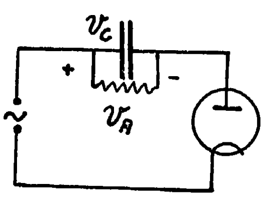


Fig. 7.

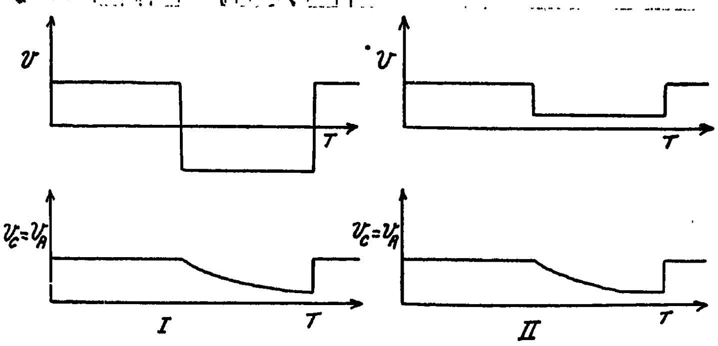


Fig. 8.

1° caso tutto si svolge nella maniera già nota, come quando è $V_2 < 0$. Nel 2° caso occorre invece dividere il periodo in due parti, scrivendo :

da $T/2$ a t_o : $\rho = \infty$, $v_R = v_c = V_1\, e^{-\frac{t - T/2}{CR}}$,

$$q'_{R2} = \frac{V_1}{R} \cdot C R\, (1 - e^{\frac{1 - 2 f t_o}{2 C R f}})\,;$$

da t_o a T : $\rho = 0$, $v_R = v_c = V_2$,

$$q''_{R2} = \frac{V_2}{R}\, (T - t_o) \;;$$

---

sari a determinare i valori di x_o e quindi di α_o e t_o, corrispondenti ai valori che si vogliono attribuire a $R C \omega$, sono compresi fra le ascisse π e $\frac{3}{2}\pi$, si può limitare la costruzione grafica a tale intervallo, come risulta dalla fig. 6. Le rette sen $\theta\, e^{-\frac{x + \theta}{CR\omega}}$ sono state tracciate in fig. 6 determinandone due punti e precisamente quelli corrispondenti ad $x = \pi$, e ad $x = \frac{3}{2}\pi$. Col procedimento descritto si sono ottenuti i valori di x_o e quindi di α_o, con l'approssimazione dei 10′ e poichè questa non si è ritenuta sufficiente, si è determinata la correzione da apportare ad α_o, per ottenere il valore $\alpha_o + y$ più approssimato; e ciò nel modo seguente. La solita equazione, che deve essere soddisfatta da $\alpha_o + y$,

$$\operatorname{sen}\theta\; e^{-\frac{\alpha_o + y}{CR\omega}} = \operatorname{sen}(\theta - (\alpha_o + y))$$

può ridursi, per la piccolezza di y sia rispetto ad 1 che rispetto ad $R C \omega$, all'altra :

$$\operatorname{sen}\theta\; e^{-\frac{\alpha_o}{CR\omega}} \left(1 - \frac{y}{R C \omega}\right) = \operatorname{sen}(\theta - \alpha_o) - y \cos(\theta - \alpha_o)$$

che permette di ricavare algebricamente y.

ed infine :

$$I_m = (q_{R_1} + q'_{R2} + q''_{R2})\, f =$$

$$= I_1 \left[\frac{1}{2} + C R f\, (1 - e^{\frac{1 - 2 f t_o}{2 C R f}}) \right] + I_2\, (1 - f t_o) \;,$$

dove

$$I_1 = \frac{V_1}{R} \;, \quad I_2 = \frac{V_2}{R} \;.$$

Concludendo, quando è $V_2 \leq 0$, o quando, pur essendo $V_2 > 0$, è $A = C R f \log \dfrac{V_1}{V_2} \geq 1/2$, si ha :

$$I_m = I_1 \left[\frac{1}{2} + C R f\, (1 - e^{-\frac{1}{2CRf}}) \right],$$

e quando, essendo $V_2 > 0$, è anche $A < 1/2$,

$$I_m = I_1 \left[\frac{1}{2} + C R f\, (1 - e^{-\frac{A}{CRf}}) \right] + I_2\, (\frac{1}{2} - A).$$

b) *Tensione applicata sinoidale* $v = V$ sen ωt (fig. 9). — Ammettiamo che per $t = \dfrac{T}{4}$ sia $v_c = V$. Allora, a partire da $\dfrac{T}{4}$ e fino a $\dfrac{3}{4}T$, la tensione v decresce. Anche la tensione v_c deve decrescere, perchè il condensatore si scarica sulla resistenza; senza tuttavia poter discendere in nessun istante al disotto della v, altrimenti si manifesterebbe una caduta di tensione attraverso il diodo, ciò che non è ammissibile, per le proprietà attribuite al diodo stesso. Avviene dunque che, fino ad un certo istante $t_1 > \dfrac{T}{4}$, è $v = v_c$, e da t_1 in poi (fino ad un certo altro istante t_2) $v_c > v$. L'istante t_1 è evidentemente individuato dal fatto che, a quell'istante, v deve decrescere con la stessa rapidità con cui decresce v_c (nell'ipotesi che, da t_1 in poi, il condensatore si scarichi solamente su R) e, immediatamente dopo, la rapidità di diminuzione di v deve esser di grandezza superiore a quella di v_c.

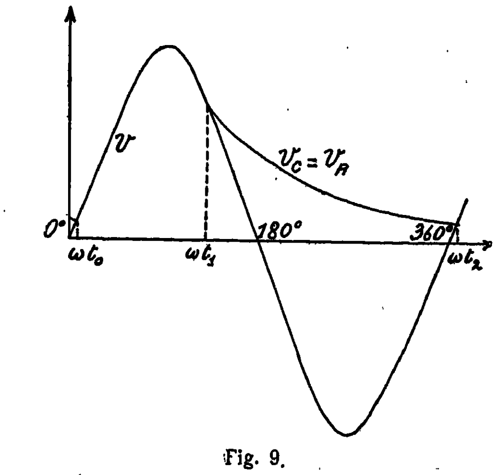


Fig. 9.

L'istante t_1 deve perciò soddisfare alle due condizioni

$$\left(\frac{d(v - v_c)}{dt}\right)_{t = t_1} = 0 \;, \quad \left(\frac{d^2 (v - v_c)}{dt^2}\right)_{t = t_1} < 0 \;, \text{ (intorno destro)}$$

dove $v_c = V$ sen $\omega t_1\, e^{-\frac{t - t_1}{RC}}$

La prima fornisce :

$$\omega t_1 = \operatorname{arctg}(-R C \omega).$$

Tale angolo, essendo compreso fra $\dfrac{T}{4}$ e $\dfrac{T}{2}$, soddisfa senz'altro anche alla seconda, che può scriversi :

$$-(R C \omega)^2 \operatorname{sen}\omega t_1 - \operatorname{sen}\omega t_1 < 0.$$

La scarica del condensatore, iniziatasi al tempo t_1 secondo la legge esponenziale già scritta, termina, come appare chiaramente dalla figura 9, ad un istante t_2, compreso nell'intervallo di tempo tra T e $5/4\,T$, al quale la v è positiva e crescente. Il tempo t_2 è determinato

dall'equazione $v_c = v$, essendo v_c ricavato dalla legge di scarica sulla R, cioè da:

$$\text{sen}\, \omega t_2 = \text{sen}\, \omega t_1\, e^{-\frac{t_2 - t_1}{RC}}$$

Da t_2 fino a $T + t_1$ si ha nuovamente $v_c = v$ e tutto procede di poi nella maniera nota. Tornando indietro nel tempo, vediamo allora che il primo quarto di periodo può essere diviso in due intervalli: da 0 a $t_0 = t_2 - T$, durante il quale è $v_c > v$; da t_0 a $\frac{T}{4}$, durante il quale è $v_c = v$. Rimane così giustificata l'ipotesi, ammessa in principio, che per $t = \frac{T}{4}$ sia $v_c = V$.

Concludendo abbiamo:

1) da $t_0 = t_2 - T$ fino a t_1,

$$v_c = v = V\, \text{sen}\, \omega t \quad , \quad q_{R1} = \frac{V}{\omega R} (\cos \omega t_0 - \cos \omega t_1) = \frac{V}{\omega R} (\cos \omega t_2 - \cos \omega t_1) \;;$$

2) da t_1 a t_2,

$$v_c = V\, \text{sen}\, \omega t_1\, e^{-\frac{t - t_1}{RC}} , \quad q_{R2} = \frac{V}{\omega R} C R \omega\, \text{sen}\, \omega t_1 \left(1 - e^{-\frac{t_2 - t_1}{RC}}\right) = \frac{V}{\omega R} C R \omega\, (\text{sen}\, \omega t_1 - \text{sen}\, \omega t_2).$$

Finalmente, con le solite notazioni:

$$\frac{I_m}{I} = \frac{1}{2\pi} \left\{ \cos \omega t_2 - \cos \omega t_1 + C R \omega\, (\text{sen}\, \omega t_1 - \text{sen}\, \omega t_2) \right\}.$$

La fig. 9 mostra l'andamento delle tensioni v e $v_c = v_R$. La tabella III ed il grafico II (fig. 4), danno i valori di $\frac{I_m}{I}$ in funzione di $C R \omega$.

TABELLA III.

C 10^{-9} F	$C R \omega$	ωt_1	ωt_2	I_m/I
1	0,412	157° 38′	360°	0,331
2	0,823	140° 32′	360°	0,364
3	1,23	129°	361° 43′	0,404
4	1,65	121° 16′	363° 45′	0,448
5	2,06	115° 55′	366° 4′	0,488
6	2,47	112° 2′	368° 42′	0,521
8	3,29	106° 54′	373° 30′	0,579
10	4,12	103° 39′	377° 40′	0,626
15	6,17	99° 12′	386° 2′	0,707
20	8,23	96° 56′	392° 5′	0,758
30	12,35	94° 38′	400° 17′	0,822
40	16,46	93° 28′	405° 50′	0,856
60	24,7	92° 19′	412° 50′	0,898
80	32,9	91° 44′	417° 20′	0,920
100	41 2	91° 24′	420° 28′	0,931
200	82,3	90° 41′	428° 35′	0,964
300	123	90° 28′	432° 18′	0,979
500	206	90° 17′	436° 13′	0,983
1000	412	90° 8′	440° 10′	0,991
∞	∞	90°	450°	1,000

La presente tabella è stata calcolata per $R = 1{,}257 \cdot 10^6\, \Omega$, $\omega = 2\pi \cdot 52{,}11$.

3. - Circuito N. 3. — *Condensatore in parallelo col diodo* (fig. 10).

a) *Tensione applicata rettangolare con periodi di eguale durata* (fig. 11).

Supponiamo per $t = 0$, $v_c = 0$. Supponiamo inoltre $V_1 > 0$, $V_2 < 0$. Fra 0 e $\frac{T}{2}$ sarà:

$$v_c = V_1 \left(1 - e^{-\frac{t}{CR}}\right) \quad , \quad v_R = V_1 - v_c = V_1\, e^{-\frac{t}{CR}}.$$

Indicando con V_c e V_R i valori di v_c e v_R per $t = \frac{T}{2}$, abbiamo:

$$V_c = V_1 \left(1 - e^{-\frac{1}{2CRf}}\right) \quad ; \quad V_R = V_1\, e^{-\frac{1}{2CRf}}.$$

Alla fine del primo semiperiodo la tensione salta da V_1 a V_2 e al principio del secondo semiperiodo ha inizio la scarica del condensatore su R. Da allora si ha dunque:

$$v_c = V_2 + (V_c - V_2)\, e^{-\frac{t - T/2}{CR}} \quad , \quad v_R = -(V_c - V_2)\, e^{-\frac{t - T/2}{CR}}.$$

La tensione v_c diminuisce e diventa nulla all'istante t_0, fornito dalla:

$$t_0 = C R \log \left\{ \left(1 - \frac{V_1}{V_2}\right) e^{\frac{1}{2CRf}} + \frac{V_1}{V_2} \right\}$$

e sarà $t_0 \gtreqless T$ secondochè $|V_2| \lesseqgtr V_1\, e^{-\frac{1}{2CRf}}$.

Il caso $t_0 \geq T$ non ha qui interesse, inquantochè tutto procede come se il diodo non fosse installato nel circuito.

Consideriamo dunque il caso $t_0 < T$. Osserviamo subito che fra t_0 e T, v_c, per le proprietà attribuite al diodo, si mantiene eguale a zero. Allora $v_R = V_2$. Se perciò con q_R indichiamo la quantità di elettricità che passa attraverso la R, tra t_0 e T, abbiamo:

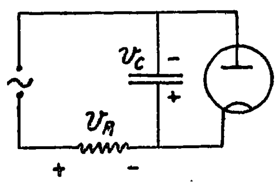


Fig. 10.

$$q_R = \frac{V_2}{R} (T - t_0) \;.$$

Poichè il condensatore ha tensione $v_c = 0$, per $t = 0$ come per $t = t_0$ (durante il quale intervallo di tempo $\rho = \infty$), la quantità di elettricità che passa complessivamente, fra 0 e t_0, attraverso la R, è nulla e perciò il valor medio della corrente nell'intero periodo sarà dato da:

$$\frac{I_m}{I_2} = 1 - C R f \log \left\{ \left(1 - \frac{V_1}{V_2}\right) c^{\frac{1}{2CRf}} + \frac{V_1}{V_2} \right\}, \text{ dove } I_2 = \frac{V_2}{R}.$$

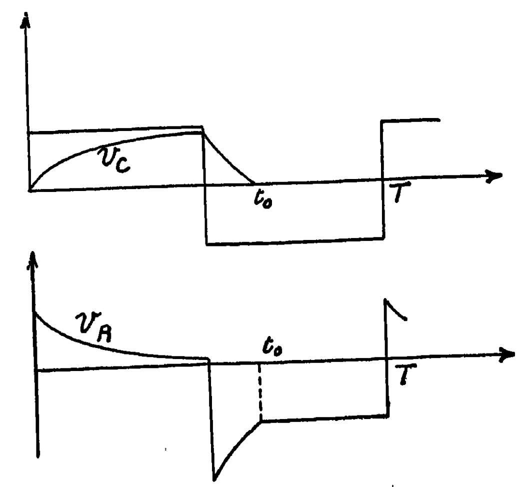


Fig. 11.

I valori di $\frac{I_m}{I_2}$ in funzione di $C R f$ per $V_1 = -V_2$ sono riportati nella tabella IV.

TABELLA IV.

C 10^{-9} F	$C R f$	I_m/I_2	C 10^{-9} F	$C R f$	I_m/I_2
0	0	0,5	40	2,88	0,075
1	0,072	0,450	100	7,20	0,034
4	0,288	0,327	200	14,4	0,029
5	0,360	0,298	300	21,6	0,028
7	0,504	0,254	1000	72	0,000
10	0,720	0,208	∞	∞	0,000
20	1,144	0,132			

La presente tabella è stata calcolata per $R = 1{,}38 \cdot 10^6\, \Omega$, $f = 52{,}14$ per/sec.

b) *Tensione applicata sinoidale* $v = V\, \text{sen}\, \omega t$ (fig. 12). — Supponiamo che per $t = 0$ sia $v_c = 0$.

In tutto l'intervallo di tempo fra 0 e t_0, esclusi gli estremi, è $\rho = \infty$, $v_c > 0$.

Ragionando analogamente al caso N. 1, (vedi anche nota N. 5) otteniamo:

$$v_c = V\, \text{sen}\, \varphi \left[\cos (\omega t - \varphi) - \cos \varphi\, e^{\text{tg}\, \varphi \cdot \omega t} \right],$$
$$v_R = V \cos \varphi \left[\text{sen}\, \varphi\, e^{\text{tg}\, \varphi \cdot \omega t} + \text{sen}\, (\omega t - \varphi) \right].$$

Ponendo $v_c = 0$ nell'espressione di v_c, si ottiene un'equazione, perfettamente analoga a quella stabilita durante lo studio del circuito N. 1, che fornisce l'istante t_o.

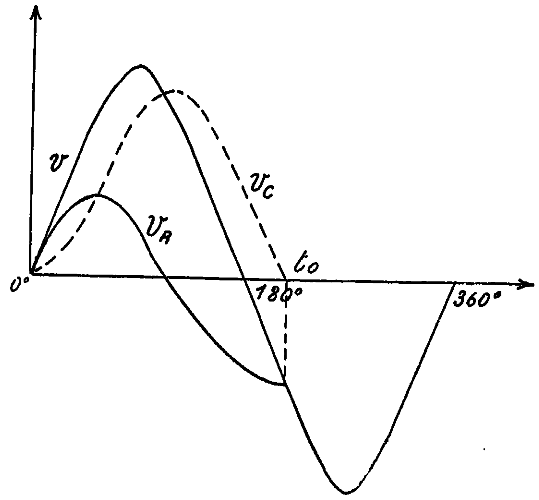


Fig. 12.

Nell'intervallo di tempo fra t_o e T, la v_c resta nulla, e v_R si mantiene eguale a v. Abbiamo quindi:

$$q_R = \int_{t_o}^{T} \frac{v_R}{R} \operatorname{sen} \omega t \, dt = \frac{V}{\omega R} \left[\cos \omega t_o - 1 \right].$$

Poichè $v_c = 0$, tanto per $t = 0$, come per $t = t_o$, la quantità di elettricità che attraversa la R fra 0 e t_o è nulla e perciò la q_R ora espressa dà la quantità di elettricità complessivamente passata attraverso la R nell'intero periodo.

Si ha infine:

$$\frac{I_m}{I} = \frac{1}{2\pi} (\cos \omega t_o - 1) \quad , \quad \text{dove } I = \frac{V}{R}$$

TABELLA V.

C 10^{-9} F	$C R \omega$	I_m/I	C 10^{-9} F	$C R \omega$	I_m/I
1	0,415	0,305	30	12,4	0,065
2	0,828	0,281	60	24,8	0,036
3	1,124	0,255	80	33,1	0,028
4	1,654	0,232	100	41,5	0,023
5	2,07	0,212	200	82,8	0,012
6	2,48	0,195	300	124	0,008
8	3,31	0,168	500	207	0,005
10	4,15	0,147	1000	414	0,002
20	8,28	0,093	∞	∞	0,

La presente tabella è stata calcolata per $R = 1,257 \cdot 10^6 \, \Omega$, $\omega = 2\pi \cdot 52,50$.

Nella tab. V e nel grafico III (fig. 4), sono riportati i valori di $\frac{I_m}{I}$ calcolati in funzione di $C R \omega$.

Conclusione.

La teoria precedentemente svolta permette di seguire, istante per istante, l'andamento delle tensioni v_c e v_R, nei tre circuiti considerati, che rappresentano le possibili combinazioni pratiche, ottenibili con un diodo una resistenza e una capacità, tanto nel caso che la tensione alternativa applicata sia di forma rettangolare, quanto nel caso che tale tensione sia di forma sinoidale.

La teoria stessa permette inoltre di calcolare i valori medii della corrente attraverso la resistenza; i calcoli sono stati eseguiti e i risultati sono stati riportati in tabelle numeriche e in grafici.

Il Prof. Vecchiacchi, che ringrazio per il suo interessamento a questo lavoro, ha sottoposto la teoria al controllo sperimentale. Egli ha eseguito all'oscillografo catodico, nei vari casi, gli oscillogrammi per v_c e v_R, i quali riproducono fedelmente l'andamento previsto per via teorica. Egli ha inoltre eseguite le misure dei valori di I_m nei vari casi, constatando un accordo assai soddisfacente con i valori calcolati (entro l'1 %).

I risultati ottenuti, in special modo le tabelle numeriche e i grafici di fig. 4, possono essere utili per il calcolo delle costanti dei circuiti con diodi, capacità e resistenza, mediante i quali debba ottenersi la conversione di tensioni alternative in continue; possono dunque giovare per lo studio di raddrizzatori e livellatori in genere, per lo studio della rivelazione per caratteristica di griglia, nella ricezione radiotelegrafica e radiotelefonica, (schemi di fig. 1 e 7), ecc.

In particolare la teoria è stata svolta per applicarne i risultati allo studio di apparecchi per la misura dei valori massimi e medii delle tensioni alternative; ciò che sarà oggetto di una prossima nota del Prof. Vecchiacchi.

Ringrazio vivamente S. E. Vallauri per l'aiuto ricevutone.

Livorno - *Istit. Elettrotec. e delle Comunicaz. della R. Marina.*

□ □ LA STAZIONE RADIOTELEGRAFICA A ONDE CORTE DELLA CITTÀ DEL VATICANO □ □ □ □ □ □ □ □

G. GIANFRANCESCHI

Viene brevemente descritto l'impianto e il funzionamento della stazione radiotelegrafica e radiotelefonica che la Società Marconi ha recentemente costruito nella Città del Vaticano.

La Stazione Radio della citta del Vaticano è stata costruita dalla Compagnia Marconi mettendo a profitto tutta l'esperienza che essa ha acquistato nell'impianto di Stazioni di grande potenza a onde corte, ed è veramente riuscita un modello del genere.

Aderendo al cortese invito che ce ne è stato fatto diamo qui una rapida descrizione delle parti più vitali del nuovo impianto.

Alimentazione di energia.

La Centrale Elettrica della Città del Vaticano fornisce corrente continua a 120 V. La Stazione Radio ne assorbe circa 80 kW, e ne invia agli aerei fino a 15.



Fig. 1. — Panorama. - La Cupola di S. Pietro, a sinistra le antenne e la cabina della radio H. V. J.

I gruppi principali sono:

un alternatore monofase che fornisce l'energia ad un trasformatore di potenza e da questo alle valvole rettificatrici, per passare ad una livellazione e di là agli anodi delle grandi valvole;

un motore generatore a bassa tensione che fornisce l'energia per l'accensione dei filamenti;

altri generatori secondari per alcuni gruppi speciali di valvole e per la carica delle batterie.

Pannelli trasmettitori.

Il trasmettitore propriamente detto è diviso in quattro unità:

— un pannello magnificatore disposto per le due frequenze preventivamente fissate;

— due pannelli distinti per ciascuna delle frequenze di 5968 kc, e 15.120 kc, ciascuno dei quali comprende un oscillatore pilota e tre stadi di amplificazione;

— un pannello di modulazione e di assorbimento.

L'oscillatore pilota.

La frequenza dell'onda portante è fissata e mantenuta dall'oscillatore pilota a ponte di Franklin. Nel caso nostro il pilota è costituito da un circuito oscillante che viene accoppiato attraverso la griglia di una valvola schermata ad un primo circuito triplicatore di fre-

quenza, da questo ad un secondo circuito duplicatore e successivamente a due stadi di amplificazione.

La costanza della oscillazione è mantenuta in modo che le possibili variazioni sono al di sotto di un limite di 100 periodi per una frequenza di 20.000 kc per ogni grado centigrado di variazione di temperatura, anche se la tensione di alimentazione, sia all'anodo che ai filamenti, vari del 5 per cento in più o in meno. In altri termini non è ammessa una variazione che raggiunga 1/200.000. Ciò pone il pilota molto al disopra dello stabilizzatore a quarzo, oltre agli altri vantaggi conosciuti.

E l'esercizio quotidiano della Stazione, che ormai si prolunga da vari mesi, conferma pienamente la previsione.

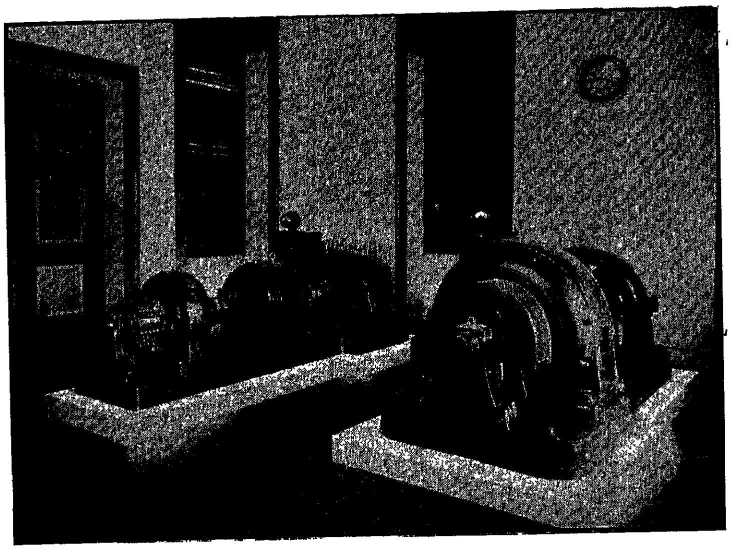


Fig. 2. — Sala delle macchine.

Ogni giorno si controlla la frequenza e si riscontra la perfetta stabilità; le oscillazioni che possono verificarsi nella lunghezza d'onda sono dell'ordine del millimetro: in sei mesi due sole volte si è dovuto leggermente ritoccare la regolazione dell'oscillatore pilota.

L'erogazione del pilota consiste in una fluttuazione di tensione di circa 500 V con una corrente di griglia di circa 30 mA.

Amplificazione intermedia.

L'oscillazione del pilota è condotta successivamente a tre stadi di amplificazione, l'ultimo dei quali è a sua volta condotto all'amplificatore principale.

Il complesso amplificatore immediatamente connesso al pilota ha anche funzione di stabilizzatore. Ciascuno di questi stadi usufruisce valvole Marconi raffreddate ad aria.

Amplificatore di potenza.

E' un pannello comune alle due onde, e contiene l'oscillatore di potenza principale con i circuiti di alta frequenza per l'accoppiamento con gli alimentatori degli aerei.

Comprende due valvole Marconi ad anodo raffreddato per circolazione di petrolio. La potenza delle valvole è di 20 kW.

I circuiti ad alta frequenza possono essere facilmente regolati con l'una o con l'altra delle due onde adoperate.

Unità assorbitrice e modulatrice.

Il quarto pannello contiene tanto gli elementi dell'assorbitore per la trasmissione telegrafica, che quelli del modulatore per la trasmissione telefonica.

L'assorbitore è costituito da un gruppo di valvole che riversano l'energia in una apposita rete di resistenze. Le valvole sono rese conduttrici o no facendo variare il segno del potenziale di griglia. I segnali Morse inviati a mano, o con la Wheatstone, azionano un relais di piccola corrente che comanda un circuito pre-assorbitore il quale a sua volta determina il potenziale di griglia delle assorbitrici. Con questo sistema il carico del trasmettitore resta costante durante le segnalazioni telegrafiche, e l'energia viene mandata agli aerei o alle valvole assorbitrici secondo che il tasto è abbassato o no. Ciò permette anche una rapidità di trasmissione molto grande.

Il modulatore è costituito di tre stadi, due premodulatori e un modulatore. La modulazione è ottenuta col sistema ad impedenza di parola. Le valvole premodulatrici sono accoppiate alle valvole modulatrici con accoppiamento resistenza-capacità. Le due valvole modulatrici sono anche esse raffreddate a circolazione di petrolio e la potenza che assorbono nello stato di emissione della sola onda portante è eguale a quella assorbita dal magnificatore principale.

Alimentatori di aerei.

L'energia erogata dal magnificatore principale viene condotta agli aerei attraverso un cilindro di rame di 3 centimetri di diametro, isolato nell'interno di un secondo cilindro concentrico di dieci centimetri di diametro, mantenuto al potenziale del suolo. Usciti dalla sala dei trasmettitori i cilindri alimentatori sono condotti per un tunnel che passa sotto le mure di Leone IV fino alla calata degli aerei. La connessione cogli aerei è fatta mediante due cassette di accoppiamento che contengono due bobine funzionanti da autotrasformatori.

Gli aerei e i loro alimentatori vengono regolati in modo che complessivamente agiscono come un semplice carico ohmico sul trasmettitore, per evitare qualunque onda riflessa sull'alimentatore.

Aerei.

Gli aerei sono omnidirezionali monofilari. Ciascuno dei due fili, corrispondenti alle due onde adoperate, ha una propria disposizione a greca, speciale del Marconi, che permette usufrire di tutte le semionde che si formano sul filo.

I due aerei di trasmissione sono appesi alla draglia che corre tra le due torri alte sessanta metri.

Sulla stessa draglia è attaccato l'aereo che serve di alimentatore al grande apparecchio di ricezione *duplex*.

Funzionamento della stazione.

La stazione è attrezzata tanto per la telegrafia quanto per la telefonia, ed ha una portata mondiale.

Per la telegrafia dispone di un apparato Wheatstone con annessa perforatrice del nastro e si può raggiungere una velocità di 200 parole al minuto. Il controllo si può avere mediante un oscillografo scrivente.

Per la telefonia si uso un microfono Reisz-Marconi di eccezionale sensibilità. La modulazione si porta ordinariamente all'80 per cento.

La stazione non ha scopo di radiodiffusione quindi non comprende un «auditorium» ma soltanto una sala di lettura a pareti sorde.

Le comunicazioni telefoniche possono essere fatte a sistema duplex. Uno speciale ricevitore, uno dei primi in Europa, permette non solo la ricezione dei segnali telegrafici o della telefonia, ma altresì il passaggio dalla comunicazione a due fili a quella a quattro, l'invio delle ricezioni su qualunque linea della rete telefonica e la connessione con gli apparecchi scriventi.

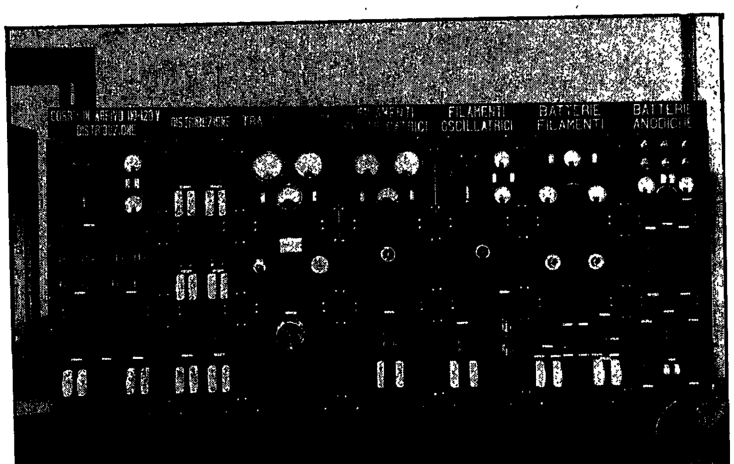


Fig. 3. — Quadri di trasmissione dell'energia.

L'antenna ricevitrice è, come si è accennato, sulla stessa draglia da cui scendono le antenne trasmettitrici, e a pochi metri di distanza. La lunghezza dell'aereo si può fare variare dalla stessa sala di ricezione.

Con questo sistema uno stesso operatore telegrafico può lavorare in duplex con qualunque stazione radiotelegrafica del mondo, come pure la conversazione telefonica è possibile con qualunque altro centro similmente attrezzato.

Già durante il periodo di prova furono fatte varie conversazioni con l'America e con l'Australia.

*

I risultati ottenuti può dirsi che siano superiori alle previsioni. Da qualche migliaia di lettere che abbiamo ricevuto si attesta che

la stazione è intesa in tutto il mondo costantemente ed in ottime condizioni.

In particolare dall'America e dall'Australia ci si asserisce da molti che la stazione H.V.J. è la migliore che giunge oltre gli Oceani. Il messaggio Pontificio pronunciato nella inaugurazione della stazione fu ricevuto in Australia in tali condizioni da permettere la incisione di dischi di grammofono. Altri dischi furono egualmente incisi nel Canadà e negli Stati Uniti.

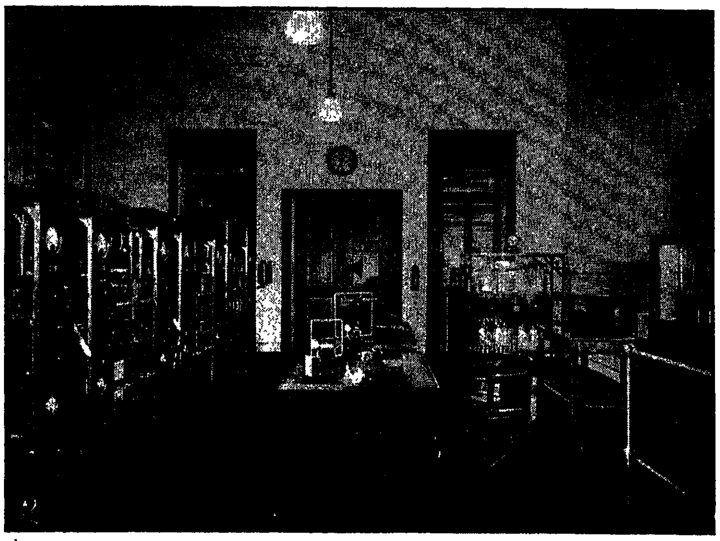


Fig. 4. — Sala dei pannelli di trasmissione, a destra, in fondo trasformatore e valvole rettificatrici.

In una intervista che dall'America desiderarono avere con Marconi, uno dei quesiti fu questo: Che cosa avete fatto in questa Stazione che è riuscita così superiore a tutte le altre? Ma il Marconi rispose alla domanda in forma molto evasiva e si contentò di dire che le Autorità del Vaticano non avevano imposta nessuna restrizione agli ingegneri incaricati dell'impianto, e quindi si erano potuti scegliere i mezzi più opportuni.

Tra qualche giorno la Stazione sarà anche arricchita di un apparecchio Belin per trasmissioni e ricezioni di fotografie.

Avremo anche in breve un oscillografo a raggi catodici che ci permetterà ricerche scientifiche che abbiamo in mente di fare.

XXXVI RIUNIONE ANNUALE

PERUGIA - 9-15 Ottobre 1931

Riassunti di Relazioni e Memorie presentate al Congresso

N. 44.

ALCUNI CRITERI MODERNI PER LO STUDIO E IL PROGETTO DELLE GRANDI SOTTOSTAZIONI

F. Motti.

La comunicazione qui riassunta era intenzionalmente destinata a servire da prefazione all'altra comunicazione dello stesso A. sulle tre sottostazioni di Frattamaggiore, del Tusciano e di Poggioreale della Società Meridionale di Elettricità, ma ne fu poi tenuta distinta per ragioni di coordinamento del programma tecnico della Riunione. Essa trae la sua ragione d'essere dalla constatazione della essenziale importanza che sottostazioni del genere di queste hanno assunto nei moderni sistemi di interconnessione, costituendo esse dei centri collettori di energia interposti tra organi di produzione e organi di erogazione e adempiendo non soltanto alla funzione di cambiare la tensione, ma anche ad altre funzioni, quali regolazione della tensione, collegamento di reti e di impianti, smistamento di immissioni e di erogazioni. Tali sottostazioni sono quindi diverse sostanzialmente dalle classiche stazioni elevatrici o abbassatrici agli estremi dei trasporti di energia e devono rispondere a specialissimi requisiti.

L'esame sistematico di questi requisiti, classificati in requisiti di caratere generale e in requisiti di carattere speciale, forma appunto l oggetto della comunicazione, che ha naturalmente indole sommaria, anche perchè quasi tutti i singoli argomenti in essa ricordati sono diffusamente ed esaurientemente trattati in altrettante memorie presentate alla Riunione. I requisiti di carattere generale riguardano: lo schema, che in tali sotostazioni è sovente assai complesso e deve rendere possibile la più assoluta continuità d'esercizio; i coefficienti di sicurezza nei riguardi della tensione e delle intensità di corrente in regime e in cortocircuito, sulla larghezza dei quali coefficienti non sarà mai sufficientemente insistito; il genere di disposizione, che può essere al chiuso o all'aperto, ma sempre ispirato ai più sani e più moderni concetti. Requisiti particolari sono invece quelli attinenti alle caratteristiche tecniche e di installazione di tutte le singole parti delle sottostazioni: trasformatori, che hanno fatto negli ultimi anni grandi progressi, specialmente nei riguardi della potenza unitaria, dell'isolamento e dei sistemi di raffreddamento ad aria; interruttori, il cui compito diventa sempre più grave per il continuo estendersi e interconnettersi degli impianti; coltelli separatori, la di cui tecnica si è orientata, in tutti i casi importanti, verso i sistemi con comando meccanico e con organi di contatto di particolare costruzione; riduttori di tensione e di corrente, questi ultimi con moderne forme costruttive molto differenti da quelle altre volte usate; connessioni al chiuso e all'aperto; connessioni di terra; quadri e banchi di manovra; quadri schema; quadri di misura; apparecchi di telecomunicazione, che non mancano mai nelle moderne grandi sottostazioni, perchè esse rappresentano quasi sempre anche un nodo nel sistema delle telecomunicazioni stesse. Anche il progetto del fabbricato della sottosatzione deve rispondere a particolari requisiti, pur dipendendo logicamente da usi locali, da esigenze di clima, da disponibilità di materiali e via dicendo.

Nelle sottostazoni di Frattamaggiore e del Tusciano sono installati generatori di potenza reattiva, destinati a regolare la tensione delle reti; analogamente nella comunicazione è fatto cenno di tali dispositivi e, in genere, di altri destinati allo stesso scopo. E' pure sommariamente sfiorato il problema del cambiamento di frequenza che, nella pluralità dei casi, deve essere affidato a convertitori di caratteristica elastica, cioè tali da permettere una certa variabilità nel rapporto delle frequenze.

N. 48.

LA PROTEZIONE DELLE SOTTOSTAZIONI

G. Revessi.

Lo sviluppo della tecnica della protezione delle sottostazioni, — dalle sopraelevazioni di tensione, in quanto le sovracorrenti sono oggetto di altro rapporto, — può distinguersi in tre periodi: in un periodo che va fino ai primi anni del 1900, in cui ha dominato più che altro l'empirismo, in un secondo, che si è prolungato fin dentro la guerra, in cui si è cominciato a profittare delle conclusioni a cui andava giungendo la teoria dei transienti, e in un terzo periodo, che dura tutt'ora, in cui si è finalmente potuto utilizzare anche una larga messe di dati sperimentali, raccolti soprattutto in America: in corrispondenza si è passati dagli impianti a bassa tensione dei primi decenni ad impianti sempre più grandi e a tensioni sempre più elevate, con conseguente modifica delle esigenze di un'efficace protezione.

Uno sguardo panoramico al problema mostra che gradualmente, anche in dipendenza dell'introduzione di apparecchi di manovra più razionali, è diminuita l'importanza data alle sovratensioni di origine interna, e si è finito di riconoscere l'esistenza di un reale pericolo, e la necessità quindi di un'adeguata protezione, più che altro in confronto alle sopratensioni di origine atmosferica, alla attenuazione delle quali però, specialmente nelle reti a bassa e media tensione, contribuisce efficacemente anche la struttura stessa degli impianti, mentre negli impianti ad altissima tensione la necessità di sostenere, anche in regime, differenze di potenziale assai elevate riduce per altro verso la gravità della minaccia.

Ciò permette in impianti di quest'ultimo tipo, provveduto convenientemente alla distribuzione dell'isolamento nei trasformatori, di fare anche a meno di scaricatori, che restano invece necessari alle tensioni più basse, dove i trasformatori non potrebbero essere resi con altrettanta efficacia autoprotetti.

In ogni caso però conviene estendere la protezione anche fuori della sottostazione nei tratti delle linee concorrenti attigui alla sottostazione stessa allo scopo di rendere più energica l'azione che le linee esercitano già di per sè sulle onde migranti: di schiacciamento della fronte, di riduzione del valore di cresta, e della quantità di elettricità convogliata, ciò che può essere ottenuto abbassando il coefficiente di sicurezza degli isolatori, e impiegando eventualmente fili di guardia, il cui intervento deve ritenersi sempre di notevole utilità.

Nè è il caso di preoccuparsi troppo delle onde di riflessione, a cui in ogni punto, dove varia la impedenza caratteristica, e quindi anche in corrispondenza a ogni isolatore e ad ogni apparecchio di protezione, si dà inevitabilmente origine, in quanto ciascuna per sè è di scarsa importanza, e tutte insieme costituiscono la via attraverso cui si riduce gradualmente, con ben altro vantaggio, l'onda principale.

N. 52.

NOTE SULL'ESERCIZIO DELLE SOTTOSTAZIONI DELLE GRANDI RETI URBANE

F. CARATI.

La relazione passa dapprima in rapida rassegna i diversi tipi di locali nei quali sono sistemate le sottostazioni di trasformazione nelle grandi città, per fare quindi alcune considerazioni sul numero e sulla potenza delle sottostazioni stesse, in relazione alla tensione adottata per la distribuzione e ai diversi modi di allacciamento delle cabine alla rete primaria.

Accenna poi brevemente alle apparecchiature elettriche normalmente usate, svolgendo alcune considerazioni sui tipi dei trasformatori in aria ed in olio e sulle loro possibilità di raffreddamento.

Seguono alcuni accenni al problema della regolazione della tensione ed ai dispositivi impiegati a tale scopo e ai mezzi ed apparecchi adottati per la protezione della parte meccanica e della parte elettrica delle apparecchiature e dei trasformatori, citando alcuni dati statistici sulle cause delle bruciature e delle interruzioni nelle cabine.

In ultimo esamina brevemente il problema della richiusura automatica dgli interruttori, analizzando vantaggi ed inconvenienti e fa qualche accenno ai pericoli ed alle prevenzioni degli incendi ed ai rapporti di locazione esistenti tra distributore e proprietario dello stabile nel quale sono sistemate le cabine di trasformazione.

N. 53.

INTORNO AD UN SISTEMA DI COMMUTAZIONE SOTTO CARICO PER TRASFORMATORI

F. MANZINI - A. PASI.

Fra i molti schemi proposti per la regolazione sotto carico di trasformatori ed autotrasformatori è degno di particolare considerazione quello che utilizza l'inserzione di una reattanza con presa a metà avvolgimento, tra due derivazioni successive dell'avvolgimento del trasformatore, quando si voglia ottenere la tensione media fra quella delle derivazioni stesse, mentre la reattanza viene ad essere messa in serie alla linea con metà delle sue spire quando sia connessa con una sola derivazione del trasformatore.

La reattanza accennata richiede una particolare costruzione che ne renda possibile l'inserzione continua, sia con metà avvolgimento percorso dalla corrente di carico, sia come divisore di tensione fra due prese successive; essa per il suo carattere particolare, è stata indicata col nome di autotrasformatore preventivo.

Un esame molto semplice del funzionamento ad autotrasformatore preventivo in serie, e ad autotrasformatore preventivo in derivazione, permette di stabilire quale sia il tipo più opportuno da adottare per questo apparecchio; esso corrisponde alla condizione in cui entrambi i casi di inserzione sia assorbita la stessa energia magnetizzante dell'autotrasformatore stesso.

L'apparecchiatura richiesta per la commutazione sotto carico ha per caratteristica particolare quella di poter resistere ad un funzionamento molto frequente, mentre deve interrompere solo una piccola frazione del carico del trasformatore.

La manovra è semplicissima e riduce al minimo gli organi meccanici di comando con la certezza che qualsiasi posizione assunta dal regolatore non può portare alcun inconveniente, ciò che invece potrebbe eventualmente verificarsi con altri sistemi.

L'applicazione del sistema illustrato è stata fatta ad un gruppo di due trasformatori delle seguenti caratteristiche:

kVA 5000 - Frequenza 42 periodi.

22.300 - 22.500 - 22.800/6480 più o meno 5 % volt con regolazione automatica della tensione.

Questa viene comandata da un relais di tensione attraverso due relais a tempo che assicurano un funzionamento tranquillo del sistema di commutazione in base al regime del circuito principale.

Infine l'applicazione del metodo esposto può essere fatta ad autotrasformatori per i quali risulta molto conveniente l'applicazione di interruttori del tipo a contattore i quali permettono di dare all'apparecchiatura la maggiore compattezza e semplicità.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Ancora sui trasformatori a tre avvolgimenti.

Riceviamo:

Con riferimento alla teoria del trasformatore a tre avvolgimenti, l'Ing. Norsa mi fa notare che l'induttanza associata ad uno qualunque dei rami della stella equivalente, può essere interpretata come la mutua induzione di due linee aventi un ritorno comune.

Infatti se 1-3 e 2-4 (fig. 1) sono due linee distinte comunque disposte, si può scrivere:

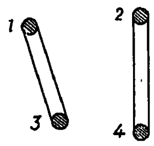


Fig. 1.

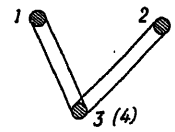


Fig. 2.

$$m_{13,24} = m_{12} - m_{14} - m_{23} + m_{34} \tag{1}$$

Se, per esempio, 3 coincide con 4 (fig. 2) la (1) diventa:

$$m_{13,23} = m_{12} - m_{13} - m_{23} + l_3 \tag{2}$$

che dà una delle due espressioni di L_3 indicate nella mia lettera del 2 andante.

Poichè:

$$m_{12} = \frac{l_1 + l_2 - l_{12}}{2}, \quad m_{13} = \frac{l_1 + l_3 - l_{13}}{2}, \quad m_{23} = \frac{l_2 + l_3 - l_{23}}{2} \tag{3}$$

sostituendo nella (2) si ottiene:

$$m_{13,23} = \frac{l_1 + l_2 - l_{12} - l_1 - l_3 + l_{13} - l_2 - l_3 + l_{23}}{2} + l_3 = \frac{-l_{12} + l_{13} + l_{23}}{2} \tag{4}$$

che è l'altra espressione di L_3 indicata nella lettera suddetta.

La (4) si può ottenere subito dalla (1) dopo aver trasformato questa per mezzo di espressioni analoghe alle (3) nella:

$$m_{13,24} = \frac{-l_{12} + l_{14} + l_{23} - l_{34}}{2} \tag{5}$$

Se (3) coincide con (4), la (5) diventa

$$m_{13,23} = \frac{-l_{12} + l_{13} + l_{23}}{2}$$

L'osservazione dell'Ing. Norsa è interessante inquantochè permette d'attribuire alle induttanze associate a ciascun ramo della stella equivalente di un trasformatore a tre circuiti un significato fisico meglio definito di quelli comunemente usati.

Infatti l'espressione «induttanza associata» non ha ne può avere significato fisico perchè non si può ammettere che un'induttanza vari pur restando immutato il circuito al quale è attribuita come avviene cambiando di posizione uno degli avvolgimenti naturalmente diversi da quello considerato.

Se un'induttanza così calcolata fosse proprietà ben definita dello avvolgimento al quale si attribuisce, si sarebbe trovato un mezzo semplice di risolvere il vecchio problema della divisione del flusso disperso fra i due circuiti di un comune trasformatore a due avvolgimenti, problema assolutamente indeterminato nonostante che taluno propenda per l'appartenenza di questo flusso all'avvolgimento eccitato ciò che dovrebbe portare ad ammettere che nel secondario possa stabilirsi una corrente senza campo magnetico il che è contrario, sembra, ad ogni più elementare principio.

Inoltre anche attribuendo ai coefficienti induttivi della stella equivalente il significato di particolari mutue induzioni originate dalla considerazione di un avvolgimento in corto circuito, occorre sempre fare una limitazione e cioè che tali coefficienti sono relativi alla posizione nello spazio dell'avvolgimento in corto circuito e quindi può non suonar bene parlare di un coefficiente di mutua induzione variabile fra due avvolgimenti fissi.

L'osservazione dell'Ing. Norsa non porterebbe a restrizioni col considerare tali coefficienti come mutue induzioni fra due linee aventi un ritorno comune.

Milano, 7 settembre 1931. Ing. B. CERRETELLI.

* *

Con riferimento all'articolo dell'Ing. F. Correggiari, apparso sul n. 23-24 del Giornale, vi sarò grato se vorrete pubblicare le seguenti mie osservazioni:

1. — L'Ing. Correggiari ha istituito un controllo per prevedere che il metodo di calcolo delle cadute di tensione nei trasformatori a tre avvolgimenti da me proposto conduce a risultati erronei, basandosi, il Correggiari, sul caso particolare del corto circuito binario, con terziario aperto.

Il detto controllo non ha però, a mio giudizio, valore probatorio, poichè esso contraddice alla condizione che la corrente magnetizzante I_0 sia piccola rispetto alle correnti secondaria I_2' e terziaria I_3', e quindi la I_0 sia trascurabile agli effetti dei flussi magnetici dispersi (primario, secondario e terziario) e della suddivisione in due parti eguali di ognuna delle reattanze binarie $X_{1s} + X_2'$, $X_{1t} + X_3'$, ripartizione che ha senso solo quando tutti i circuiti sono in carico.

Il circuito equivalente (fig. 3) nell'articolo da me pubblicato su questo Giornale il 15 giugno 1925 è stato stabilito considerando tutti i circuiti in carico, e pure con riferimento a questa condizione di carico ho indicata la semplificazione circa il valore della reattanza primaria X_1. Dal testo del mio lavoro si può desumere, anche se non detto in modo del tutto esplicito, che alla reattanza X_1 io cerco di attribuire un valore tale che la tensione reattiva di dispersione $X_1 I_1$ risulti, in valore e fase, sensibilmente eguale alla somma geometrica delle tensioni reattive *$X_{1s}\, \underline{I_2'}$ ed $X_{1t}\, I_3'$. Il fatto di assegnare sbrigativamente ad X_1 il valore $X_1 \cong 0{,}5\, X_{1s} + 0{,}5\, X_{1t}$ pecca certo di arbitrarietà, ma l'assegnazione non manca di fondamento teorico in quanto con essa (almeno qualora le reattanze X_{1s}* ed *X_{1t} siano poco diverse ed, aggiungo anche, qualora i carichi secondario e terziario siano poco diversi) io tendo a riprodurre nel primario una tensione reattiva eguale alla risultante delle singole tensioni reattive primarie, procedenti dai due distinti carichi, secondario e terziario, che ritroviamo sovrapposti geometricamente sul primario.*

Osservo qui però che il circuito equivalente da me stabilito può servire, senza alcun cambiamento, anche se uno dei due carichi è una frazione, più o meno piccola, del normale. In tal caso sarà necessario, per meglio aderire al concetto di riproduzione delle singole tensioni reattive di cui sopra, modificare il calcolo della X_1, perchè l'influenza della reattanza X_{1t} sul valore della X_1 decrescerà col calare del rapporto $\dfrac{I_3'}{I_2'}$, mentre aumenterà quella della reattanza X_{1s}. Il coefficiente moltiplicativo di X_{1s} dovrà crescere, quello di X_{1t} dovrà calare rispetto al valore medio 0,5. *Se invece il rapporto tra carico terziario e secondario aumenta, i coefficienti varieranno a rovescio.*

Nei due casi limiti possibili per il trasformatore a tre avvolgimenti: secondario in carico e terziario aperto, terziario in carico e secondario aperto, si dovrà attribuire alla X_1 rispettivamente il valore X_{1s} o quello X_{1t}. Il circuito equivalente coinciderà in questi casi limiti con quello relativo al comune trasformatore a due avvolgimenti; difatti in fig. 3 sopracitata scompare una delle branche derivate a valle dell'ammettenza di eccitazione del flusso principale, e nella branca che resta non compare più la f. e. m. di mutua induzione E_{x2i}' od E_{x3i}'.

Dopo quanto precede, chiaro appare che la conclusione a cui giunge il Correggiari a pag. 554 non può venire accettata, e meno che meno si potrà poi generalizzare tale conclusione come fa il Correggiari.

2. — Quanto alle f. e. m. di mutua induzione da me introdotte nel circuito equivalente, il Correggiari obbietta che esse urtano le nozioni teoriche fondamentali. Ciò in realtà non sussiste, perchè il significato di tali f. e. m. è stato da me precisato con riferimento a flussi dispersi di estensione limitata e definita (come dalle figg. 2 e 5 del mio primo lavoro). La diversità dei coefficienti di m. i. corrispondenti alle dette f. e. m. sarà una conseguenza della diversità dei flussi stessi.

A maggior chiarimento dirò che le speciali f. e. m. di m. i. da me introdotte nel calcolo differiscono dalle f. e. m. di m. i. globale come le f. e. m. di autoinduzione libera nelle macchine differiscono dalle f. e. m. di autoinduzione totale. Anche i coefficienti di a. i. libera si riferiscono a flussi di estensione limitata e definita ma non pertanto è lecito asserire che il loro impiego nel calcolo contraddice alle nozioni teoriche fondamentali.

Di conseguenza, credo che questa obbiezione del Correggiari non abbia importanza decisiva.

3. — Il Correggiari osserva che la ripartizione, fatta da me come da altri Autori, delle singole reattanze binarie, ognuna in due reattanze eguali, è arbitraria. In ciò sono d'accordo col Correggiari, perchè la detta ripartizione non è che un'interpretazione analitica convenzionale di una realtà fisica molto complicata.

Aggiungo però che si possono elevare dubbi anche sulla validità dell'assegnazione al primario di tutta la reattanza di dispersione binaria. Il Correggiari afferma che tutta questa reattanza appartiene sempre all'uno od all'altro circuito del trasformatore, a seconda del senso in cui fluisce l'energia. Ora qui si potrebbe chiedere come si svolgano le cose quando, pure restando immutato il senso in cui fluisce l'energia, il carico secondario è capacitativo ed il flusso principale risulta eccitato prevalentemente dalle amperspire secondarie anzichè dalle primarie.

4. — Il mio metodo di calcolo contiene certo ipotesi arbitrarie, ma, a mio parere, anche il metodo americano o della stella equivalente non ne è immune. Le equazioni (C-2) scritte dal Correggiari a pag. 549 sono esatte, ma l'arbitrarietà si compie, inavvertitamente, quando, per rendere quelle utilizzabili, si è costretti ad ammettere implicitamente che i coefficienti di autoinduzione e di mutua induzione che figurano nelle dette equazioni per trasformatore in carico e tensione normale coincidano colle grandezze corrispondenti ricavabili dalle prove di corto circuito binario. Oltre alla saturazione magnetica, che è diversa nei due regimi di funzionamento (carico e tensione normale, corto circuito), nel trasformatore a tre avvolgimenti in carico riscontriamo, e ciò ha forse maggiori conseguenze, la sovrapposizione di due sistemi di flussi un un'unica struttura magnetica. Questa sovrapposizione, che manca nelle prove di corto circuito binario, produrrà una distribuzione molto più complessa delle linee di induzione del campo reale globale, e ne conseguiranno, probabilmente, variazioni di riluttanze dei circuiti magnetici, correnti parassite ed ammortimenti di dispersioni magnetiche diversi da quelli che si avranno nelle prove di corto circuito binario. Quindi, all'atto pratico, la rigorosità delle formule può venire menomata dalla determinazione dei parametri che in esse figurano.

A mio modesto giudizio, solo l'esperienza potrà dire se l'ipotesi arbitraria da cui è affetto il metodo della stella equivalente possa influenzare l'esattezza dei risultati di più o di meno di quanto non faccia l'arbitrarietà delle mie ipotesi nel metodo da me proposto. Perciò mi auguro che qualcuno voglia istituire un confronto tra i due metodi sulla base sicura di risultati pratici sperimentali.

Terminando, credo bene esporre una non inutile conclusione che si può ricavare da questa discussione. Essa è la seguente:

Il metodo di calcolo mio e quello americano o della stella equivalente si servono ambedue del concetto di sovrapposizione del funzionamento separato od autonomo delle distinte coppie di avvolgimenti, primario con secondario, primario con terziario. La differenza tra i due metodi sta in ciò che io applico la sovrapposizione fin da principio dello sviluppo teorico, e combino due circuiti equivalenti del noto tipo normale per trasformatore a due avvolgimenti e ne ricavo un circuito unico a tre branche per il trasformatore a tre avvolgimenti, mentre nel sistema americano si ricorre implicitamente alla sovrapposizione al momento di determinare i parametri delle equazioni generali.

Con osservanza

Bibbiano (Reggio Emilia), 13 settembre 1931.

Ing. C. Della Salda.

* *

Dalla pregevole comunicazione dell'Ing. Correggiari sui trasformatori a tre avvolgimenti, apparsa nel n. 23-24 del Giornale rileviamo anzitutto, con una certa soddisfazione, che l'A., nella sua lucida esposizione, mette in favorevole evidenza il nostro procedimento, attribuendogli però un vizio d'origine sul quale crediamo opportuno dire qualche parola.

Pur supponendo completamente falsa (per lo meno in qualche caso non lo è) la incriminata *ipotesi della ripartizione in parti uguali del flusso disperso tra le coppie di avvolgimenti, non si può dire che il nostro metodo sia basato su ipotesi in parte arbitrarie: esso discende nella maniera più semplice ed immediata dalle equazioni generali dei tre circuiti. L'arbitrarietà, se mai, si può presentare nelle applicazioni che se ne fanno, quando non si sappiano determinare con esattezza i coefficienti di dispersione relativi ai diversi avvolgimenti. In altri termini, il metodo, per noi, consiste in quei pochi passaggi che portano dalle equazioni generali dei circuiti alle espressioni delle cadute di tensione, nei quali, come abbiamo notato, non è alcuna arbitrarietà.*

*Siamo perfettamente d'accordo con l'Ing. Correggiari che, nel caso generale, non si ha la ripartizione in parti uguali del flusso disperso tra le coppie di avvolgimenti; nè nella nostra comunicazione siamo entrati in merito alla questione. Ci siamo solo limitati ad applicare la formula citata del Prof. Grassi, preoccupandoci di verificare, come è detto nella nota II dell'estratto del nostro studio, (comparso nell'*Energia Elettrica, *settembre* 1930), *che i risultati finali fossero praticamente accettabili.*

Certo che questo punto rappresenta una lacuna nell'applicazione del metodo, e noi, anche per la possibilità di estenderlo al caso di più avvolgimenti, ce ne siamo molto preoccupati; tanto è vero che, prima ancora che l'egregio Ing. Correggiari mettesse così bene in rilievo la questione, abbiamo preordinato una serie di prove (di cui riferiremo in una prossima comunicazione) dalle quali abbiamo potuto dedurre una via piuttosto semplice per determinare la effettiva ripartizione del flusso disperso tra le coppie di avvolgimenti.

Notiamo infine che la nostra riluttanza a servirci del metodo della stella equivalente è giustificata, oltre che dal desiderio di non introdurre grandezze prive di significato fisico ben definito (le reattanze parziali X_{12}', X_{12}'', ecc. che noi abbiamo introdotto conserverebbero tutto intiero il loro preciso significato fisico anche quando non si avesse la più lontana idea sul loro valore numerico) dalla convenienza di avere un metodo generale facilmente applicabile per qualsiasi numero di avvolgimenti.

Con i più distinti saluti, e molti ringraziamenti per l'ospitalità.

Ing. C. Palestrino
Ing. C. Caminiti.

* *

Alle lettere Cerretelli e Palestrino-Caminiti non ho nulla da replicare.

All'Ing. Della Salda vorrei osservare quanto segue:

1) il mio esame era basato sui suoi precedenti lavori, dai quali

non risultava che i parametri, le reattanze e le f.e.m. di mutua induzione si dovessero ritenere variabili al variare delle condizioni di carico: nella ipotesi, da me seguita, di parametri costanti, le mie conclusioni ritengo possano venire accettate.

2) nel mio studio non ho generalizzato le conclusioni tratte dall'esame del caso particolare: ho invece dimostrato la non coincidenza, in generale, del metodo Della Salda con quello della stella equivalente, mettendo in evidenza i casi particolari in cui i due metodi coincidono.

3) quando anche, per rendere corretto il metodo, si accettasse il principio di fare uso di parametri variabili (a parte la praticità) resterebbero sempre da stabilire le proporzioni in cui scindere le reattanze affinchè il metodo risulti teoricamente corretto nelle condizioni di pieno carico, e la legge di variazione dei parametri al variare delle condizioni di carico.

4) l'Ing. Della Salda osserva che il metodo della stella, teoricamente corretto, cessa di esserlo quando, nelle applicazioni pratiche, si fa uso dei parametri determinati mediante prove di corto circuito binario: purtroppo questa causa d'errore è comune indistintamente a tutti i metodi indiretti e ritengo che sia difficilmente eliminabile. Resta però sempre il fatto che, se si ammette per un momento la possibilità di misurare i veri parametri che intervengono nel funzionamento a carico, il metodo della stella porta a risultati esatti, il metodo Della Salda in generale no.

5) per ciò che concerne l'appartenenza del flusso disperso all'uno piuttosto che all'altro degli avvolgimenti di un trasformatore, convengo con l'Ing. Della Salda che la questione può forse ancora ritenersi aperta e di conseguenza le mie affermazioni discutibili: devo però far osservare che di tali affermazioni non mi sono poi servito per effettuare una ripartizione di reattanze e che quindi esse non possono menomamente influire sul contenuto della trattazione relativa ai trasformatori a tre avvolgimenti.

Con osservanza.

Ing. F. CORREGGIARI.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPLICAZIONI VARIE.

A. PIGA — **Le correnti ad alta frequenza in elettro-chirurgia.** (Rev. Electr., febbraio 1930, pag. 44 a 45).

L'A. tratta dell'uso del bisturì elettrico nella chirurgia e specialmente della opportunità di usare oscillazioni continue ad alta frequenza generate con valvole termoioniche o piuttosto con treni d'onde smorzate provocate da scintille ad alta frequenza. Mentre molti ritengono che soltanto oscillazioni continue permettano di realizzare un taglio strettamente lineare, come è richiesto in chirurgia, e una sutura immediata, l'A. afferma di aver dimostrato come gli stessi effetti si ottengano con correnti d'alta frequenza che producano 50.000 scintille al secondo. E' poi necessario poter regolare durante l'operazione sia la tensione fra gli elettrodi, sia la frequenza delle scintille a seconda del tessuto che si attraversa col taglio, in modo da poter ottenere quando occorra, un effetto di caustica o di elettrocoagulazione.

L'A. illustra come sia necessario disporre di quattro condizioni diverse di funzionamento del bisturì elettrico secondo le operazioni da compiere. Primo: numero elevato di scintille con tensione limitata (per tessuti muscolari o fortemente vascolizzati); secondo: grande numero di scintille ad alta tensione (per tessuti adiposi o poco vascolizzati); terzo: poche scintille e tensione elevata.

E' quindi necessario che i costruttori di apparecchi elettro-chirurgici tengano ben presenti queste necessità di ordine medico senza soddisfare alle quali non si possono ottenere risultati soddisfacenti.

R. S. N.

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

E. HAREAUX — **Sistema di protezione per alternatori ventilati in circuito chiuso.** (Science et Ind., maggio 1931, pag. 220-222, 4 figure).

Negli alternatori con raffreddamento mediante ventilazione in circuito chiuso con refrigerante ad acqua, possono avvenire dei gravi incidenti qualora venga a mancare l'acqua di circolazione. Generalmente si inseriscono dei relais termici nel circuito o nell'aria i quali avvertono degli eventuali elevamenti di temperatura; ma il grado di sicurezza così raggiunto non è molto soddisfacente dato che i relais funzionano soltanto in casi molto rari e sono perciò in condizioni di poter facilmente deperire (alterazione dei contatti, ecc.) senza che si possa accorgersene. Dato il costo dei grossi turboalternatori occorre essere assolutamente sicuri contro ogni pericolo.

Nella centrale di Valenciennes dove sono installati alternatori da 15.000 kW si è adottato un dispositivo puramente meccanico, che prescinde da ogni apparecchio elettrico, e che, nel caso di arresto della circolazione d'acqua nel refrigerante mette l'alternatore in condizioni di normale ventilazione a circuito aperto. L'organo sensibile è un dispositivo a pressione differenziale derivato sulla tubazione d'acqua a monte e a valle del refrigerante, il quale, in caso di arresto della circolazione d'acqua, provoca la apertura di un orificio di scarico all'aperto sulla condotta d'aria calda proveniente dall'alternatore. Lo squilibrio di pressione che si genera nel circuito d'aria provoca allora l'apertura di un'altra finestra sul condotta di chiamata d'aria. L'alternatore è così in condizioni di funzionare con ventilazione libera ed ogni pericolo di eccessivo riscaldo è eliminato. Il dispositivo si è dimostrato in pratica molto sensibile ed efficace.

R. S. N.

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

M. A. HYDE — **Il motore sincrono Symplex ad avviamento automatico.** (The El. J., febbraio 1931, pag. 77-80, 7 figure).

Questo tipo di motore sincrono lento a poli sporgenti realizza una coppia all'avviamento e di sincronizzazione molto elevate con una corrente all'avviamento relativamente bassa. Il rotor porta sulle estremità polari un avvolgimento trifase continuo che fa capo agli anelli e quindi al reostato d'avviamento. Durante la fase d'avviamento il circuito di eccitazione a corrente continua risulta automaticamente interrotto in due punti e si richiude mediante un relais a forza centrifuga quando la velocità del rotore è di qualche percento minore di quella di sincronismo.

L'interruttore a forza centrifuga è contenuto in una cassetta ermeticamente chiusa e montata eccentricamente sul rotor; la molla dell'interruttore viene tesa fino al valore giusto durante le prove di collaudo del motore. L'avvolgimento trifase del rotor in condizioni di regime è chiuso in corto circuito ed agisce da smorzatore delle oscillazioni specialmente quando il carico varia rapidamente. Prima di eccitare con corrente continua il rotor si chiude l'avvolgimento di campo su un reostato così lo scorrimento del rotor diminuisce e diventa più facile eseguire il parallelo.

Il reostato d'avviamento si esclude gradualmente mediante sei contatti che si stabiliscono successivamente a coppie in modo da realizzare nell'avvolgimento del rotor tre resistenze di valore decrescente oltre il corto circuito. Tutti i comandi sono eseguiti nel giusto ordine mediante un controller comandato a distanza a mezzo di un motore. Il motore Symplex è stato costruito per funzionare con una tensione primaria di 2200 volt e per 220 kW con fattore di potenza maggiore di 0,8; la coppia raggiunge il 160 % della coppia a carico normale ed è suscettibile di aumentare fino al 230 % durante la manovra del reostato trifase; la coppia di sincronizzazione è del 10 % maggiore di quella a carico normale.

I. L.

IMPIANTI.

H. G. A. STEDMAN — **La sicurezza e la continuità nella fornitura della energia elettrica.** (J. I. E. E., Londra, febbraio 1931, pag. 263-269, 2 figure).

L'accumulazione diretta dell'energia elettrica non è possibile e se si vuole garantire egualmente la continuità al servizio di fornitura bisogna disporre di grandi riserve di acqua o di carbone a seconda che si tratta di impianti idroelettrici o termoelettrici. Il collegamento di impianti che hanno caratteristiche di funzionamento diverse rappresenta pure una buona garanzia contro le possibilità di scarsezza di energia sulla rete di distribuzione. Le cause più frequenti di interruzione sono: i giunti ed i terminali dei cavi, il deposito di polvere sulle campane degli isolatori, l'insufficiente robustezza delle spire ad alta tensione dei trasformatori e la scarsa capacità di rottura degli interruttori in olio (per questi si hanno tuttora pochi dati pratici relativi a prove di archi di potenza maggiore di un milione di kVA). Cause occasionali sono i temporali specialmente frequenti nella stagione estiva tanto che nei mesi di luglio e di agosto si valuta che si concentri almeno il 50 % dei temporali di un anno intero.

I perfezionamenti introdotti nella costruzione dei trasformatori hanno ridotto dal 6,3 % (nel 1923) all'1 % (nel 1929) i casi di perforazione del dielettrico; la verifica periodica (ogni 2 o 5 anni) è però sempre una buona precauzione. Sarebbe buona norma anche per i consumatori di energia di tenere nota di tutti i guasti che si verificano negli impianti elettrici; soltanto così è possibile migliorare gli impianti nei punti dove si dimostrano deficienti. La tendenza attuale è di estendere le reti in cavo in confronto delle reti aeree.

I. L.

MATERIALI.

H. M. KRANER — **La porcellana elettrica.** (Elect. Eng., marzo 1931, pagina 209-211, 2 figure).

Data la forte contrazione che la porcellana per usi elettrici subisce durante la cottura, il sistema di cottura assume una importanza non minore di quella della sua composizione. Sebbene in Europa si tenga una temperatura di cottura di 1400° e in America si usi limitarsi a 1200° prolungando la durata di permanenza nel forno, l'analisi dimostra che la composizione chimica dei prodotti finiti è molto simile.

In America le prove sulle porcellane si limitano a quelle relative alle proprietà di più diretta importanza per le applicazioni; il metodo di prova più usato è quello della resistenza a flessione che sembra meno soggetto a cause di errore: vengono usate di solito sbarrette cilindriche da 3''/8 di diametro e lunghe 3''.

Verifiche eseguite riscaldando fortemente i provini e immergendoli bruscamente in acqua fredda prima delle prove di resistenza

hanno dimostrato che i prodotti europei hanno bensì un miglior comportamento ma in misura assai limitata e non proporzionata alla maggiore spesa per la cottura ad alta temperatura. Per ottenere dei vantaggi veramente importanti nella resistenza bisognerebbe spingere la temperatura di cottura in modo tale da aumentare notevolmente la spesa di combustibili che costituisce già il 40 % del costo del prodotto.

La smaltatura superficiale migliora in generale le condizioni di resistenza ma in qualche caso ha effetti nocivi riguardo alla resistenza ai colpi di fuoco perchè nel brusco raffreddamento può screpolarsi. E' desiderabile una migliore organizzazione scientifica delle fabbriche di produzione estendendo e perfezionando i metodi di controllo delle materie prime e dei prodotti finiti. A questo proposito si sono dimostrati praticamente inadatti i raggi X su cui si avevano fondate molte speranze, e ciò per i lunghi tempi di posa necessari. Numerosi progressi, facilitati anche dagli studi eseguiti coi metodi fotoelettrici, sono stati compiuti nelle forme costruttive specialmente riguardo ai dispositivi di collegamento coi pezzi metallici. *R. S. N.*

W. H. Anderson — **Gli usi della carta negli apparecchi elettrici.** (The El. J., febbraio 1931, pag. 99-103, 10 figure).

La carta come materiale isolante è largamente usata nelle apparecchiature elettriche, essa viene adoperata in forma di fogli sottili sovrapposti ed impregnati con olio o paraffina; lo spessore isolante si presenta così molto omogeno poichè è possibile controllare la sua struttura in ogni suo punto. La carta però perde facilmente le sue buone qualità per assorbimento di umidità dall'aria circostante; si protegge la carta o con vernici impermeabili o chiudendo tutto l'apparecchio in un cassone metallico. Quest'ultima soluzione è specialmente adatta per i cavi di energia e per i condensatori industriali di grande capacità; la carta per i condensatori ha uno spessore compreso fra 0,01 e 0,012 mm possono servire tanto le qualità ottenute dalla lavorazione delle fibre tessili che del legno, il processo migliore di trattamento della pasta di legno è quello al solfato. La carta tende a sostituire il tessuto di cotone nell'isolamento dei conduttori delle macchine, le sue proprietà isolanti sono migliori e l'avvolgimento è più rapido; lo spessore della carta è di solito compreso fra 0,025 e 0,045 mm ma può anche arrivare a 0,125 mm quando il conduttore è molto grosso, come ad es. nei trasformatori. Le cave praticate nel pacchetto delle lamiere delle macchine rotanti sono rivestite internamente con uno spessore di carta già sagomato in modo da adattarsi alla forma della cava e da sporgere dalle due testate; per questo speciale uso serve la carta ottenuta dal cotone, pergamenata col processo al cloruro di zinco o all'acido solforico. Spesso la carta è rinforzata con tela d'Olanda molto fine.

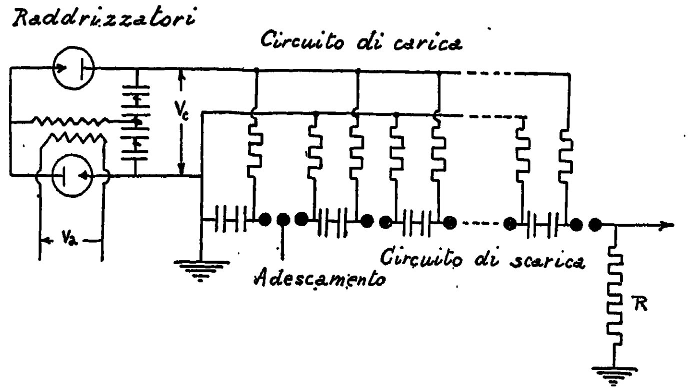
Altre qualità di carta come: micarta, fenolite, ecc. si preparano per addizione di resine e di fenolo alla carta già in foglio e non gommata. Dopo questo trattamento la carta viene passata in presse speciali che la comprimono ad una pressione da 70 a 210 kg/cm^2 e insieme la scaldano da 140 a 200° C; la compattezza della carta ne risulta così aumentata per i fenomeni di polimerizzazione che avvengono fra la carta e le sostanze aggiunte. La densità della micarta è da 1,3 e 1,4 e la sua resistenza meccanica è da 5 a 10 kg/cm^2; la micarta si prepara secondo spessori variabili da 0,12 a 75 mm. Variando il processo di trattamento nella pressa si ottiene o un prodotto molto resistente meccanicamente o di natura porosa e quindi più adatta per assorbire l'olio isolante. Queste qualità di carta servono anche di sostegno alla mica in foglioline di piccole dimensioni altrimenti inutilizzabili. La carta così preparata si chiama micanite e può servire anche per isolare le macchine elettriche ad alta tensione. Le qualità di mica più sottili (da 0,1 a 0,2 mm) sono fissate su carta del Giappone molto fine. La micanite viene messa in commercio in rotoli; prima di venire avvolta la micanite subisce una prova elettrica ad una tensione compresa fra 3000 e 5000 volt con una macchina speciale che automaticamente si arresta appena si produce una perforazione nel nastro. La micanite è molto adoperata per la costruzione degli isolatori passanti a condensatore anche di lunghezza e diametro notevoli (rispettivamente di 6 m e di 25 cm).

Il cartone di spessore compreso fra 0,8 e 5 mm (talvolta anche 20 mm) si prepara direttamente per via umida dalla polpa di legno o dagli stracci, non è però molto raccomandabile come materiale isolante per alta tensione. *I. L.*

MISURE.

P. H. Mc Auley — **Le prove ad impulso ad alta tensione.** (The El. J., gennaio 1931, pag. 46-47, 4 figure).

Il generatore delle scariche ad impulso è costituito da tanti gruppi di condensatori collegati in parallelo su circuito di carica a corrente continua (la corrente continua è di solito ottenuta per raddrizzamento della corrente alternata). Ogni gruppo di condensatori è collegato anche alle sfere di altrettanti spinterometri; quando la d.d.p. applicata fra le sfere raggiunge un valore tale da determinare la scarica essa stabilisce attraverso lo spinterometro il collegamento in serie di tutti i condensatori che si sono precedentemente caricati. Per evitare che i condensatori in serie possano ora scaricarsi sulle sbarre di alimentazione a 100.000 volt, si dispongono delle resistenze abbastanza elevate fra queste e le armature dei condensatori; la tensione massima ottenibile con 20 gruppi di condensatori è di 2 milioni di volt. La fronte d'onda dell'impulso di tensione ha una durata in media di un microsecondo e la durata complessiva di tutto l'impulso può raggiungere anche i 100 microsecondi ma più spesso è inferiore a tale limite. Il circuito dei condensatori deve contenere delle resistenze tanto elevate da essere aperiodico. La scarica ad impulso si produce anche con corrente alternata ma allora la sua polarità risulta invertita ad ogni semiperiodo e tutto il complesso dei condensatori deve



essere isolato per la tensione massima di 2000 kV; con corrente alternata è impossibile regolare la tensione di scarica degli spinterometri ad un dato valore perchè la polarità delle due sfere ha una sensibile influenza sulla tensione di scarica. In compenso con la corrente alternata si possono caricare i condensatori anche ad una tensione maggiore di quella già detta ma non è comodo fare il rilievo della forma dell'onda di tensione con l'oscillografo a raggi catodici. Attualmente è preferito il sistema di carica dei condensatori con corrente continua. *I. L.*

RADIOTECNICA.

T. Walmsley — **I sistemi per aumentare l'irradiazione dalle antenne radiotrasmittenti.** (J. I. E. E., Londra, febbraio 1931, pag. 299-314, segue discussione fino a pag. 323, 29 figure).

Negli impianti di trasmissione con lunghezza d'onda molto breve l'aereo anche se di lunghezza modesta può trovarsi in diversi punti contemporaneamente a potenziali diversi e talvolta di segno opposto, per tale causa il rendimento dell'impianto risulta diminuito. Un nuovo tipo di aereo è stato proposto dall'A. composto di una serie di quadri unifilari disposti in piani verticali alla distanza di mezza lunghezza d'onda; i lati verticali sono di lunghezza uguale a quella dell'onda emessa mentre i lati orizzontali sono uguali alla metà. Tutti i quadri sono collegati in serie fra di loro e la corrente è immessa nell'aereo nel punto di mezzo. La trasmissione utile è data soltanto dai lati verticali; tenendo conto di questi soltanto è possibile valutare l'intensità del campo prodotto ad una distanza abbastanza grande dall'aereo in qualunque direzione uscente dal punto ove l'aereo è sistemato. Con questi dati si disegna allora il diagramma polare del campo attorno all'aereo. Per potere confrontare i diagrammi polari di aerei di diversa costruzione bisogna paragonare fra di loro le intensità nelle direzioni nelle quali si ha il massimo effetto utile; dalle prove eseguite sembra che il maggior contributo alla trasmissione sia dato dai raggi uscenti dall'antenna e compresi entro un angolo di pochi gradi al disopra dell'orizzonte. Supponendo di far terminare tutte le antenne elementari (di mezza lunghezza d'onda) a un'altezza dal suolo corrispondente a 1/4 di lunghezza d'onda, dal calcolo risulterebbe che, a parità di numero complessivo, il massimo di intensità si avrebbe disponendole tutte in un piano verticale normale alla direzione di propagazione e ad una distanza reciproca di mezza lunghezza d'onda. A parità di sviluppo in orizzontale il massimo si avrebbe adottando una disposizione a quattro ordini di antenne verticali sovrapposte; anche dal punto di vista economico questa soluzione si presenta accettabile sebbene richieda dei pali di sostegno più elevati. L'intensità del campo può essere rinforzata disponendo dietro all'antenna verticale di emissione una seconda antenna isolata e tale da esercitare un'azione riflettente sulle onde emesse.

Col tipo di aereo detto sopra si ha un massimo dell'intensità del campo a livello del suolo, un secondo massimo di ampiezza uguale al 40 % del precedente si osserva in una direzione inclinata di circa 30° sul suolo. Le stesse ricerche sono state ripetute disponendo i quadri unifilari in posizione orizzontale e su diversi piani sovrapposti: a livello del suolo l'intensità del campo è nulla e diventa massima lungo una direzione inclinata di 30° sull'orizzonte. Considerando la trasmisdirezione inclinata di 30° sull'orizzonte. Considerando la trasmissione in un piano orizzontale il massimo si rileva in direzione normale all'aereo mentre in tutte le altre direzioni l'intensità del campo si riduce a meno di 1/5 del massimo ora detto.

Speciali attenzioni bisogna rivolgere all'installazione delle linee di collegamento fra l'impianto generatore e l'aereo; sebbene esse siano di breve lunghezza danno luogo a perdite sensibili per effetto Joule, per correnti parassite negli isolatori e per irraggiamento. Per evitare lo skin-effect, che alle frequenze elevatissime della radio fà aumentare sensibilmente la resistenza ohmica dei conduttori, si usano linee cordate oppure linee multiple con fili di piccolo diametro. Le

perdite per irraggiamento sono tanto più piccole quanto più vicini sono i conduttori percorsi da correnti in senso opposto; esse diventano sensibili quando le correnti nei fili non sono ben equilibrate. La forma dell'aereo è di solito la causa principale di squilibrio delle correnti nei fili di collegamento; anche la presenza lungo le linee di collegamento di punti singolari nei quali avvengono dei cambiamenti nelle caratteristiche elettriche fà abbassare il rendimento dell'impianto perchè ivi si generano delle onde riflesse. L'A. ritiene che con una linea multipla bene studiata si possa vantaggiosamente sostituire una linea a conduttori concentrici quale viene usata spesso negli impianti radio ad onde corte. Il costo delle linee a conduttori concentrici è almeno il quintuplo del costo delle linee a conduttori esterni. Il rendimento di queste su una lunghezza fra 400 e 650 m quando le lunghezze d'onda emesse siano fra 30 e 15 m si ritiene dal 60 al 75 %.
I. L.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

J. J. TOROK — **L'importanza degli anelli di guardia su una linea di trasmissione.** (The El. J., febbraio 1931, pag. 85-87, 6 figure).

Gli anelli di guardia alle estremità delle catene di isolatori vengono messi per migliorare la distribuzione del potenziale lungo di esse tuttavia per ragioni economiche bisogna limitare le dimensioni degli anelli a scapito della loro efficacia. La loro utilità precipua consiste nello impedire che la scarica elettrica si propaghi dal filo aereo a terra lungo gli isolatori; il diametro deve pertanto essere proporzionato alla lunghezza della catena e alla distanza effettiva fra gli anelli; se ad es. questa distanza è il 70 % della lunghezza della catena il diametro degli anelli deve essere il 20 % di questa, se invece la distanza è del 97 % il diametro dovrà essere del 60 %. Da questo semplice confronto appare l'opportunità di avvicinare gli anelli di guardia a condizione di non compromettere l'isolamento della linea. Gli anelli di forma ellittica con l'asse maggiore nella direzione della linea sono più economici di quelli circolari e permettono di ottenere gli stessi risultati purchè di forma ben studiata. Il diametro degli anelli molte volte deve essere limitato perchè le palificazioni in ferro di sostegno risulterebbero troppo grandi.

L'esperienza fatta con linee aeree ad alta tensione provviste di anelli di guardia non è stata però molto favorevole a questo dispositivo di protezione. Le prove di laboratorio eseguite con scariche ad impulso di diversa durata hanno dimostrato che la tensione di scarica rispetto alla catena sprovvista di anelli di guardia aumenta solo se la durata dell'impulso è inferiore ai due microsecondi, mentre le scariche atmosferiche hanno sempre una durata di almeno dieci volte maggiore. Perciò l'uso degli anelli è giustificato soltanto dal fatto di proteggere le catene dagli effetti disruptivi delle scariche *I. L.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

E. D. GAMM — **Prese di corrente per locomotive elettriche d'officina.** (A. E. G. Mitteilungen, settembre 1930, pag. 617).

L'A. esamina e illustra brevemente i tipi di prese di corrente più indicati per le locomotive elettriche industriali, notando dopprima come, dei due principali nei quali essi si dividono: quello a trolley e quello ad archetto, il primo sia pochissimo usato a causa della difficoltà di manovra e del consumo che provoca nel conduttore di contatto specialmente nelle curve.

Buon risultato hanno date le prese a cilindro sopportato da un pantografo specialmente quando il conduttore di contatto è ad altezza variabile, e a sospensione elastica. L'A. raccomanda in tal caso l'uso di isolanti sui bracci del pantografo, in prossimità del cilindro di contatto, per evitare corti circuiti accidentali, e inoltre dei legni di sicurezza di facile sostituzione.

Con l'uso al posto del cilindro di archetti multipli in alluminio, o in metallo duro, o in acciaio, eventualmente oscillanti si possono superare agevolmente i casi di forte intensità, e l'A. preferisce a quelli in alluminio gli archetti in metallo duro, che hanno il vantaggio di pulire il conduttore aereo così da ottenere un buon contatto senza formazione di scintile e senza avere onde perturbatrici delle trasmissioni radio. La presa di corrente ad archetto semplice non è molto indicata per gli usi industriali, giacchè richiede altezza uniforme della linea di contatto, ciò che non è quasi mai raggiunto. Da ultimo l'A. accenna alle prese a terza rotaia che sono però pochissimo usate negli impianti industriali. *A. Bs.*

W. W. WOODRUFF - G. F. WRIGHT — **Ferrovie e linee di trasmissione.** (Elec. Eng., febbraio 1931, da pag. 102 a 105 con 4 fig.).

Quando si debbano portare linee ad alta tensione ben addentro in importanti centri cittadini il problema dello spazio per le palicazioni e le linee diviene spesso assai complicato. Davanti a un problema di questo tipo si è trovata la Philadelphia Elec. Co. quando dovette portare in città l'energia dell'impianto di Conowingo, per una potenza totale rilevantissima con linee a 66.000 V; per ragioni di economia conveniva spingere più avanti possibile le linee aeree riservando l'ulteriore distribuzione in cavi ai tronchi più brevi.

L'unica soluzione possibile risultò quella di utilizzare la sede delle linee ferroviarie per costruirvi le palificazioni. Si addivenne ad una interessante convenzione colla Società ferroviaria, mediante la quale si tenne conto così delle necessità della Società Elettrica come degli interessi presenti e futuri, anche in caso di successiva elettrificazione, della Società ferroviaria. La convenzione che può servire opportunamente di norma per casi analoghi è riportata per esteso dagli Autori.

Le palificazioni furono appositamente studiate per non intralciare il traffico ferroviario pur offrendo la possibilità di servirsi di esse eventualmente in futuro anche per le linee di alimentazione della trazione elettrica. In qualche caso, in cui la ferrovia correva a mezza costa fu possibile fondare i pali sulla scarpata a monte portando le due terne completamente fuori della sede dei binari; più spesso si dovette ricorrere a strutture a cavalletto sormontanti la larghezza di 4 binari in modo che le terne corrono proprio sopra di essi: gli ultimi tipi di tali torri in traliccio sono costruiti per portare 3 terne a 66.000 V e 4 circuiti (a 2 conduttori) per il servizio di trazione. *R. S. N.*

H. MECKE — **Motori per locomotive elettriche d'officina.** (A. E. G. Mitteilungen, settembre 1930, pag. 603).

L'A., dopo aver riportato in una tabella le potenze orarie, lo scartamento minimo, e il peso di alcuni tipi di motori per locomotive d'officina ne esamina le caratteristiche principali notando tra l'altro: i supporti del rotore disposti all'interno e con cuscinetti a rulli per guadagnare spazio nelle locomotive a scartamento ridotto, le carcasse che sono generalmente in un pezzo solo, l'uso in alcuni casi di motori a sei poli che offrono il vantaggio di permettere ferro d'indotto più largo e testate d'avvolgimento più corte donde maggior potenza a pari ingombro, isolamenti in micanite, bobine d'eccitazione principali e ausiliare compoundate per aumentare la sicurezza in servizio. Per aumentare la potenza continua dei motori, si fa uso, dove occorra di ventilazione con un gruppo ventilatore speciale separato; da notare ancora la sospensione del motore, «a naso» che garantisce un'usura minima dei cuscinetti e mantiene inalterato anche con un servizio prolungato l'interasse degli organi di trasmissione. L'A. esamina infine la costruzione degli ingranaggi di trasmissione, la questione dei materiali e la scelta della loro dentatura. *A. Bs.*

A. DELLA RICCIA — **L'applicazione del recupero d'energia nella trazione urbana.** (R. G. E., 26 luglio 1930, pag. 137).

La questione è esaminata, con dovizia di dati, dal punto di vista economico-finanziario mettendo in confronto i risultati pratici della trazione ordinaria con regolazione a reostato e quella della trazione a recupero d'energia per stabilire se e come convenga adottare nelle tranvie urbane o suburbane, sotterranee o in sede stradale, il sistema a recupero. L'indagine di diagrammi (ottenuti con interpolazione grafica di dati numerici provenienti da elementi di calcolo o da risultati sperimentali) e di tabelle fondate su dati pratici, mette in evidenza l'economia annua di energia realizzabile con l'adozione completa di trazione a recupero; economia che si mantiene rilevante anche quando sia depurata dagli oneri dipendenti dal capitale supplementare immobilizzato e dalle maggiori spese di esercizio. La sostituzione parziale della trazione ordinaria con quella a recupero, riduce l'entità del capitale impiegato, ma i benefici annui totali risultano pure diminuiti nel confronto di una sostituzione totale.

Interessante la conclusione che le spese totali di esercizio per un determinato traffico, aumentano di pochissimo nel caso della trazione a recupero, con l'aumento della velocità commerciale; ciò che migliora ancora in tali condizioni il rendimento economico del sistema a recupero. *G. Cc.*

E. HEIDE — **La linea aerea di contatto nelle ferrovie elettriche industriali.** (A. E. G. Mitteilungen, settembre 1930, pag. 616).

L'A. esamina i tipi di linee aeree di contatto più indicate per le ferrovie industriali. Nelle curve, incroci e linee in costruzione l'A. consiglia la linea a sospensione semplice con pali a interasse massimo di 35 m, e nei rettifili la sospensione a catenaria con pali a 60 ÷ 85 m. Nelle curve bisognerà intercalare dei pali di richiamo, tra quelli di sospensione e si ridurrà l'interasse di questi.

Parimenti consiglia: Nei tratti a binario semplice o doppio dei supporti a mensola; per quelli a binari multipli dei portali o dei pali con cavo trasversale. Questo ultimo sistema si può adottare con l'impiego di fili ausiliari, anche nel caso di binari a differente livello, per es. a schiena d'asino. Il conduttore di contatto è tenuto in generale a un'altezza di 5 m sopra le rotaie; altezza che va aumentata se il binario deve servire anche per grue ordinarie o munite di benne. L'A. accenna anche alla necessità di adottare il sistema a terza rotaia, quando la linea aerea è resa impossibile per la presenza di ponti, portici o costruzioni analoghe. Termina poi ricordando la necessaria manutenzione, nella quale principalissima, specialmente nelle linee a sospensione semplice, la tensione del conduttore di contatto per bilanciare le dilatazioni termiche. Per agevolare questa operazione risultano utilissimi i serrafili speciali che permettono lo scorrimento del filo nel senso longitudinale e, di conseguenza, la tensione automatica per mezzo di contrappesi. *A. Bs.*

CRONACA

APPLICAZIONI VARIE.

Nel numero di ottobre 1930 di *A.E.G. Mitteilungen* W. Buch esamina *l'applicazione dell'elettricità negli impianti enologici.* Notato come l'elettricità risponda al requisito fondamentale di questi impianti, cioè alla pulizia, l'A. esamina i vari servizi che devono essere serviti dalla elettricità e le caratteristiche degli impianti relativi: per la distribuzione nelle cantine; cavi sotterranei; per quella nei locali di lavorazione; impianti blindati con armadi di ghisa; per l'illuminazione; conduttori tipo cavi, e per gli apparecchi trasportabili conduttori con rivestimento in gomma.

Quanto ai motori, consigliabili i tipi chiusi o in alcuni casi quelli semi-protetti. Infine il comando elettrico può essere vantaggiosamente applicato per trasportatori meccanici (nastri trasportatori, elevatori, ecc.) e per i carrelli di trasporto. *A. Bs.*

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

Presso l'Istituto Radiotecnico - Milano - via Cappuccio, 2, si riaprirà il 5 novembre il biennio diurno pel conseguimento del diploma legale di *Perito radiotecnico.* Al primo Corso del biennio sono ammessi i provenienti dal penultimo anno di un Istituto Industriale Regio o pareggiato; i Periti Industriali e Nautici di qualunque Sezione; gli Ufficiali di Artiglieria e Genio; gli Ingegneri laureati e gli ammessi alla Scuola di Applicazione dei Regi Politecnici. Gli orfani di guerra pagano metà tassa.

Chiedere orari e programmi in via Cappuccio, 2.

RADIOTECNICA.

La casa della radio a Berlino. — Nel N. 4 del 22 gennaio 1931 dell'*ETZ* viene descritto il nuovo palazzo della radio finito di costruire a Berlino nel dicembre scorso. Si tratta di una grande costruzione di 7200 m^2 coperti con una facciata di oltre 150 m. E' a pianta triangolare: dalla porta principale si entra in un atrio, dal quale si dipartono a raggiera le diverse costruzioni, che comprendono al centro un grande salone per le trasmissioni e ai lati due sale minori.

Le sale di trasmissione sono così contenute nell'interno dell'edificio e lontane dai rumori della strada. Le fondamenta delle sale e dei fabbricati laterali sono poi completamente distinte in modo da evitare disturbi. Le sale sono a sezione trapezia, come quella che praticamente si è rivelata meglio rispondere alle esigenze acustiche. La sala maggiore è eccezionalmente vasta di 40 m di lunghezza per 21,3 di larghezza nel mezzo e per 12 metri di altezza. Anche il cortile accanto a questa grande sala è stato predisposto per trasmissioni. Le sale minori hanno la misura di 24 m in lunghezza, 11 e 14 m in larghezza e ,5 m di altezza.

I servizi tecnici sono nettamente separati dalle sale di trasmissione. Il palazzo è suddiviso fra tre Società, la Funkstunde A.G., la Deutschewelle GmbH e la Reichs Rundfunk Gesellschaft. *T. S.*

SOCIETA' SCIENTIFICHE. CONCORSI, ECC.

Bando di Concorso a Borse di studio. — Il Consiglio Nazionale delle Ricerche, Comitato Radiotelegrafico, nella seduta del 4 settembre 1931 - IX, ha stabilito di bandire il secondo concorso a borse di studio, con lo scopo di incoraggiare gli studiosi della Radio e di favorirne lo sviluppo della cultura scientifica e tecnica.

Il Comitato stesso destina a tale scopo la somma di L. 8000 per due borse; l'Ente Italiano Audizioni Radiofoniche di Torino (E.I.A.R.) e la Ditta Allocchio e Bacchini di Milano, con lodevole interessamento, hanno voluto contribuire anche quest'anno mettendo a disposizione due borse di studio, a favore di persone che vogliano perfezionarsi nella tecnica delle radio trasmissioni e nelle misure radiotecniche.

Il Comitato Nazionale delle Ricerche, Comitato Radiotelegrafico, allo scopo di incoraggiare gli studi delle discipline radioelettriche, bandisce un concorso per titoli per il conferimento delle seguenti borse di studio:

a) Due borse di studio da L. 4000 ciascuna sul bilancio del Comitato;

b) Una borsa di studio da L. 3000 offerta dalla Soc. E.I.A.R.;

c) Una borsa di studio da L. 2000 offerta dalla Ditta Allocchio e Bacchini di Milano.

Al concorso possono partecipare i cittadini italiani laureati in ingegneria od in fisica.

Gli aspiranti dovranno far pervenire alla Segreteria del Comitato in Roma, via del Seminario, 76, le domande in carta bollata da L. 5 corredate dal certificato di studio ed eventualmente da altri titoli e da pubblicazioni, non oltre il 28 ottobre 1931 - IX.

Nella domanda il candidato dovrà specificare:

1) a quali borse concorra, obbligandosi a sottostare alle condizioni stabilite nel bando di concorso;

2) la sua posizione nei riguardi dell'adempimento degli obblighi militari.

Il giudizio per l'assegnazione delle borse è dato inappellabilmente dalla Giunta Esecutiva del Comitato Radiotelegrafico.

Ove sorgessero dubbi di interpretazione del presente bando di concorso o si riconoscesse la necessità di modificarlo, deciderà in merito la Giunta Esecutiva anzidetta.

Il presente bando di concorso e le eventuali modificazioni saranno pubblicate ne *L'Elettrotecnica* e nella *Rassegna delle Poste dei Telegrafi e dei Telefoni.*

Per l'assegnazione delle borse di studio di cui alla lettera *a)* è necessario che gli aspiranti dichiarino presso quale Istituto Superiore intendano effettuare il perfezionamento nelle discipline radiotecniche ovvero se preferiscano rimettersi, per la designazione dell'Istituto, alle decisioni della Giunta Esecutiva.

E' in facoltà della Giunta di rendere obbligatorio il perfezionamento in uno dei seguenti Istituti:

1) Istituto Sperimentale delle Comunicazioni, Sezione P. T. T. - Roma.

2) Istituto Radiotelegrafico Elettrotecnico del Regio Esercito - Roma.

3) Istituto Radiotelegrafico e delle Comunicazioni della R. Marina - Livorno.

I corsi di studio e le esperienze per cui sono concesse le borse previste dalla lettera *a)* hanno la durata dal 1° novembre 1931 al 31 luglio 1932.

Per l'assegnazione delle borse di studio di cui alle lettere *b)* e *c)*, è necessario che gli aspiranti si obblighino a compiere un corso di studi e di esperienze nei laboratori della E.I.A.R., a scopo di perfezionamento nella tecnica dele Radiotrasmissioni; od un corso di perfezionamento nelle misure radiotecniche presso i laboratori della Ditta Allocchio e Bacchini.

I corsi di studio e le esperienze per cui sono concesse le borse previste dalle lettere b) e c) hanno la durata di mesi 4 per ciascuna.

La data di inizio è fissata dalla Giunta, sentita la Ditta interessata.

E' in facoltà della Giunta Esecutiva di assegnare entrambe le borse messe a disposizione da ciascuna delle due Società alla medesima persona che compia successivamente i due corsi anzidetti.

Le borse di studio saranno pagate a rate mensili posticipate durante il periodo obbligatorio di frequenza dei corsi o di esecuzione delle esperienze. Il pagamento è sospeso, a giudizio della Giunta Esecutiva, se l'assegnatario, senza giustificato motivo, sospenda la sua attività o non serbi buona condotta.

Proroga di termini di concorso. — Lo scorso anno a pagg. 587-588 del nostro giornale, fu pubblicato il Bando di concorso a due premi da L. 5000 ciascuno, da conferire a cittadini italiani laureati in ingegneria od in fisica, che presentino il miglior lavoro a tema libero, o dimostrino, con opportuna documentazione, di avere esplicato, durante l'anno scolastico 1930-1931, la migliore e più efficace attività di *ricercatori* nei campi che interessano la radiotecnica.

La Giunta Esecutiva del Comitato, nella seduta del 29 settembre 1931 - IX, ritenuto insufficiente il numero delle domande pervenute, valendosi anche di facoltà previste dal bando medesimo, ha deliberato, nello interesse dello scopo per cui il concorso fu bandito, di prorogare al 31 ottobre p. v., il termine utile alla presentazione delle domande ed al 30 novembre successivo quello per la presentazione dei lavori e delle documentazioni.

Concorsi a premi. — L'A.N.P.I. (Associazione Nazionale per la Prevenzione degli Infortuni sul lavoro) avverte tutti coloro che sono interessati al concorso a premi da essa indetto per un apparecchio meccanico per praticare la respirazione artificiale, interamente ideato e costruito in Italia, che con il 31 ottobre c. a. scade il termine utile per la presentazione degli apparecchi. — Per informazioni e schiarimenti rivolgersi alla: *A.N.P.I.* - Milano 113 - Via Marina, 5.

STATISTICA.

L'economia della industria elettrica in Grecia. — Nel N. 2 dell'8 gennaio 1931 dell'*ETZ* H. Heinricy riferisce circa la situazione dell'industria elettrica in Grecia basandosi su di uno studio dell'ingegnere greco Vlachopoulos. I dati esposti arrivano fino al marzo 1929. Il numero complessivo delle centrali è salito da 75 nel 1925 a 250 nel 1929, delle quali tre sole però erano superiori a 1500 kW (Atene, Salonicco e Patrasso). Di queste centrali, 202 sono ad olio pesante e solo 7 idroelettriche. Nel 1929 su 6,6 milioni di abitanti solo 2,6 potevano usufruire di impianti di energia elettrica.

Il gran numero di piccole centrali indipendenti ostacola una produzione economica e perciò viene propugnato un intervento statale per iniziare almeno la costruzione di una rete nazionale. E' imminente intanto la concessione per lo sfruttamento delle forze idrauliche di Verria nella Macedonia (15.000-22.000 kW). Così pure un consorzio greco-svedese ha in vista di utilizzare le forze idrauliche di Vladovo (11.000-15.000 kW). *T. S.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

Le previdenze da adottarsi contro i pericoli alle persone negli impianti rurali a bassa tensione formano oggetto di un articolo di Manduit in *R. G. E.*, 20 dicembre 1930, pagg. 1007-1011, il quale espone in una parte generale alcune considerazioni sulla protezione delle persone dalle fulminazioni, sulle scariche delle sovratensioni e sul funzionamento delle messe a terra. *G. Cc.*

:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

Movimento delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Società Meridionale di Elettricità — Napoli.

Il bilancio dell'esercizio chiuso al 31 marzo u. s., registra un utile di L. 71.327.718 che consente di distribuire agli azionisti un dividendo del 9 % dopo avere assegnato al fondo « Ammortamento e Rinnovo » la somma di L. 13.000.000.

Società Elettrica Bruzia (Cosenza) — Capitale L. 6.000.000.

Il bilancio dell'ultimo esercizio chiude con un utile di L. 343.241.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Motori, Alternatori, Trasformatori Elettrici S. A. — Roma.

Aumenta il capitale da L. 4.000.000 a L. 5.000.000.

Società Elettrica dell'Arsa — Novara — Cap. L. 2.000.000.

Venne deliberato di emettere 3000 obbligazioni da L. 500.

Società Idroelettrica Riviera del Levante — Genova.

Aumenta il capitale da L. 200.000 a L. 3.600.000 emettendo 143.000 azioni da L. 250.

Società An. Costruzioni Idroelettriche — Milano.

Aumenta il capitale da L. 3.600.000 a L. 5.000.000 emettendo 14.000 azioni da L. 500.

Società Elettrica Milano — Milano.

Aumenta il capitale da L. 10.000.000 a L. 25.000.000 aumentando il valore delle azioni da L. 100 a L. 250.

Società Elettrica Cereia — Milano.

Aumenta il capitale da L. 500.000 a L. 750.000.

Tranvie Elettriche Briantee — Monza.

Aumenta il capitale da L. 2.400.000 a 3.600.000.

Società Jonica di Elettricità — Taranto.

Aumenta il capitale da L. 1.800.000 a 2.100.000.

Soc. Trentina di Elettricità — Brescia.

Aumenta il capitale da L. 50.000.000 a L. 65.000.000 emettendo 240.000 azioni da L. 52,50.

An. Distribuzione di Elettricità « Esticino » — Pavia.

Aumenta il capitale da L. 5.800.000 a L. 8.700.000.

Soc. Tranvia Elettrica Stradella - Santa Maria Versa — Stradella.

Aumenta il capitale da L. 2.000.000 a L. 3.000.000.

Soc. An. Fongar e C. - Conduttori Elettrici — Milano.

Aumenta il capitale da L. 1.000.000 a L. 1.500.000.

Soc. Friulana di Elettricità — Udine.

Aumenta il capitale da L. 15.000.000 a L. 25.000.000.

Società Idroelettrica Belluno — Belluno.

Aumenta il capitale da L. 1.100.000 a L. 6.000.000 emettendo 49.000 azioni da L. 100.

Radio Elettro Meccanica S. A. — Bologna.

Riduce il capitale da L. 121.000 a L. 72.600.

Costruzione Italiana Macchine Elettriche — Milano.

Riduce il capitale sociale da L. 443.300 a L. 221.650 mediante riduzione del valore delle azioni da L. 100 a L. 50.

Soc. An. Ferrovia Elettrica Locale dell'Alta Anaunia — Trento.

Riduce il capitale sociale da L. 375.000 a L. 187.500, dimezzando il valore delle azioni.

Soc. Isolatori e Materiale Elettrico — Livorno.

Riduce il capitale da L. 360.000 a L. 135.000.

COSTITUZIONI, FUSIONI E SCIOGLIMENTI DI SOCIETA'.

Soc. Tiberina di Elettricità — Roma.

Si è costituita con capitale da L. 100.000.

Società Capuana di Elettricità — Napoli.

Si è costituita con capitale da L. 140.000 come trasformazione dell'Accomandita Orsini e C.

« Electus » - Officine Elettromeccaniche — Milano.

Si è costituita con capitale di L. 10.000.

Soc. An. Elettrica Rio Mannu — Oristano.

Si è costituita con capitale di L. 230.000.

Società An. Costruzioni e Riparazioni Elettromeccaniche — Bergamo — Capitale L. 30.000.

Venne deliberato lo scioglimento antincipato e la liquidazione della Società.

Soc. Italiana Diffusione Elettrodomestiche — Torino — Capitale L. 500.000.

Venne deliberato lo scioglimento anticipato e la liquidazione della Società.

Soc. Elettrotermica Italiana — Milano — Capitale L. 50.000.

Venne deliberato lo scioglimento e la liquidazione della Società.

*

Società Lombarda per Distribuzione di Energia Elettrica — Milano — *Società Elettrica Alto Milanese* — Milano.

Si è deliberata la fusione delle due Società mediante incorporazione dell'ultima nella prima.

Società Ligure-Toscana di Elettricità — Livorno — *Società An. di Elettricità* — *Soc. Imprese Elettriche Ing. Silvio Piccoli e C.*

Venne deliberata la fusione delle tre Società mediante incorporazione delle due ultime nella prima.

Società Elettrica del Valdarno — Firenze — *Società Elettrica dell'Italia Centrale.*

Si è deliberata la fusione delle due Società mediante incorporazione della seconda nella prima.

* *

Rassegna economica dei mesi di agosto e settembre.

Il travaglio profondo che agita tutta la compagine della umana società ha aggiunto nuove manifestazioni impressionanti alla lunga serie di eventi gravi e ammonitori che siamo andati raccogliendo da tempo in queste Note.

Il malessere che serpeggia per tutto l'organismo economico non solo europeo, ma mondiale, non risparmia le strutture apparentemente più robuste e più salde. Sono tradizioni le più fondate che crollano, sono prospettive le più insospettate che si aprono improvvise. Nessuno può dire dove andremo a sboccare e fino quando l'incertezza del domani e l'ansia del divenire di un ordine nuovo tormenteranno la nostra generazione.

Già la crisi dell'industria americana aveva nello scorso anno fatto crollare uno di quelli che si ritenevano ormai i cardini fondamentali della economia mondiale e la ripercussione di quell'avvenimento era stato vasta e gravissima.

Oggi un fatto nuovo e non meno significativo viene a rivelare la condizione anormale e preoccupante nella quale si dibatte un altro Paese che, per le sue immense risorse, per la sua antica e solidissima tradizione finanziaria sembrava al sicuro da ogni grave conseguenza della crisi attuale.

Vogliamo accennare alla deliberata sospensione del cambio in oro della sterlina.

Non già che il malessere intimo dell'Inghilterra sia un fatto nuovo o poco conosciuto. Esso è anzi di vecchia data ed era attentamente osservato dagli economisti e dagli uomini della politica. La debolezza della Banca d'Inghilterra era già stata utilizzata da altre nazioni a scopo di pressione politica e su tale fatto si era già abilmente giocato in occasione di vaste questioni internazionali. Tuttavia bisogna riconoscere che nessuno si aspettava che la cosa fosse arrivata a questo punto e che si dovesse ricorrere a questa misura che indubbiamente costituisce un forte colpo per l'amor proprio inglese e che viene ad essere una pubblica confessione di una, sia pur temporanea, debolezza.

Non è qui il luogo di ricercare le cause di tale debolezza. Come cause immediate sono stati invocati i forti ritiri di oro eseguiti dall'estero e che hanno rapidamente assottigliato le già vistose riserve della Banca d'Inghilterra. E' certo che i richiami di oro vi furono e furono ingenti: specialmente la Francia ha continuato per parecchio tempo, giovandosi della sua privilegiata posizione creditizia a ritirare grandi masse di oro; e forse non hanno torto coloro che hanno voluto vedere in questo comportamento una vasta manovra a fondo politico, tanto che, ad onta delle ufficiali smentite, grande è stata la irritazione prodottasi in Inghilterra verso la Francia.

Ma se i ritiri di oro dall'estero (e non soltanto da parte della Francia ma anche dell'Olanda e di altri Paesi) furono la causa immediata della crisi della sterlina, le cause remote vanno ricercate molto lontane e sono di responsabilità tutta inglese.

Tutti ricordano come dopo la guerra molte voci si fossero levate a segnalare come l'industria inglese fosse rimasta in arretrato, con impianti invecchiati e inefficienti. La produzione inglese perdeva gradatamente terreno nei confronti di quella di altri Paesi, più giovani, più arditi, di maggiore iniziativa. La crisi si acuiva per il rifiuto delle masse di accettare riduzioni di salari, e la tempesta di scioperi che si abbattè sull'Inghilterra è nota a tutti: si ricordano specialmente quelli dell'industria del carbone e dell'industria tessile. Le cose andavano così peggiorando: perfino i cantieri navali inglesi si vedevano battuti dai concorrenti d'oltre Manica, spesso anche dai modernissimi cantieri italiani. Il boicotaggio indiano portava un nuovo colpo all'industria inglese la quale si vedeva gradatamente costretta a restringere la produzione e a ridurre la mano d'opera. Una enorme massa di disoccupati veniva così in breve tempo a gravare sulla economia inglese. I Governi che si succedevano al potere erano incapaci di arginare il male e di prendere misure radicali, e si isterilivano in lotte di partito. Una politica di sussidi di disoccupazione esercitata su grandissima scala andava estenuando le pur grandi risorse del bilancio. Quando finalmente gli industriali si decisero a rinnovare gli impianti e a introdurre miglioramenti nei servizi e nel macchinario, urtarono contro l'opposizione della massa operaia timorosa di nuove riduzioni nel fabbisogno di mano d'opera: si ricordino gli scioperi che impedirono l'introduzione dei nuovi telai che avrebbero permesso di abbassare notevolmente il costo del tessuto prodotto.

Tutto questo insieme di errori e di incapacità di cui l'Inghilterra è responsabile, costituirono il substrato sul quale maturò il progressivo indebolimento dell'economia inglese, la causa che ingenerò il principio di sfiducia nell'estero e che aperse alla lungimirante politica di certi Paesi la visione di possibilità insospettate e di manovre efficaci che sarebbero sembrate, in altri momenti, assurde.

E' noto come avvengono questi fenomeni. Una volta ingenerato

l'allarme esso si diffonde rapidamente e diviene irrefrenabile. Tutti i depositanti esteri si affrettarono a ritirare il loro oro che non sembrava più tanto sicuro nelle casse della Banca di Inghilterra. Questa corse agli estremi ripari e negoziò un prestito fortissimo negli Stati Uniti e in Francia. Invano, esso fu ingoiato in pochi giorni, e le cose tornarono al punto di prima.

Allora il Governo inglese prese la nota deliberazione e bisogna dargliene lode. Essa è insieme un atto di forza e di fiducia, il primo forse nella recentissima storia dell'economia inglese. Si conta evidentemente a Londra sulla fiducia mondiale nella serietà e nella onestà dei finanzieri inglesi e sulle intrinseche grandiose risorse delle quali, non ostante tutto, l'impero britannico può, notoriamente ancora disporre.

I primi risultati della mossa di Londra sembrano dar ragione a tale fiducia in quanto che il provvedimento è stato nel complesso accolto con grande calma all'interno del Paese, ed è stato anche all'estero commentato con freddezza e senza pecipitazione. La quotazione della sterlina ne ha naturalmente subito sentito non però in maniera eccessiva nè allarmante.

L'episodio non manca tuttavia di essere uno dei più significativi di questo burrascoso periodo del dopo guerra.

*

Se la crisi della sterlina fu l'avvenimento centrale di questi ultimi giorni del mese di settembre, non è da credere che altri motivi di gravi preoccupazioni ed altri avvenimenti di alta importanza non si siano verificati da quando scrivemmo, due mesi or sono le ultime Note su questo giornale; chè anzi l'estate ora trascorsa resterà certamente nella storia europea attuale come uno dei periodi più travagliosi e più ricco di avvenimenti.

Il breve periodo di ottimismo e di rosee speranze che era stato iniziato dalla nota proposta di Hoover per la moratoria di un anno nel pagamento dei debiti e delle riparazioni è stato ben presto soverchiato dai fatti e travolto dall'incalzare degli avvenimenti.

Come è noto la rapidissima e violenta crisi economica delineatasi in Germania aveva avuto una causa in un certo verso analoga a quella che produsse il tracollo della sterlina: una ventata cioè di panico fra i creditori della Germania e un precipitato rimborso di tutti i prestiti a breve scadenza e di tutti i depositi esteri. Davanti a questo violento efflusso di oro il Governo tedesco è corso ai ripari con provvedimenti draconiani i quali però non avrebbero potuto da soli bastare a frenare il corso fatale degli avvenimenti.

Si fece ricorso allora alla solidarietà internazionale e una riunione delle potenze europee fu promossa a Londra per studiare il modo migliore di venire in aiuto alla Germania. Questa trova nella sua stessa debolezza un motivo di forza in quanto essa ben sa che un suo completo collasso avrebbe conseguenze così gravi per tutta la economia europea e porterebbe ripercussioni così vaste che nessuna potenza in Europa e nemmeno l'America potrebbero e vorrebbero assumersi la responsabilità di lasciar avvenire il disastro senza fare tutto il possibile per prevenirlo.

Di questa situazione si giovano abilmente i tedeschi i quali mentre ricorrono alle altre nazioni per essere salvati dal disastro che loro sovrasta, non mancano di mercanteggiare la loro stessa salvezza quasi ponendo delle condizioni a quei medesimi Paesi dei quali richiedono l'aiuto o quanto meno rifiutandosi recisamente di sottostare a quelle condizioni che tali Paesi tentano di mettere al loro intervento.

La paradossale situazione ha creato a più riprese dei momenti di grave tensione tanto che la Conferenza di Londra parve parecchie volte sul punto di naufragare. La schermaglia fra la Germania sostenuta spesso dalla simpatia dell'Inghilterra e dalla benevolenza italiana, e la Francia avida di imporre ferree condizioni politiche al proprio intervento economico, fu serrata e spesso drammatica.

Come la ferrea logica dei fatti voleva, le decisioni estreme furono evitate e la Germania fu messa in grado di far fronte alla situazione, almeno per un certo periodo. Riconosciuto che la crisi era dovuta a sfiducia e a ritiro di prestiti, si provvide con precise dichiarazioni di solidarietà a ricondurre la fiducia dei risparmiatori e degli enti finanziari europei nella solidità dell'organismo economico tedesco, mentre d'altra parte venne arrestato il movimento del ritiro dei capitali rinnovando o prolungando i crediti a breve scadenza.

Tutto ciò era assai meno di quanto avesse sperato la Germania la quale aveva messo in programma l'ottenimento di un nuovo grandioso prestito estero per l'importo di qualche miliardo di marchi. La Francia che avrebbe dovuto concorrervi per la maggior parte, non si dimostrò molto disposta a farlo specialmente di fronte al fermo contegno tedesco riguardo alle pretese clausole politiche. D'altra parte una larga corrente della opinione pubblica cominciava a chiedersi un po' in tutti i Paesi se non si sia già corso troppo su questa via e se i prestiti già concessi in passato alla Germania non costituiscano ormai un fardello troppo pesante per le sue spalle senza che si dovesse aumentarlo nuovamente.

Non si può dare torto senz'altro a queste considerazioni. Se si sommano infatti gli oneri derivanti dai pagamenti di guerra con quelli degli interessi e degli ammortamenti dei prestiti a più riprese concessi alla Germania, ne viene una tale somma da sborsare annualmente che sembra veramente follia accrescerla ulteriormente, onde ogni nuova concessione di prestiti non potrebbe che aggravare anzichè migliorare la situazione tedesca. Basta pensare che i soli crediti a breve scadenza concessi dall'estero alla Germania ammontano a circa 7 miliardi e mezzo di marchi!

I tedeschi non hanno dunque ottenuto il nuovo grandioso prestito, ma hanno tuttavia ottenuto col prolungamento di 6 mesi nei prestiti a breve scadenza il mezzo di far fronte alla crisi: che cosa sia per accadere poi alla scadenza dei 6 mesi nessuno per ora saprebbe dirlo!

Le discussioni di Londra hanno messo bene in evidenza la persistente divergenza delle tendenze francesi da quelle di tutti gli altri Paesi europei. Il contrasto franco-inglese fu chiaro e palese e appunto in rapporto con esso sono state messe da alcuni le manovre della Banca di Francia contro la sterlina.

Nel grande trambusto della crisi economica è caduto anche, quasi trascurato ed inavvertito, il famoso progetto di unione doganale austro-tedesco. Dopo le vivaci opposizioni incontrate a Ginevra esso era stato rimesso al giudizio della Corte internazionale dell'Aia, la quale si pronunziò decisamente contraria ad esso seppellendolo definitivamente.

In altri momenti ciò avrebbe suscitato vampate di sdegno antifrancese in tutta la Germania. Ma la dura lezione dei fatti ha calmato molti bollori e rischiarato molte teste. L'idea della opportunità di una politica di ravvicinamento alla Francia non è più così ostica in Germania. Assistiamo anzi in questo momento ad una spiccata tendenza tedesca di ravvicinamento la quale, se pure si vuole ufficiosamente inquadrare nelle direttive generali sempre seguite dalla Germania repubblicana verso tutte le altre nazioni, non manca di essere significativa e piccante. La sua manifestazione culminante è quella della visita a Berlino dei Ministri francesi, in restituzione di quella fatta a Parigi dai Ministri tedeschi. Che cosa possa maturare da questi tentativi è troppo presto per dirlo.

*

Attiva è stata anche la partecipazione italiana alla vita politica di questo breve ma intenso periodo.

Fin dall'inizio della proposta Hoover, l'Italia aveva preso una netta posizione di avanguardia comunicando immediatamente la sua adesione e rinunciando a riscuotere le quote in corso delle riparazioni. Alle successive trattative politiche ed economiche, portò sempre il contributo pacificatore della sua direttiva generale orientata verso la pacificazione e la ricostruzione europea.

La visita a Roma del Ministro americano Stimson e quella dei Ministri tedeschi suscitarono vasta eco di commenti e richiamarono l'attenzione di tutti gli ambienti politici europei.

L'azione italiana in questo periodo fu così equa e precisa che essa fu accompagnata sempre dalla generale approvazione. Nemmeno la decisa opposizione alla proposta austro-tedesca di unione doganale, suscitò eccessive recriminazioni in Germania, mentre d'altra parte provocò le calorose approvazioni della Francia dove per qualche tempo si favoleggiò di un cambiamento di rotta della nostra politica quasicchè essa fosse per entrare nella scia di quella francese.

In netto contrasto invece si presenta la nostra attività rispetto a quella francese nella scottante questione del disarmo. Inutilmente di quando in quando si tenta a Parigi di spargere nuove voci circa proposte per far risorgere il famoso patto navale o, ancor più, per giungere ad una intesa completa e basilare con Roma. I numerosi colloqui avuti dagli uomini politici francesi coi nostri Ministri e coi nostri rappresentanti diplomatici, se hanno suscitato molti commenti specialmente all'estero, non hanno mai potuto arrivare a far brillare la speranza di una reale possibilità di accordo e d'intesa.

Alla Conferenza di Ginevra il contrasto fondamentale è apparso nettissimo. Davanti alla riconosciuta necessità di costruire una nuova solidarietà europea e di preparare realmente l'avvento di un disarmo che potrebbe tanto contribuire a ristorare le condizioni finanziarie e a ristabilire la fiducia negli ambienti economici europei, il nostro Ministro Grandi ha avanzato una decisa proposta di sospensione negli armamenti: tutti i Governi avrebbero dovuto impegnarsi a non accrescere gli attuali bilanci militari. La proposta calorosamente accolta da tutti gli altri Paesi, venne anch'essa osteggiata pur nella forma così ridotta, dalla Francia. L'irritazione prodotta da questo atteggiamento è stata grande specialmente in America e in Inghilterra.

La necessità infatti di arrivare a dissipare le diffidenze e le animosità fra le nazioni del vecchio continente si fa ogni giorno più evidente, e nulla potrebbe meglio giovare allo scopo come un accordo leale sulla riduzione o almeno la limitazione degli armamenti.

L'argomento del resto non potrà a meno di essere ripreso in altra sede. La convinzione che sarà quanto prima necessario addivenire ad una completa revisione della questione dei pagamenti internazionali si fa ormai decisamente strada anche in America. Si può ritenere senz'altro acquisita l'adesione degli Stati Uniti a questo principio da tanto tempo prospettato dall'Italia. Ma si persiste tuttavia da parte americana a collegare il problema dei debiti a quello del disarmo, affermandosi non senza ragione, essere inutile concedere un sollievo economico alle nazioni europee finchè esse persistano a logorare le loro risorse nella gara degli armamenti.

Questi due problemi formidabili e assolutamente vitali per la civiltà europea in questo momento sono dunque strettamente legati, e poichè la revisione dei pagamenti si impone come una questione imprescindibile allo stato attuale delle cose, bisognerà bene che anche il problema del disarmo sia finalmente affrontato a viso aperto.

Nel periodo che intercorre prima della riunione della Conferenza mondiale del disarmo, ormai indetta, molte cose possono accadere. Non è ad escludersi che, sotto la pressione degli avvenimenti, finisca collo evolversi e arrivare a compimento una forma o l'altra di solidarietà

europea che permetta di sorpassare anche gli ostacoli attuali. Una coscienza pan-europea va senza dubbio maturando, e se anche non sarà proprio la Paneuropa di Briand, sarà pur sempre un avvenimento da auspicare e da salutare con speranza e con compiacimento.

*

Il travaglio del momento e le persistenti, anzi aggravantesi, difficoltà generali hanno naturalmente fatto sentire in modo evidente le loro conseguenze sull'andamento del bilancio statale il quale in questo primo periodo del nuovo esercizio segna, come era a prevedersi, un sensibile margine di deficit. La cosa non può sorprendere, poichè sarebbe assurdo pretendere che in questo momento di generale depressione il bilancio italiano dovesse fare eccezione su quello di tutti gli altri Paesi. Come è noto infatti il bilancio preventivo dell'esercizio 1931-32 è stato nettamente previsto in deficit.

I primi mesi di un esercizio sono generalmente sempre i meno floridi e i più pesanti nelle loro risultanze, e perciò sarebbe prematuro dedurre dalle cifre che esporremo conclusioni circa quello che potrà essere il risultato della chiusura dell'esercizio. Tuttavia si tratta di cifre notevoli e ammonitrici.

Nel mese di luglio, primo dell'esercizio finanziario in corso, il Conto del Tesoro segna nella parte effettiva del bilancio, accertamenti di entrate per 1545 milioni di lire, mentre gli impegni di spesa sono saliti a 1734 milioni di lire. Si è dunque avuto, nel mese, un deficit di 189 milioni di lire nella parte effettiva. Ad esso vanno aggiunti altri 15 milioni di lire risultanza passiva del capitolo movimento capitali. Si arrivava così complessivamente già alla fine di luglio, ad un disavanzo di 204 milioni di lire.

Il mese di agosto ha aggravato ulteriormente la situazione facendo registrare, accanto a 1425 milioni di lire di accertamenti di entrate, ben 1755 milioni di impegni di spese, e dando luogo quindi a un disavanzo di 332 milioni al quale vanno aggiunti 17 milioni di disavanzo nella categoria movimento capitali.

Alla fine del primo bimestre si era quindi già accumulato uno squilibrio passivo di 521 milioni nella parte effettiva, più 32 milioni nel movimento capitali, cioè un deficit complessivo di 553 milioni di lire.

Si tratta di una situazione, per quanto non imprevista, preoccupante e meritevole della massima attenzione. Un così forte squilibrio nel bilancio interno, se continuasse, potrebbe compromettere tutta la impalcatura economica della nostra finanza pubblica.

Alle preoccupazioni derivanti dal bilancio interno di aggiungono poi quelle conseguenze della situazione generale europea e la ripercussione dei gravi fatti economici avvenuti all'estero. La debolezza della sterlina e l'abbandono della parità aurea in Inghilterra avevano contribuito infatti a far credere per qualche momento che anche la posizione della lira potesse essere minacciata e che una revisione della quota di stabilizzazione fosse imminente.

La smentita è stata pronta e recisa da parte del nostro Governo il quale ha riaffermato la volontà di difendere la quotazione della nostra valuta che ha una solida posizione e non è per nulla direttamente dipendente o comunque in rapporto colla quotazione della sterlina. La difesa della lira esigeva però una finanza forte e mezzi adeguati per sopperire alle necessità crescenti del bilancio.

Pari alla fermezza della deliberazione fu infatti la prontezza colla quale vennero approntati i mezzi necessari. Essi consistono essenzialmente in un ritocco delle tariffe doganali, le quali vengono in gran parte sensibilmente aumentate. Con Decreto entrato in vigore il 26 settembre, viene infatti stabilito un sopradazio doganale del 15 per cento « ad valorem », su tutte le merci importate e per le quali i Trattati di Commercio vigenti non stabiliscano un trattamento di favore.

La portata del provvedimento è ampia e il vantaggio che ne potrà venire al bilancio è certamente cospicuo. Il sacrificio che viene chiesto al Paese non dovrebbe ripercuotersi in un aumento sensibile nel costo della vita perchè esso dipende in gran parte dal costo di prodotti interni e perchè molte voci della tariffa doganale, in osservanza degli accordi doganali stipulati, resteranno immutate.

Le esenzioni sono anzi anche più numerose di quelle strettamente volute dai Trattati in vigore, essendosi, per ragioni economiche varie, esentate anche parecchie merci non considerate da essi. Così si sono esentati i minerali metallici, i concimi chimici, i metalli preziosi, i cascami di lana, il carbone per le navi mercantili, ecc.

E' stato limitato al 10 % il sopradazio per combustibili fossili, mentre per quelli liquidi si è portato a 80 lire al quintale il dazio sulla benzina, a 14 quello sul petrolio e a 22 quello sugli olî minerali.

Sono pure esentati dal nuovo aumento i cereali in genere. Per questi però era stato deliberato un ulteriore aumento poco tempo prima allo scopo precipuo di proteggere la coltivazione interna dagli effetti del forte collasso dei prezzi verificatosi sul mercato internazionale e garantire agli agricoltori italiani un degno compenso al loro lavoro. Fino dal mese di agosto infatti si era portato a 75 lire al quintale il dazio sul grano e successivamente a L. 30 al quintale il dazio sul mais.

La prontezza colla quale il nostro Governo ha preso le misure necessarie a fronteggiare le necessità di bilancio e la fermezza usata nel sostenere la valuta sono state in generale simpaticamente commentate all'estero.

Alla saldezza della lira contribuisce naturalmente non poco anche la progressiva e fortissima riduzione nella circolazione, la quale continua, come è noto, da parecchi anni. Alla fine del mese di agosto si era arrivati ad una massa circolante di 14.655 milioni, mentre era di 15.680 milioni alla fine del 1930, di 16.774 milioni alla fine del 1929 e di 17.295 milioni alla fine del 1928.

*

Un'altro potente contributo alla saldezza della nostra valuta è portato dall'andamento assunto da parecchio tempo dal movimento commerciale con l'estero. Abbiamo più volte accennato come il graduale ridursi dello squilibrio passivo della bilancia commerciale rechi un alleggerimento sensibilissimo alla bilancia generale dei pagamenti coll'estero, della quale il movimento commerciale costituisce una delle voci fondamentali. Questo andamento si mantiene spiccato e deciso anche nei correnti mesi che segnano un continuo ulteriore miglioramento.

Infatti durante il mese di luglio il valore delle merci importate in Italia dall'estero è stato di circa 793 milioni di lire, contro 1079 milioni di lire avutesi nel luglio 1930. Invece le esportazioni hanno rappresentano un valore di 657 milioni circa nel luglio di quest'anno, contro 730 milioni del luglio 1930. Si è dunque verificata una diminuzione di soli 73 milioni nelle esportazioni contro 286 milioni di minori importazioni.

Analogamente nel mese di agosto, nel quale anzi si è sfiorato il pareggio nella bilancia commerciale, risultato pochissime volte eccezionalmente raggiunto in precedenza. Si sono infatti registrate merci in importazione per 848 milioni di lire e merci esportate per 828 milioni di lire: si è cioè avuto uno squilibrio passivo di appena 20 milioni di lire in un mese. Nell'agosto dello scorso anno si erano invece avuti 1169 milioni di merci importate e 870 milioni di lire di merci esportate, con uno squilibrio passivo di 299 milioni di lire.

Complessivamente nel periodo degli otto primi mesi le importazioni hanno raggiunto quest'anno un valore di 8262 milioni di lire, e le esportazioni hanno rappresentato un valore di 6545 milioni di lire. Nel 1930 le corrispondenti cifre erano state di 11.793 milioni per le importazioni e di 8142 milioni per le esportazioni. Il disavanzo è dunque sceso da 3651 milioni nel 1930 a 1717 milioni nel 1931, portando nella bilancia dei pagamenti all'estero un alleggerimento di quasi due miliardi di lire!

Questo andamento del nostro commercio estero è in singolare contrasto con quello del commercio francese che ha registrato nel primo semestre in confronto dello scorso anno una diminuzione di soli 3630 milioni di franchi (13,5 %) nelle importazioni e una contrazione di 6393 milioni (29 %) nelle esportazioni cosicchè lo squilibrio della bilancia commerciale è passato da 4024 milioni nel primo semestre 1930 a 6967 milioni di franchi nel 1931.

Per quanto tuttavia l'andamento complessivo della nostra bilancia commerciale sia soddisfacente, resta pur sempre il fatto doloroso della inevitabile contrazione delle esportazioni e quindi della produzione industriale, ciò che ha naturalmente dirette ripercussioni sull'aggravarsi del fenomeno della disoccupazione.

La modesta riduzione al numero dei disoccupati portata dal solito fenomeno stagionale all'aprirsi del periodo estivo è stata rapidamente riassorbita dall'incrudirsi della crisi industriale. Infatti gli operai senza lavoro che al 30 giugno erano scesi alla cifra, pur sempre cospicua di 573.593, alla fine di luglio erano risaliti a 637.136 e purtroppo il loro numero va ulteriormente accrescendosi.

Il fenomeno, pur contenuto in limiti molto meno gravi che in tanti altri Paesi europei, è grave e proccupante specialmente nella previsione della prossima stagione invernale. Ad esso il Paese deve cercare di provvedere nel modo migliore e più tempestivo. Contrariamente alla politica dei larghi sussidi di disoccupazione che viene seguita in molti Paesi dell'estero, il nostro Governo ha preferito ancora una volta ricorrere all'espediente di intensificare l'esecuzione di opere pubbliche procurando così lavoro a larghe schiere di operai e ritraendo dalle somme così impiegate a lenire la disoccupazione, un utile indiretto, ma non per questo trascurabile.

Si è quindi provveduto a studiare un programma veramente imponente di opere di pubblica utilità da eseguirsi durante l'inverno entrante. Si tratta di lavori di svariatissimo genere che vanno dalle sistemazioni montane e fluviali ai lavori di bonifica, dagli edifici pubblici agli acquedotti, ecc. Il programma è stato studiato col criterio di distribuire i lavori con equa considerazione dei bisogni e delle risorse delle varie provincie in modo che da per tutto se ne risentano i tangibili benefici.

L'importanza del complesso di opere da eseguirsi nell'inverno è facilmente apprezzabile dall'importo previsto della spesa corrispondente. Secondo gli elementi ufficiali pubblicati si tratta di 3629 milioni di lire. Si calcola che in tali opere troveranno direttamente lavoro circa 270.000 operai. Bisogna poi ancora tenere conto che questo complesso di attività avrà benefiche ripercussioni anche in tutte le industrie sussidiarie cosicchè il beneficio reale che ne verrà al mercato della mano d'opera nazionale sarà ancora maggiore di quello che risulta dalla considerazione dei semplici elenchi delle opere pubblicate.

*

Il mercato borsistico durante questi mesi estivi non presenta particolari caratteristiche degne di nota. Il solito fiacco andamento dell'estate è stato anche influenzato in sensibile misura dalle incertezze della situazione internazionale e dalla incapacità dei consessi politici di arrivare ad una soluzione soddisfacente dei grandi e imperiosi problemi che si agitano attualmente.

Andamento quindi fiacco e svogliato e quasi sempre atteggiato a

pesantezza, anche per riflesso di quanto avveniva sui grandi mercati azionari esteri dove la pesantezza è stata pressochè generale e continua.

Il tracollo dei prezzi del cotone e le prospettive di ulteriore discesa, hanno pure avuto il loro riscontro sul mercato dei titoli. Questo è stato poi verso la fine del mese di settembre ulteriormente scosso e messo in agitazione dalla crisi della sterlina. Per sovrappiù è arrivato il nuovo rialzo del tasso ufficiale di sconto salito al 7 %.

Cronaca dunque ancora una volta grigia e poco confortante.

Si sottraggono a queste considerazioni i titoli di Stato sempre ben sostenuti sebbene diano in chiusura qualche accenno di debolezza.

I titoli tessili sono stati in generale sempre orientati a tendenza pesante.

Poco mossi e relativamente meglio sostenuti i titoli meccanici e metallurgici. Altrettanto può dirsi di quelli saccariferi.

Trascurati quasi completamente gli Esportazione. In buona vista gli Immobiliari.

L'andamento, generalmente poco favorevole, dei titoli elettrici si può desumere dallo specchietto allegato.

RENATO SAN NICOLÒ.

Variazioni dei titoli elettrici nei mesi di agosto e settembre.

	Valore nomin.	Agosto I decade	Agosto II decade	Agosto III decade	Settembre I decade	Settembre II decade	Settembre III decade
Edison	500	551	540,50	539	250,50	488	529
Lombarda	500	434	426	417	390	296	327
Bresciana	200	184,50	183	176,50	165	157	161
Adamello	250	140,50	137	141	137	125	131,50
Unione Esercizi Elettrici	50	59,75	59	52,87	45	36,50	37
Elettrica Alta Italia	250	120,50	117	117	84	73	75
Officine Elettr. Genovesi	250	253	252,25	249,50	240	227	228
Adriatica	100	177,50	176,50	170	157	152	173
Compagnia Imprese Elettriche Liguri	175	178	178	172	165	140	147
Ligure Toscana	200	232	230	230	222	220	226
Gen. Elettr. della Sicilia	100	63,75	59,50	58	50,25	47,75	52
Elettrica Brioschi	250	307	307	305	320	300	295
Emiliana Esercizi Elettr.	350	345	344	339,50	305	272	302
Forze Idrauliche Crespi	375	360	360	330	314	300	306
Elettrica Valdarno	100	175	173	171	167	172	172,50
Tirso	250	156	156	150	145	142	148
Terni	400	355	352,50	350	312,50	290	320
Meridionale di Elettricità	250	234,50	228	214	190	186	205
Idroelettrica Piemontese	125	116	115	113,50	97	82,50	91
Dinamo	100	168	169	165	164	161	162
Elettcicità e Gas di Roma	500	767	773	777	773	765	772

Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di settembre.

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI

Carboni da vapore:			
Cardiff primario	L. 161,—	a L. 164,—	alla tonn.
Americano	» 155,—	» » 157,—	»
Slesia	» 134,—	» » 136,—	»
Sarre	» 150,—	» » 152,—	»
Antraciti:			
Inglese primaria (in pezzatura)	L. 237,—	a L. 272,—	alla tonn.
Tedesca (in pezzatura)	» 232,—	» » 255,—	»
Coke:			
Coke da gas nazionale	L. 180,—	a L. 190,—	alla tonn.
» » » inglese	» —,—	» » —,—	»
» metallurgico	» 180,—	» » 195,—	»
Petrolio	» 183,—	» » 203,—	al Q.le
Nafta:			
Per Diesel	L. 455,—	a L. 500,—	alla tonn.
Per caldaie	» 265,—	» » 280,—	»
Benzina in fusti	» 186,—	» » 246,—	al Q.le

METALLI

Ghisa:			
Eglinton N. 1	L. 580,—	a L. 585,—	alla tonn.
Middlesbrò N. 3	» 450,—	» » 460,—	»
Ematite	» 485,—	» » 490,—	»
Lussemburgo-Lorena	» 380,—	» » 390,—	»
Ferro:			
Laminato omogeneo	L. 75,50	a L. 84,50	al Q.le
Poutrelles	» 82,50	» » 84,50	»
Lamiere da 4 mm. in più	» 85,—	» » —,—	»
Acciaio:			
Rapido per utensili	L. 230,—	a L.7000,—	al Q.le
Martin resist. 50-70	» 95,—	» » 140,—	»
Tubi bollitori	» 275,—	» » 330,—	»
Rame:			
Elettrolitico	L. 380,—	a L. 400,—	al Q.le
In fogli comuni	» 600,—	» » 610,—	»
In barre tonde e quadre	» 600,—	» » 610,—	»
Stagno in pani	» 1175,—	» » 1225,—	»
Zinco in pani 1ª fusione	» 165,—	» » 175,—	»
Piombo in pani 1ª fusione	» 150,—	» » 160,—	»
Antimonio in pani	» 420,—	» » 450,—	»
Ottone in barre	» 400,—	» » 410,—	»
Alluminio in pani	» 850,—	» » 870,—	»

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

La sera del 29 maggio u. s., il Prof. **Sebastiano Timpanaro,** socio della Sezione di Bologna, ha tenuto una comunicazione sul tema: « **Fenomeni elettrici dell'atmosfera - (Il fulmine, la grandine e la pioggia)** ».

Il conferenziere, dopo un cenno storico sull'argomento con particolare riguardo al contributo dato da studiosi italiani, ha fatto un'esposizione critica delle vedute di C. Dauzère, Direttore dell'Osservatorio del Pic du Midi in Francia, sull'argomento dell'elettricità atmosferica.

Secondo il Dauzère, la differenza tra le precipitazioni temporalesche e quelle ordinarie è puramente quantitativa, e perciò lo studio dei temporali, nei quali i fenomeni che accompagnano le precipitazioni si manifestano con la massima intensità, è quanto mai adatto per comprendere il meccanismo di tutte le precipitazioni.

Il Dauzère ha potuto studiare sperimentalmente temporali al suo Osservatorio situato a quasi 3000 metri di altitudine in un punto dominante la regione a sud-ovest della Francia e che è battutissimo dalle tempeste.

Il punto di partenza degli studî del Dauzère è costituito dalle osservazioni che da una cinquantina di anni vengono eseguite nell'Osservatorio del Pic du Midi e in quello ad esso collegato di Bagnères-de-Bigorre e in particolare da quelle sui punti di caduta del fulmine fatte dal suo assistente Bouget. Da queste osservazioni risulta che il fulmine colpisce particolarmente certi luoghi aventi una determinata costituzione petrografica. I calcari compatti, ad esempio, non sono quasi mai colpiti qualunque sia la loro altitudine, mentre le rocce silicee (graniti, ofiti, argille, scisti cristallini) e i terreni contenenti minerali metallici sono frequentemente colpiti: lo sono poi specialmente i luoghi situati sulla linea di contatto di due terreni geologicamente differenti.

Il Dáuzère ha potuto d'altra parte stabilire che i territori frequentemente colpiti dal fulmine sono pure frequentemente colpiti dalla grandine, e, ha cercato perciò di stabilire il legame che deve certamente esistere tra i due ordini di fatti. Egli è così riuscito a dimostrare, valendosi dell'apparecchio di Elster e Geitel e di quello di Gerdien per la misura della conducibilità dell'aria:

1) che nei punti non frequentemente colpiti dal fulmine e dalla grandine gli ioni positivi sono generalmente più numerosi di quelli negativi e che, all'avvicinarsi di un temporale, il numero totale di ioni per unità di volume aumenta con prevalenza di quelli negativi;

2) che nei luoghi frequentemente colpiti dal fulmine e dalla grandine il numero totale degli ioni per unità di volume è relativamente grande e gli ioni negativi sono più numerosi di quelli positivi. Questi fatti si spiegano con la radiattività più o meno grande dei luoghi colpiti o non colpiti, o in altri termini: il fulmine e la grandine risparmiano i terreni non radioattivi e colpiscono più o meno quelli più o meno radioattitivi. L'influenza delle linee di contatto di terreni geologicamente differenti si spiega pensando che lungo queste linee vi devono essere le sostanze radioattive depositatevi dalle acque che vi sono passate.

Fondandosi su questi fatti il Dauzère è riuscito a dare una teoria unitaria dei fenomeni del fulmine, della grandine, della neve e della pioggia, che prima non si credeva avessero rapporti così intimi. Nella teoria del Dauzère intervengono i cirri, i quali devono, per effetto fotoelettrico Righi, dovuto ai raggi ultravioletti del sole, essere carichi positivamente; la radioattività del suolo; il meccanismo supposto da G. C. Simpson per spiegare la carica positiva, che in generale hanno le precipitazioni, la teoria del Dauzère stesso sulla formazione delle grosse gocce di pioggia, la cui rottura, secondo il Simpson, dà origine alla carica delle precipitazioni. Il conferenziere aggiunge che ritiene anche probabile un'azione dei raggi cosmici.

Dopo aver messo in rilievo il valore teorico e pratico e la modernità della teoria del Dauzère che, almeno nelle sue linee generali, si può considerare come soddisfacente, l'oratore dichiara che essa è in ogni caso un ottimo strumento di lavoro, e si augura che nuove osservazioni decisive in questo campo siano proseguite in Italia.

Il Presidente ringrazia il conferenziere per la sua interessante comunicazione, e chiede ai soci se qualcuno ha osservazioni o domande da fare.

Il Prof. Rebora, che ha fatto studî sul problema del fulmine, dichiara che le sue constatazioni coincidono con quanto è stato esposto dal conferenziere. Esistono effettivamente delle zone battute dal fulmine ed altre, nelle quali invece le scariche del fulmine non si verificano mai o molto raramente. E' noto agli esercenti linee elettriche che in Italia vi sono punti specialmente battuti dal fulmine; essi in generale si trovano allo sbocco delle valli alpine nella pianura. Invece i punti elevati delle linee elettriche, come ad esempio il passo del Mortirolo non sono affatto disturbati dal fulmine.

I fabbricati delle città risultano poco battuti dal fulmine; è notorio che i maggiori infortuni per tali casi avvengono in campagna. Anche sul nostro Duomo, da un esame delle statistiche risalenti fino al 1863, si è potuto constatare che le scariche del fulmine sono state molto scarse e di modesta entità. Invece certi osservatorî in alta montagna sono battutissimi.

Sulle costruzioni contenenti liquidi o gas infiammabili un tempo si ponevano molti parafulmini; ora però la tendenza moderna è di togliere tali parafulmini mettendo naturalmente molto bene a terra tutto l'impianto di gasometri e serbatoi.

Il Dott. Minguzzi chiede se la teoria del Dauzère non sia, da certi punti di vista, una ripresa della teoria voltiana, la quale trova la sua conferma nell'aspetto che presentano i chicchi di grandine a strati sovrapposti.

Il Prof. Timpanaro ammette che tra le vedute di Volta e quelle del Dauzère ci sia qualche punto di contatto; ma le differenze sono evidenti se si pensa che Volta non poteva avere idea nè dell'effetto fotoelettrico nè della radioattività e della ionizzazione. D'altra parte l'idea della teoria di Volta potrebbe forse essere ripresa per completare la teoria del Dauzère.

Il Presidente dopo aver ringraziato nuovamente il Prof. Timpanaro per la sua dotta comunicazione, toglie la seduta.

* *

SEZIONE DI TRIESTE.

Visita a Monte Radio. — La sezione triestina ha compiuto il 2 settembre una visita alla sede dell'E.I.A.R. di Piazza Oberdan e alla Stazione trasmittente di Monte Radio ed ha invitato poi i rappresentanti di Radio Trieste e della Compagnia Marconi alla riunione mensile dei soci per significare in modo cordiale tutto l'entusiasmo e il plauso dei rappresentanti triestini e goriziani della grande famiglia elettrotecnica italiana per la nuova magnifica opera che altamente onora la nostra città, la regione e l'Italia fascista.

Alla visita hanno partecipato quasi al completo i soci elettrotecnici e numerosi signore, guidati dal Presidente della sezione di Trieste Ing. Italo Bonazzi. Erano presenti inoltre il vice presidente Ing. Barone de Antonellis e i membri del Consiglio Ing. Salerni, Ing. Pippa, Ing. Benussi, Ing. Fragiacomo, Ing. Pedretti, Ing. de Mottoni, Ing. Almerigotti e Ing. Lohr. I numerosissimi soci goriziani erano accompagnati dal consigliere Dr. Perco.

Dopo la visita agli auditori e alla sala degli amplificatori della sede di piazza Oberdan, dove gli ospiti sono stati ricevuti cordialmente dal reggente di Radio Trieste Dr. Renato Mori e dall'Ing. Airoldi, la folta comitiva si è diretta con tre torpedoni e numerose vetture private, a Monte Radio. Qui i visitatori hanno avuto modo di ammirare, con la guida competente e cortese dell'Ing. Piero Ilardi della Compagnia Marconi, i magnifici impianti e le costruzioni della stazione trasmittente ed hanno assistito con vivo interesse al principio della trasmissione serale per le prove tecniche.

Vivamente soddisfatti della visita, gli elettrotecnici si sono raccolti quindi a mensa all'Hotel Obelisco di Villa Opicina, in onore dei rappresentanti di Radio Trieste. Ai posti d'onore sedevano il Dr. Mori e l'Ing. Ilardi.

Allo spumante il presidente Ing. Bonazzi rivolse a nome dei soci un cordiale saluto e un ringraziamento agli ospiti e, rilevato il significato della riunione, pronunciò fervide parole di ammirazione per gli ideatori e per gli esecutori del magnifico impianto di Radio Trieste, che rappresenta oggi, si può dire, quanto di meglio sia stato compiuto nel campo della moderna tecnica radiofonica.

L'oratore rilevò come la stazione di Trieste non sia destinata soltanto ad essere il collegamento ideale della città adriatica con le consorelle italiane, ma rappresenti un segnacolo ed una squilla di italianità e di civiltà ai confini della Patria, testimoniando come Trieste figuri oggi degnamente accanto alle città più progredite del mondo.

Chiuse il suo dire con parole di vivo elogio all'Ing. Ilardi, che seguì fin dal primo giorno il nascere della magnifica Stazione di Monte Radio, e al Dr. Mori, che già in questo periodo di prove tecniche ha dimostrato di saper avviare a sicura rinomanza e popolarità nel mondo la nuova voce italiana sorta sulle rive dell'Adriatico.

Le parole del presidente furono accolte da vivissimi applausi all'indirizzo dei due giovani e valorosi rappresentanti di Radio Trieste.

All'Ing. Bonazzi ha risposto ringraziando, con una simpatica ed applauditissima improvvisazione, il Dr. Mori cui è seguito l'Ing. Ilardi che, dopo i ringraziamenti fatti anche a nome della Marconi agli elettrotecnici triestini e goriziani, ha illustrato brevemente i compiti e le qualità della nuova Stazione.

L'Ing. Pippa, Direttore della T.E.L.V.E. di Trieste ha espresso quindi con una felice orazione la soddisfazione e la commozione destata dalla visita alla nuova opera superba e potente.

Il geniale trattenimento è continuato quindi in mezzo alla più schietta cordialità, allietato dalle audizioni radiofoniche curate dall'infaticabile casssiere della Associazione Elettrotecnica signor Brivonese, che aveva contribuito anche all'organizzazione logistica della simpatica manifestazione. L'Ing. Pedretti ha dilettato gli intervenuti con una di quelle indovinatissime e spumeggianti chiacchierate che sono ormai una festosa tradizione degli elettrotecnici. Prima di lasciare la sala, i presenti hanno ascoltato in piedi, applaudendo, la Marcia Reale e Giovinezza, trasmesse da Radio Trieste.

Dati caratteristici della Stazione Radio di Trieste.

La Stazione Radio-Trieste è una delle più recenti costruite dalla Società Marconi di Londra, essa è del tipo P.A. 14 A.

La potenza è di 10 kW antenna modulata al 100 %.

L'alimentazione è ottenuta mediante gruppi per i filamenti e per i negativi di griglia e mediante trasformatori per le placche sia dei gruppi raddrizzatori che di tutti i pannelli ad eccezione di quello dell'oscillatore pilota che è alimentato in c. c. mediante accumulatori.

Il trasmettitore è formato dai seguenti pannelli:

1°) Oscillatore pilota con circuito speciale Marconi funzionante a cristallo o a valvola, in un termostato per mantenere la temperatura costante. Frequenza d'oscillazione metà di quella irradiata.

2°) Pannello amplificatore a ponte dell'oscillatore-pilota con valvola schermata, duplicatrice di frequenza.

3°) Stadio isolatore.

4°) Studio modulatore con modulazione a bassa potenza sistema Heinsing.

5°) Amplificatore modulato.

6°) Stadio intermedio con valvola raffreddata ad acqua.

7°) Stadio finale a quattro valvole a 2 a 2 in push-pull raffreddate ad acqua.

Il sistema d'areo è verticale a gabbia con un tratto orizzontale di 20 m sostenuto da due torri in ferro a traliccio alte 80 m poste alla distanza di 185 m.

Dal trasmettitore parte una linea in alta frequenza lunga circa 100 m che termina in una cabina di sintonia posta sotto l'aereo dove vi sono i complessi di accoppiamento con l'areo.

Nel trasmettitore vi sono inoltre gli impianti di circolazione acqua per raffreddamento valvole e di aria per raffreddamento dell'acqua.

Il complesso del trasmettitore è circa di 80 kW.

Necrologio

La Sezione di Napoli con profonda commozione partecipa la dolorosa e prematura morte dei Soci

Ing. ALBERTO FILIPPONI
ANTONIO CERRATO

tragicamente colpiti il 16 settembre da una scarica a 60 kV nella centrale Tusciano.

Il giovane Ing. Filipponi appena trentenne era già capo di un reparto della Sezione Esercizio della Società Meridionale di Elettricità. Per la sua vasta coltura, per l'attività instancabile e per le rare doti di intelligenza, bontà e rettitudine Egli era altamente apprezzato ed amato da superiori, colleghi e dipendenti e da tutti quanti lo conobbero.

Antonio Cerrato occupava il posto di Sottocapo Centrale. Ottimo elemento per capacità tecnica, ad un tempo laborioso e modesto, lascia in tutti vivissimo rimpianto di sè.

Alle famiglie così duramente colpite da tanta sventura giungano i sensi delle nostre profonde condoglianze.

.. .. ATTIVITÀ DELLE SEZIONI .. ..

SEZIONE DI BOLOGNA (Piazza de' Celestini, 4).

18 Ottobre. — Visita agli Impianti di Suviana e Pavana, in unione ai Colleghi della Sezione di Firenze.

SEZIONE DI FIRENZE (Via delle Belle Donne, 9).

18 Ottobre. — Visita agli Impianti di Suviana e Pavana, in unione ai Colleghi della Sezione di Bologna.

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).

23 Ottobre - ore 21,25. — SCARPA Ing. Prof. Dott. Oscar: «Le proprietà elettriche dell'alluminio attualmente prodotto e trafilato in Italia».

Errata - corrige

Nel riassunto della relazione Lombardi-Asta pel Congresso di Perugia, pubblicata nel n. 27 del giornale, a pag. 678, sono incorsi alcuni errori di composizione che qui rettifichiamo:

Pag. 678,	colonna 2ª,	riga 7ª:	Anzichè Stollmann leggere Stallmann.
» 679	» 1ª	» 4ª-6ª:	Correggi: i valori della induzione mediante il flussometro e della forza magnetica in base al numero delle amperspire applicate, con corrente continua.
» 679	» 1ª	» 12ª-13ª:	*o* con l'aiuto di un voltometro di cresta e di una resistenza *non* induttiva
» 679	» 1ª	» 25ª:	corrente sinusoidale *della* medesima frequenza e quello voltometrico *dalla* corrente *della* spirale.
» 679	» 1ª	» 4ª ultima:	Stallmann.
» 679	» 1ª	» 36ª:	le *riluttanze*.
» 679	» 2ª	» 38ª:	le perdite corrispondenti *e* quelle totali.

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.*

(I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 25 Ottobre 1931 - ANNO IX N. 30

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA S. PAOLO, 10 - MILANO (103) - TELEFONI N. 13-713 - 82-086

COMITATO DIRETTIVO: A. BARBAGELATA, DIRETTORE DELLA RIVISTA - U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

REDAZIONE: R. SAN NICOLO', REDATTORE CAPO - F. NERI - G. SILVA, REDATTORI - M. BOELLA - P. LOMBARDI, COLLABORATORI ORDINARI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI
GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.
I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Dopo la Riunione di Perugia.

Una delle caratteristiche della XXXVI riunione annuale fu senza dubbio il piccolo numero e la sobrietà dei discorsi, rilevanti una tendenza di cui i tecnici non possono che essere lieti. Ispirandoci a tale tendenza saremo anche noi assai brevi nel tradizionale commento alla riunione, col gran vantaggio — per noi — di evitare l'improba fatica di dover dire ancora una volta le stesse cose senza ripeterci. Sta il fatto che le Riunioni sociali del nostro Sodalizio riescono sempre così cordiali, così animate, così interessanti, che volendo commentare un po' ampiamente la trentaseiesima, testè chiusasi, bisognerebbe necessariamente ripetere molte delle cose dette per le altre trentacinque, o, almeno, per le ultime dieci o quindici — da quando cioè si è iniziata la grande ascesa dell'A.E.I. Per tanto, quando si sarà ricordato che il tempo è stato sempre favorevole e che il sole ha quasi sempre rivestito delle più meravigliose luci autunnali gli splendidi paesaggi dell'Umbria; quando si sarà aggiunto che Autorità ed Enti locali si prodigarono colla più signorile ospitalità per festeggiare i congressisti, si sarà detto tutto, per la parte generale del Congresso, e basterà rinviare il lettore alla Cronaca particolareggiata della Riunione che speriamo poter pubblicare nel prossimo numero.

E per la parte tecnica basterà dire che il progresso già da vari anni delineatosi nell'andamento delle sedute si è notevolmente accentuato a Perugia. L'aver potuto stampare e distribuire in bozza, prima dell'inizio dei lavori, quasi tutte le relazioni ha permesso di contenere quasi sempre i riassunti orali degli Autori nei dieci minuti stabiliti dal regolamento ufficialmente inaugurato a Perugia, a tutto vantaggio delle discussioni che si svilupparono quasi sempre ampie ed interessanti. Certamente l'applicazione del nuovo regolamento ha dato luogo a svariati commenti che ci auguriamo possano avere un seguito sulle colonne del nostro giornale. Da un lato v'è infatti chi pensa che, quando tutte le relazioni siano realmente distribuite con un conveniente anticipo, i riassunti orali degli autori potrebbero essere senz'altro soppressi e più convenientemente sostituiti dai commenti di relatori speciali, che, come già si fa in altre riunioni, avrebbero appunto il compito di riassumere e di illustrare, agli effetti della discussione, le relazioni di argomento affine. Per contro v'è chi ritiene — forse con una più esatta conoscenza dell'umana natura — che per quanto anticipata fosse la distribuzione dei testi, ben pochi dei congressisti avrebbero il tempo e la buona volontà di leggerli attentamente per prepararsi alla discussione, e che, comunque, anche per i diligenti il breve ed intelligente riassunto fatto dagli Autori costituisce sempre un assai utile, per non dire indispensabile richiamo.

Comunque, per le opposte tendenze, su cui speriamo qualche autorevole collega vorrà esprimere la sua opinione, è interessante e piacevole constatare come sia ormai definitivamente tramontato quel carattere « accademico » delle antiche riunioni, del quale abbiamo discorso in una nota recente. D'altronde, basta pensare che se gli Autori delle *cinquantaquattro* relazioni, avessero dovuto esporre per esteso i loro lavori, come si faceva un tempo, i convenuti avrebbero dovuto rimanere a Perugia forse una quindicina di giorni!

Piuttosto, seguendo le interessanti discussioni, che, come abbiamo detto, si sono più volte sviluppate, ad opera specialmente — ci piace constatarlo — dei giovani, abbiamo pensato spesso con vero rammarico alle ferree necessità economiche che da qualche anno hanno reso necessario separare dal giornale i rendiconti delle riunioni annuali. E' certo infatti che tali discussioni, meglio d'ogni altra cosa, possono dare un'adeguata idea della maturità tecnica raggiunta dalla nostra Associazione; che solo chi abbia e possa consultare insieme coll'annata dell'*Elettrotecnica* il corrispondente volume dei rendiconti, può veramente valutare il cammino percorso e sfruttare in pieno la poderosa opera di diffusione della coltura tecnica compiuta dall'A.E.I. in omaggio al primo articolo del suo Statuto.

Perciò, pensiamo, tutti accoglieranno con plauso l'annuncio dato dalla Presidenza generale, di voler favorire con ogni mezzo ed a costo anche di qualche sacrificio, la massima diffusione dei volumi dei rendiconti, e ci auguriamo che ben pochi siano i consoci non convenuti a Perugia, che non vogliano sottostare alla piccola spesa necessaria per dotare la loro biblioteca di un volume che costituirà senza dubbio una completa, perfetta messa a punto di tutti i complessi e poderosi problemi che si raggruppano attorno al tema delle sottostazioni di trasformazione.

Studi e prove sui telefoni.

Molto opportunamente il Consiglio Nazionale delle Ricerche scelse mesi or sono, fra i vari temi proposti dalla Sezione Elettrotecnica del Comitato per l'Ingegneria, quello relativo allo studio dei microfoni e dei telefoni e, più in generale, dei problemi di elettro-acustica; ottimo provvedimento è stato invero il concentrare il lavoro su un solo tema, e affidarlo per ora ad un solo laboratorio (quello della Scuola G. Ferraris di Torino). E ottima dal canto suo appare la scelta specifica del tema, se si tien conto dell'importanza rapidamente crescente di tutte le applicazioni elettroacustiche. E' quasi superfluo accennare alla portata e all'utilità di studi di questo genere, ai riflessi che essi possono avere in favore del sorgere e dell'affermarsi in Italia di una importante industria delle costruzioni telefoniche e radiotecniche, al bisogno fortemente sentito (anche in relazione con le modalità tecniche, secondo cui si aggiudicano grandiose forniture del genere) di una precisazione delle proprietà degli apparecchi elettroacustici e del modo di verificarle, in sede di collaudo, secondo norme ben definite, da promulgarsi sotto l'alta autorità dell'A.E.I.

Primo frutto dell'iniziativa fu lo studio sui microfoni a carbone, del Sacerdote (*L'Elettrotecnica*, 25 febbraio 1931), cui segue ora una nota dei colleghi SACERDOTE e GOTTA sulla misura degli spostamenti statici e dinamici delle membrane telefoniche. Il metodo, seguito dagli autori per misurare spostamenti che non superano pochi *micron*, è un'altra riprova delle innumerevoli risorse offerte dalla tecnica delle alte frequenze; ed è facile intuire, come esso sia suscettibile di utili applicazioni anche in altri campi.

Come giustamente rilevano gli AA. i risultati ottenuti acquisteranno ancora maggior pregio, se potranno essere messi in relazione con quelli ottenibili per altra via, con altri metodi elettrici ed acustici, così da fornire tutti gli elementi necessari ad una scelta di procedimenti di misura e di verifica, che soddisfino al requisito di ben individuare le proprietà tecniche e l'efficienza di un telefono, ed all'altro di essere attuabili con relativa facilità ed in modo pienamente definito.

E' da augurarsi che il lavoro di ricerca si sviluppi e si estenda con buoni risultati, sia presso il laboratorio, da cui sono usciti questi primi lavori, sia presso altri istituti italiani, non meno operosi e benemeriti.

LA REDAZIONE.

STUDIO MECCANICO DEI CONDUTTORI DELLE LINEE AEREE (Problema statico)

GIOVANNI SILVA

(Continuazione e fine, v. N. 29, pag. 721)

PARTE TERZA

Studio meccanico della Linea a 220 kV Cardano-Cislago (Gruppo SIP).

38. - Descrizione della linea.

Riassumiamo brevemente le caratteristiche essenziali della linea dell'Isarco (Cardano-Cislago), rimandando, per chi desiderasse maggiori dettagli alle interessanti pubblicazioni seguenti:

Ing. A. DALLA VERDE: La linea a 220 kV da Cardano a Cislago del Gruppo S.I.P. - *Energia Elettrica*, gennaio, 1930.

— La ligne de transmission d'énergie à 220.000 V de Cardano à Cislago de la Società Idroel. Piem. - *R.G.E.*, 6 settembre 1930.

— Les supports de la ligne 220 kV Cardano-Cislago. Calculs et Essais. - Conférence des Grands Reseaux, 1931.

c) Dati topografici.

Lunghezza totale della linea	km	242,515
Campate	N.	833
Lunghezza media delle campate	m	291
» massima delle campate	»	933
Campata normale: I tronco, Cardano-F. Oglio	»	300
Campata normale: II » F. Oglio-Cislago	»	260
Altitudine a Cardano	»	285,45
» a Cislago	»	234,75
» massima (Cima d'Oro)	»	1418,45

Attraversamenti:

Ferrovie dello Stato	N.	9
» secondarie e Tranvie	»	15
Strade di prima classe ed autostrade	»	9
» provinciali e comunali importanti	»	30
Linee telefoniche e telegrafiche di Stato	»	35
» » di Società concessionarie	»	42
» » private	»	20
» elettriche alta tensione	»	79
» » bassa tensione	»	26
Teleferiche permanenti	»	5
Corsi d'acqua importanti	»	17
Totale	N.	287

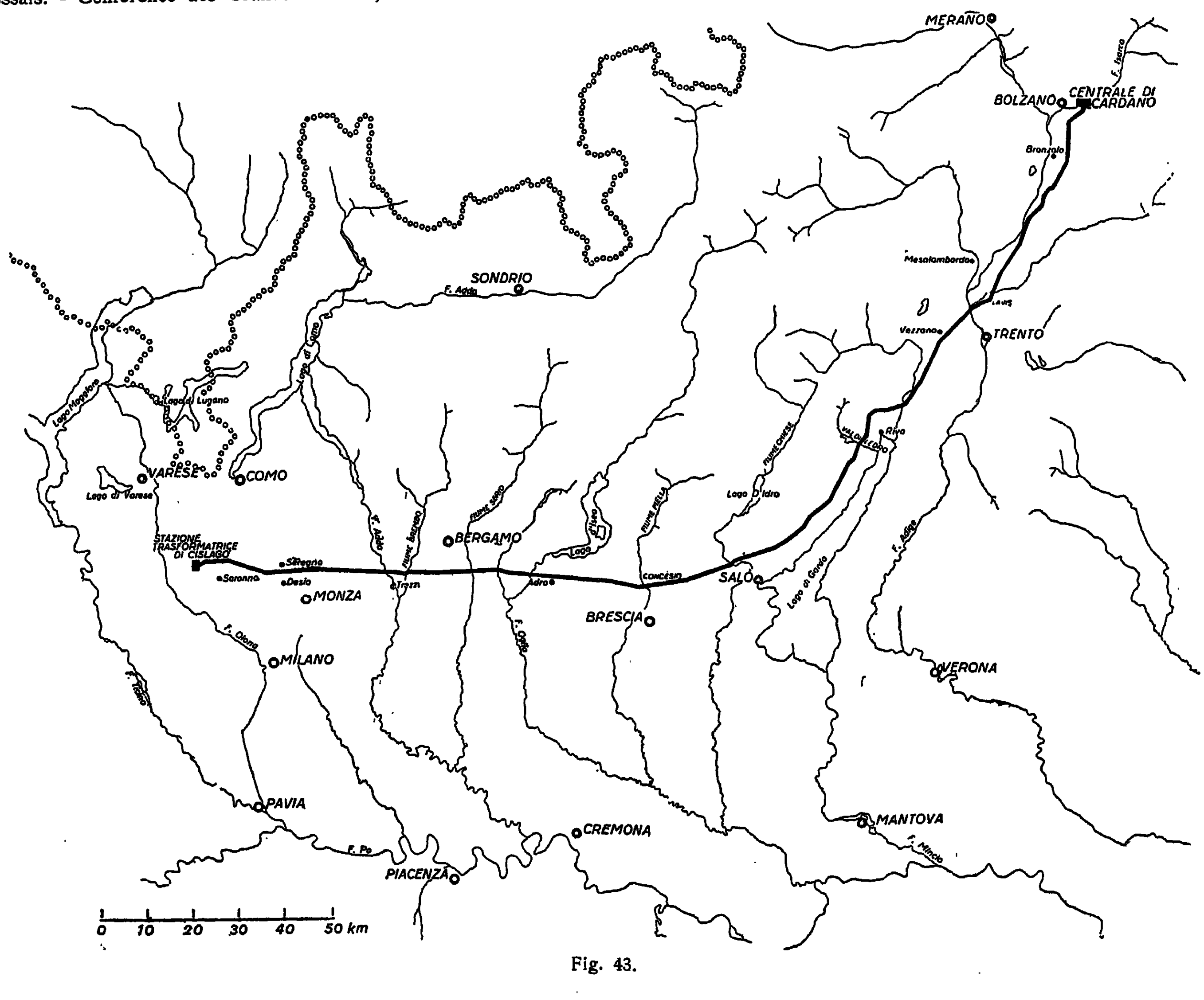


Fig. 43.

Ing. C. PALESTRINO: Studio e calcoli elettrici della linea a 220 kV da Cardano a Cislago. - *Energia Elettrica*, febbraio-marzo, 1930.

Ing. G. ORLER: Il portale in cemento armato centrifugato della linea a 220 kV Cardano-Cislago. - *L'Elettrotecnica*, 15 luglio 1931.

a) Planimetria (fig. 43). — La linea ha la sua origine a Cardano (centrale C. Cicogna della Società Isarco) e il suo termine a Cislago (stazione di trasformazione « A. Volta » - Soc. Lombarda per Distribuzione di Elettricità - Gruppo S.I.P).

b) Profilo longitudinale. — Caratteristica essenziale della linea è il suo eccezionale profilo (fig. 44). La linea attraversa numerose valli; il suo sviluppo è quindi dei più accidentati. Vi sono campate di oltre 900 m e catenarie con rapporto h/d superiore a 0,7.

d) Isolatori.

Tipo	FIL 1434
Carico di rottura garantito	4500 kg
N. elementi per catena di sospensione	15 (catene semplici) 16 (catene doppie)
» » » » di amarraggio	17 (catene triple)
» totale elementi circa	140.000
» di elementi per km »	580
Arco a 50 periodi su catena di 15 elementi con anelli:	
a secco	680 kV
sotto pioggia	500 kV

e) Sostegni e loro distribuzione.

TRONCO	TIPO		N°	PESO Unitario	PESO Totale
				kg.	kg.
I	Cavalletto in ferro	normale	163	7 300	1 179 900
Cardano - Fiume Oglio		3°	133	9 150	1 216 950
km. 169,260		15°	159	8 900	1 415 000
		35°	32	9 550	305 600
3,1 Sostegni per km.		amarraggio	8	11 650	93 200
		incroci	8	10 050	80 400
27000 kg. ferro per km.		sezionatori	5	12 000	60 000
		torre normale	1	16 250	16 250
		torre per att. FF. SS.	1	31 100	31 100
		attr. FF. SS.	4	15 850	63 400
		attr. FF. Sec.	11	11 650	128 150
			526		4 590 050
II	Cavalletto in ferro	sezionatori	2	12 000	24 000
Fiume Oglio - Cislago		incroci	2	10 050	20 100
km. 73,225		torri normali	7	16 250	113 750
		torri per att. FF. SS.	5	15 850	79 250
					237 100
4,2 Sostegni per km.	Cemento armato centrifugato	normali	248		
		doppi	42		
			306		

f) Conduttori e corde di terra.

CARATTERISTICHE		Conduttori All-Acciaio	Conduttori Aldrey	Corde di terra Acciaio
Tronco		Cardano - Fiume Oglio	Fiume Oglio - Cislago	Cardano - Cislago
Numero	N°	3	3	2
Lunghezza linea	km	169,260	73,225	242,515
Composizione	fili	54 + 7	61	19
Sezione	mm²	322,3 + 41,9 = 364,2	380	70,5
Peso per metro lineare	kg	1,217	1,063	0,56
Diametro dei fili	mm	2,76	2,82	2,16
Diametro del conduttore	mm	24,8	25,4	10,8
Modulo di elasticità E	kg/mm²	8050	6400	21000
Coefficiente di dilatazione termica	—	$19{,}7 \times 10^{-6}$	23×10^{-6}	12×10^{-6}
Tensione massima ammissibile	kg/mm²	9,25	10,00	42,50
Resistenza massima (carico di rottura)	kg/mm²	27,70	30,00	130,00
Coefficiente di sicurezza alla rottura	—	3.—	3,—	3,—
Lunghezza media per bobina	m	1160	1500	1000
Conduttività dell'alluminio rispetto al rame campione	—	61%	53%	—
Resistenza elettrica a + 20°	Ω/km	0,093	0,0892	—
Sezione rame equivalente	mm²	202,7	211,—	—

39. - Calcolo del conduttore Aldrey.

a) Imponiamo:

$T_B = 10$ kg/mm² nella più gravosa delle due sollecitazioni:

0° e neve (2 kg/m) : $\delta_1 = 8{,}05 \cdot 10^{-3}$ (V. paragr. 28 *b*)
— 20° e vento (76 kg/m²) : $\delta_1 = 5{,}80 \cdot 10^{-3}$ (V. paragr. 28 *b*)

e calcoliamo le condizioni di posa a 10°, 25°, 40°, ($\delta_2 = 2{,}80 \cdot 10^{-3}$).

b) *Grafico.*

Si esamini la Tabella II ove abbiamo riportati i calcoli eseguiti per diverse catenarie, tutte caratterizzate da un certo valore di $\frac{H}{D}$ e di $\cos\psi$ (precisamente $\frac{H}{D} = 0{,}4$ e $\frac{1}{\cos\psi} = 1{,}07703$) colla condizione $T_B = 10$ kg/mm² a 0° con neve ($\delta_1 = 8{,}05 \cdot 10^{-3}$).

Nella condizione di posa dovrà essere $\delta_2 = 2{,}80 \cdot 10^{-3}$.

Dato T_B calcolo subito, per ogni catenaria:

$$\frac{Z}{D} = 2\frac{T_B}{d\,\delta_1} - \frac{H}{D} \qquad (11/15)$$

e quindi:

$$\frac{D}{2} = \frac{Z}{D}\cos\psi\frac{100+\varepsilon}{100} + \\ - \sqrt{\left[\frac{Z}{D}\cos\psi\frac{100+\varepsilon}{100}\right]^2 - 2\,\frac{100+\varepsilon_2}{100}} \qquad (5/17)$$

Determinato $D = D_1$ = campata assoluta a 0° con neve, ne segue:

$$T_{01} = a_1\,\delta_1 = \frac{d}{D_1}\,\delta_1$$

e quindi risultano calcolabili K_3 e K_4 (25/4), per ognuna delle condizioni di posa. Ove necessario si correggerà il risultato coll'impiego delle 25/3.

Col regolo o colla Tav. V si risolve l'equazione:

$$T_{02}^3 = \frac{K_3}{K_4 + T_{02}} \qquad (25/1)$$

e quindi:

$$D_2 = \frac{\delta_2\,d}{T_{02}}$$

e, in seguito:

$$\rho = \frac{D_2}{\frac{d}{1000}} = 1000 \frac{\delta_2}{T_{02}} \qquad (39/1)$$

Calcolate nello stesso modo le varie tabelle che competono ad altri valori di H/D (per es. $H/D = 0$, $0{,}1$, $0{,}2$, $0{,}3$, ecc.) e quelle analoghe ottenute partendo da $-20°$ + vento ($\delta_1 = 5{,}80 \cdot 10^{-3}$) si potranno raccogliere i risultati in un grafico analogo a quello della Tav. VII.

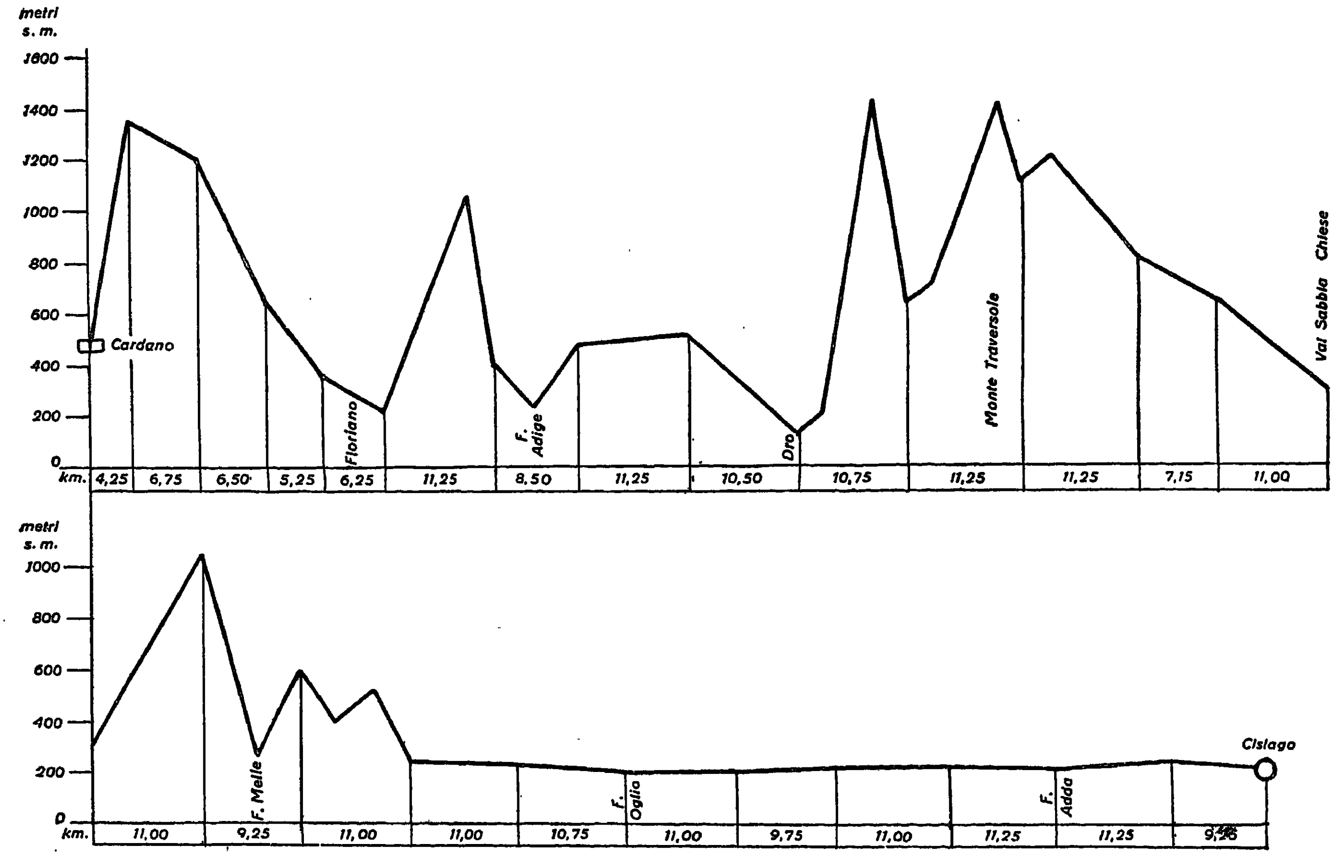


Fig. 44.

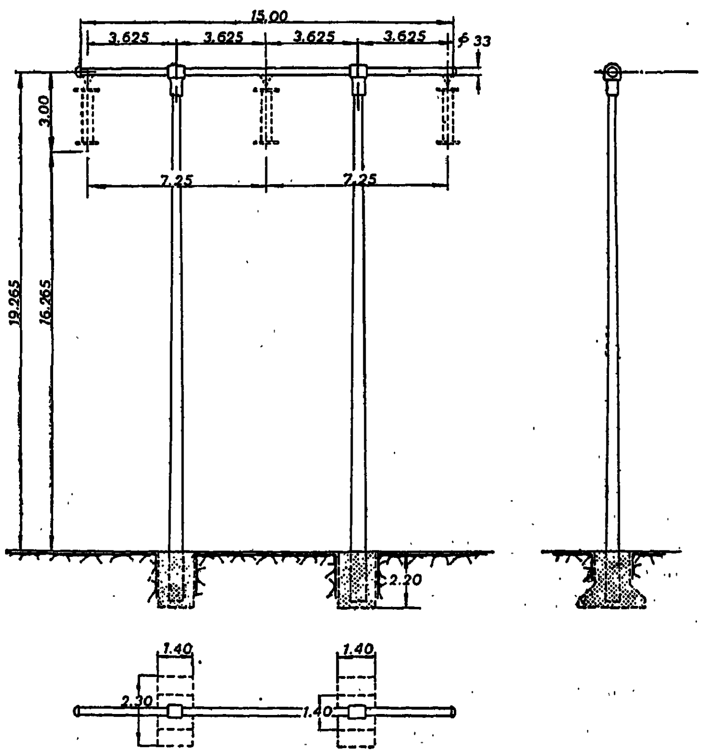


Fig. 45. — Palo normale in cemento armato centrifugato.

Per ogni valore di H/D le curve 0° + neve e quelle $-20°$ + vento si intersecano. Il punto di intersezione definisce la *campata critica* fra i due stati per quel certo valore di H/D (vedi paragr. 27). Risulta confermato che la campata critica è praticamente indipendente dal dislivello. Al paragrafo 27 abbiamo già visto che:

per $d <$ campata critica considereremo la condizione più fredda ($-20°$ + vento);

per $d >$ campata critica considereremo la condizione più calda (0° + neve).

Con ciò il calcolo può dirsi finito.

c) Esempio.

Si abbia la catenaria:

$$d = 427 \text{ m} \; ; \; h = 115 \text{ m} \; ; \; \frac{H}{D} = \frac{h}{d} = 0{,}27 \; ; \; \frac{1}{\cos\psi} = 1{,}035.$$

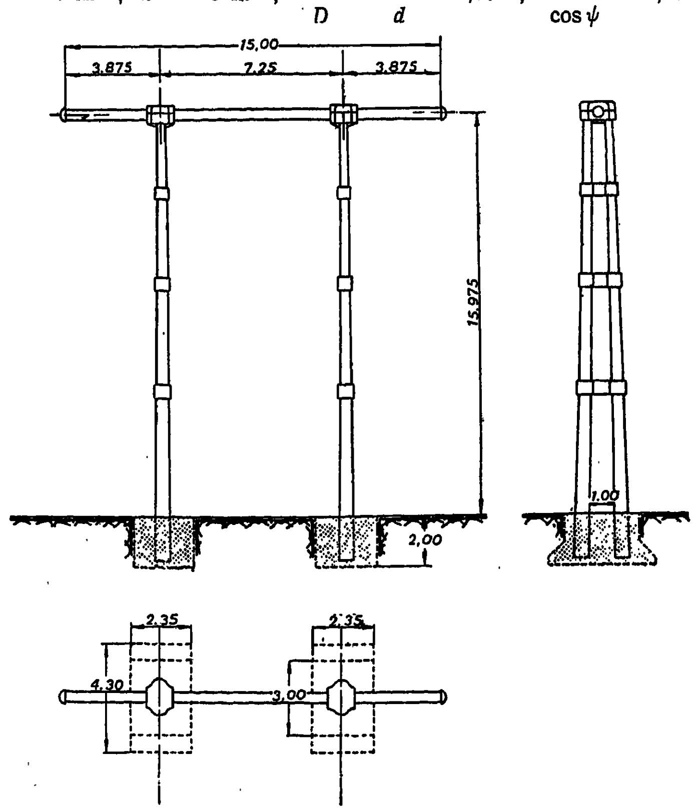


Fig. 46. — Palo doppio in cemento armato centrifugato.

TABELLA II.

m / d	$\frac{Z}{D}\cos\psi$	D_1	To_1	K_3	K_4 (40°, $\alpha(\theta_2-\theta_1) = 0{,}000920$)	To_2 (40°)	ϱ (40°)	K_4 (25°, $\alpha(\theta_2-\theta_1) = 0{,}000575$)	To_2 (25°)	ϱ (25°)	K_4 (10°, $\alpha(\theta_2-\theta_1) = 0{,}000230$)	To_2 (10°)	ϱ (10°)
1000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
850	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
750	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
650	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
600	3,4810	0,6007	8,041	698,811	86,762	2,793	1,003	84,712	2,826	0,991	82,662	2,859	0,980
550	3,8269	0,5419	8,170	587,195	70,012	2,839	0,986	67,962	2,879	0,973	65,912	2,921	0,959
500	4,2421	0,4854	8,292	485,285	55,510	2,883	0,971	53,460	2,934	0,955	51,410	2,985	0,938
450	4,7996	0,4262	8,499	393,081	41,945	2,958	0,947	39,895	3,026	0,925	37,845	3,098	0,903
400	5,3956	0,3774	8,532	310,583	32,202	2,973	0,942	30,152	3,057	0,916	28,102	3,152	0,888
375	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
350	6,2260	0,3255	8,656	237,790	23,040	3,023	0,926	20,990	3,138	0,892	18,940	3,272	0,856
325	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
300	7,3102	0,2760	8,750	174,703	15,589	3,061	0,915	13,528	3,226	0,868	11,478	3,422	0,819
275	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
250	8,8557	0,2275	8,846	121,321	9,438	3,109	0,900	7,388	3,359	0,833	5,338	3,670	0,763
225	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
200	11,1625	0,1800	8,944	77,646	4,545	3 170	0 883	2,495	3,575	0,783	0,445	4,123	0,679
175	12,8003	0,15674	8,988	59,447	2,564	3,210	0,873	0,514	3,738	0,749	—1,536	4,487	0,624
150	15,0148	0,13355	9,041	43,676	0,841	3,263	0,858	—1,209	3,974	0,7045	—3,259	5,002	0,560
125	18,0829	0,11073	9,087	30,330	—0,584	3,344	0,842	—2,634	4,285	0,6535	—4,684	5,638	0,497
100	22,6964	0,08821	9,126	19,411	—1,734	3,409	0,822	—3,784	4,672	0,5995	—5,834	6,320	0,443
75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Treccia .... N. 61 fili $\phi = 2{,}82$ mm $\sigma = 380$ mm² $\delta = 2{,}8 \times 10^{-3}$ kg/m.mm²	$\alpha = 23 \times 10^{-6}$ $E = 6400$ kg/mm² $K_r = 30$ »	$\cos\psi = 0{,}928479$ $E \cos\psi = 5942{,}2656$	$\delta_1 = 8{,}05 \times 10^{-3}$ kg/m.mm² $\delta_2 = 2{,}8 \times 10^{-3}$ $T_B = 10$ kg/mm² $\theta = 0°$
Linea .... kV		Torino, li	$\frac{H}{D} = 0{,}4$

Avremo successivamente:

	POSA 10°	POSA 25°	POSA 40°
ϱ Tavola VII	0,840	0,863	0,884
$D = \varrho \frac{d}{1000}$	0,359	0,368	0,377
$a = \frac{d}{D} = \frac{1000}{\varrho}$	1190	1160	1130
$T_0 = a\,\delta$	3,34	3,25	3,16
Y_B Tavola II	1,102	1,104	1,107
$T_B = T_0\,Y_B$	3,67	3,59	3,50
$s = \frac{1}{8} d D \frac{1}{\cos\psi} = \frac{1}{8} \frac{d^2}{a} \frac{1}{\cos\psi}$	19,84	20,32	20,81

Per ogni condizione di posa conosciamo dunque il tiro e la saetta. Il problema è risolto. Tutti i calcoli sono eseguibili col regolo ordinario. Il lettore noti l'estrema semplicità e rapidità di questi calcoli.

d) Tabella di calcolo.

Dovendosi studiare una lunga linea è bene consegnare i risultati in un'unica tabella. Si noti che l'osservazione già fatta al paragr. 37 consente di semplificare ancora i calcoli. In ciascuna tratta si calcolerà la catenaria più pericolosa. Le altre catenarie della tratta dovranno posarsi cogli stessi parametri a (cioè gli stessi valori di ρ); per queste catenarie viene quindi eliminata la ricerca di ρ sulla Tav. VII.

Le catenarie eccezionali (attraversamenti) per le quali si impongono, in generale, condizioni assai diverse da quelle sopra enunciate, si studieranno singolarmente, compilando per ciascuna di esse una tabella opportuna.

e) Quadro sinottico (Tabella III).

Dalla tabella di calcolo si ricaverà il quadro sinottico destinato ai capi montatori della linea. In esso sono riportati tutti i dati di tesatura, riferendo però i tiri all'intero conduttore. Ciò per evidenti ragioni di praticità durante le operazioni di montaggio, dato che il normale dinamometro consente di valutare direttamente il *tiro totale* applicato al conduttore.

40. - Calcolo del Conduttore alluminio-acciaio.

Analogamente a quanto sopra visto per l'Aldrey si è proceduto per il calcolo del Conduttore alluminio-acciaio colla condizione:

$T_B = 9{,}25$ kg/mm² nella più gravosa delle due sollecitazioni:

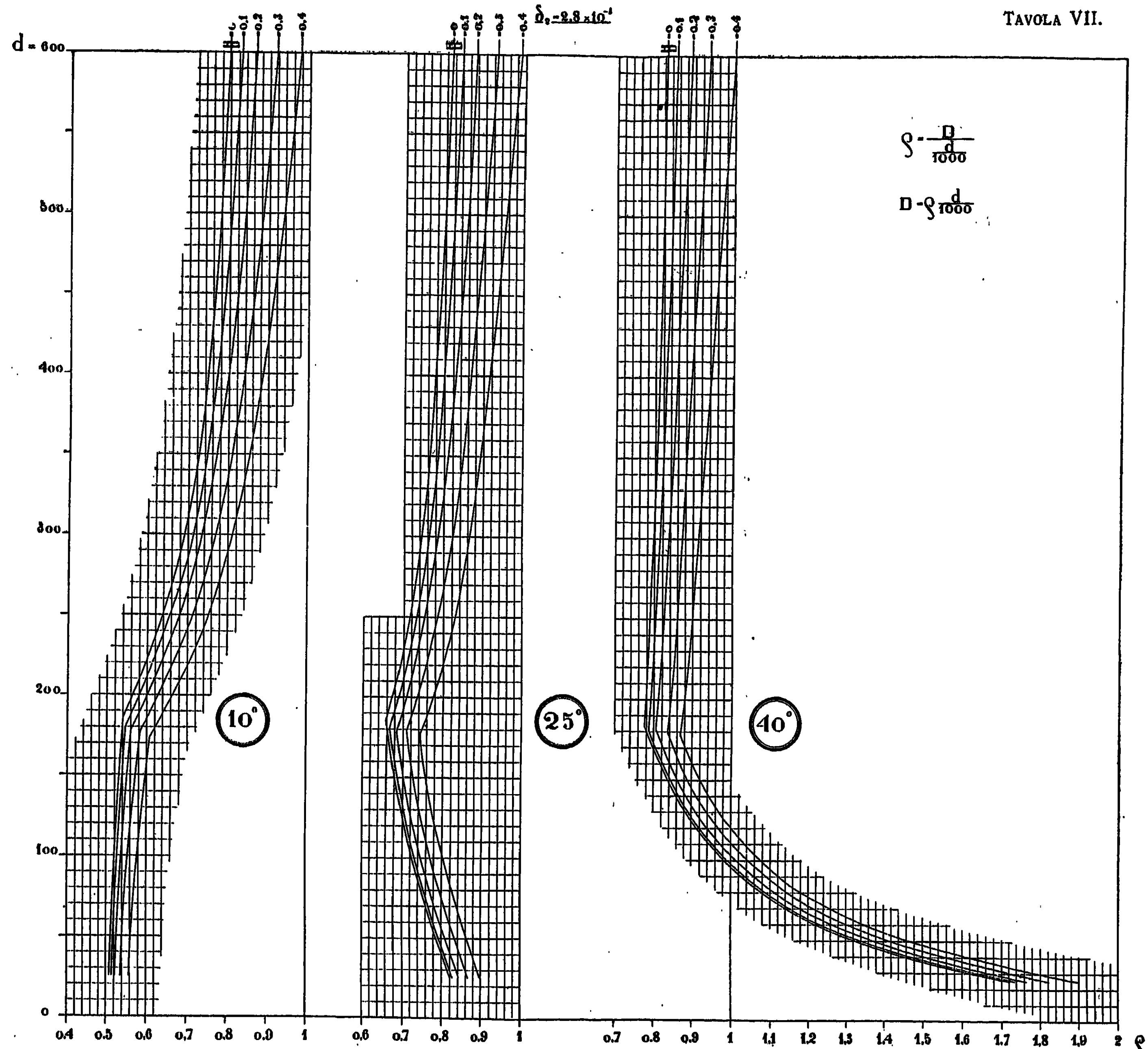
0° e neve (2 kg/m) : $\delta_1 = 8{,}81 \cdot 10^{-3}$

—20° e vento (76 kg/m²) : $\delta_1 = 6{,}17 \cdot 10^{-3}$.

TABELLA III

Quadro sinottico Tiri e Saette — *Conduttore Aldrey* $\sigma = 380\ mm^2$.

Comune	Tratto 2 - Fiume Oglio-Passirano: N. sostegni defin.	N. sostegni prov.	Angolo sessages.	Quota picchet. m s/m	Sostegn tipo	Attacco conduttore: a m. sul picch.	Attacco conduttore: tipo	Distanze: Progr. m	Distanze: Parz. m	Dislivello attacco conduttori	Tiro di posa al sostegno superiore kg — Conduttore 10°	Conduttore 25°	Conduttore 40°	Corda di terra 10°	Corda di terra 25°	Corda di terra 40°	Saetta in metri — Conduttore 10°	Conduttore 25°	Conduttore 40°	Corda di terra 10°	Corda di terra 25°	Corda di terra 40°	Attraversamenti: Ente	N.
Bottanuco	652	41	s 12°32'	218.—	6	16	A	200448	229	6.33	1550	1440	1345	1605	1520	1365	4.54	4.88	5.22	2.19	2.45	2.71	Linea Elett. Soc. Berg. 260 V.	83
	653	40	—	220.33	4	20	SD	200677	201	4.01	1550	1440	1345	2180	1960	1755	3.49	3.76	4.03	1.31	1.46	1.63		
	654	39	—	220.32	1	16	S	200878	306	12.89	1555	1450	1350	1320	1230	1150	8.09	8.70	9.31	5.03	5.41	5.80		
	655	38	—	203.43	13	20	A	201184	379	35.46	1475	1410	1350	1225	1160	1105	13.30	13.93	14.55	8.39	8.88	9.31	Fiume Adda	82
Trezzo	656	37	—	167.97	13	20	A	201563	417	55.75	1440	1390	1345	1120	1080	1045	16.76	17.37	17.95	11.27	11.70	12.10		
	657	36	—	227.78	11	16	A	201980	126	6.44	2130	1585	1230	2500	2260	2010	1.—	1.34	1.72	0.45	0.50	0.56	Linea tel. S. Trezzo d'A. Serv. Priv.	81
	658	35*bis*	—	230.66		19.50	A	202106	227	0.34	1765	1540	1360	1900	1645	1460	3.89	4.50	5.05	2.—	2.23	2.49	Linea El. Soc. Trezzo d'A. 13000 V.	80
Cornate	659	35	—	230.32		19.50	A	202333	300	0.93	1575	1445	1350	1330	1230	1145	7.70	8.35	8.95	4.80	5.15	5.56		
	660	34	—	230.75	4	20	SD	202633	242	2.97	1560	1445	1350	1615	1450	1310	5.—	5.40	5.82	2.57	2.56	3.16	Linea El. S. Trezzo d'A. 7600 V.	79
	661	33	d 4°0'	231.22	15	22.50	A	202875	242	8.22	1705	1500	1360	1735	1560	1405	4.58	5.20	5.76	2.39	2.66	2.95		
	662	32	d 3°0'	229.50	7	16	A	203117	177	0.85	925	850	795	750	690	645	4.51	4.90	5.29	2.90	3.18	3.43	Linea telef. STIPEL (Cis. Bergamo).	78
	663	31	—	228.65	7	16	A	203294	234	2.97	1640	1485	1370	1655	1485	1335	4.46	4.92	5.35	2.34	2.61	2.90		
	664	30	—	231.62	1	16	S	203528	254	1.13	1640	1485	1370	1440	1310	1190	5.25	5.80	6.30	3.16	3.48	3.83		
	665	29	—	232.75	1	16	S	203782	270	2.25	1640	1485	1370	1375	1250	1160	5.93	6.54	7.13	3.75	4.10	4.45		
	666	28	—	230.50	1	16	S	204052	230	5.50	1640	1485	1370	1570	1405	1270	4.32	4.76	5.17	2.39	2.66	2.95		
	667	27	—	225.—	1	16	S	204282	212	3.03	1640	1480	1365	1645	1470	1315	3.67	4.04	4.39	1.96	2.16	2.40		
	668	26	—	228.03	1	16	S	204494	256	2.52	1640	1485	1370	1430	1300	1190	5.35	5.90	6.40	3.26	3.56	3.90		
Sulbiate e Mezzago	669	25	—	230.55	1	16	S	204750	224	1.75	1640	1480	1365	1595	1425	1285	4.09	4.52	4.90	2.23	2.49	2.77		
	670	24	—	228.80	1	16	S	204974	220	0.25	1640	1480	1365	1615	1440	1300	3.94	4.35	4.73	2.12	2.37	2.63		
	671	23	—	229.05	1	16	S	205194	222	0.12	1640	1480	1365	1610	1440	1295	4.01	4.33	4.81	2.16	2.42	2.69		
	672	22	—	229.17	1	16	S	205416	251	1.16	1640	1480	1365	1460	1320	1185	5.14	5.64	6.15	3.06	3.37	3.77		
Mezzago	673	21	—	230.33	1	16	S	205667	240	0.50	1640	1480	1365	1510	1360	1235	4.70	5.18	5.63	2.70	3.—	3.30		
	674	20	—	230.83	1	16	S	205907	219	7.65	1640	1485	1370	2500	2290	2040	3.90	4.31	4.69	1.36	1.49	1.66		
	675	19	—	229.98	18	24.50	A	206126																



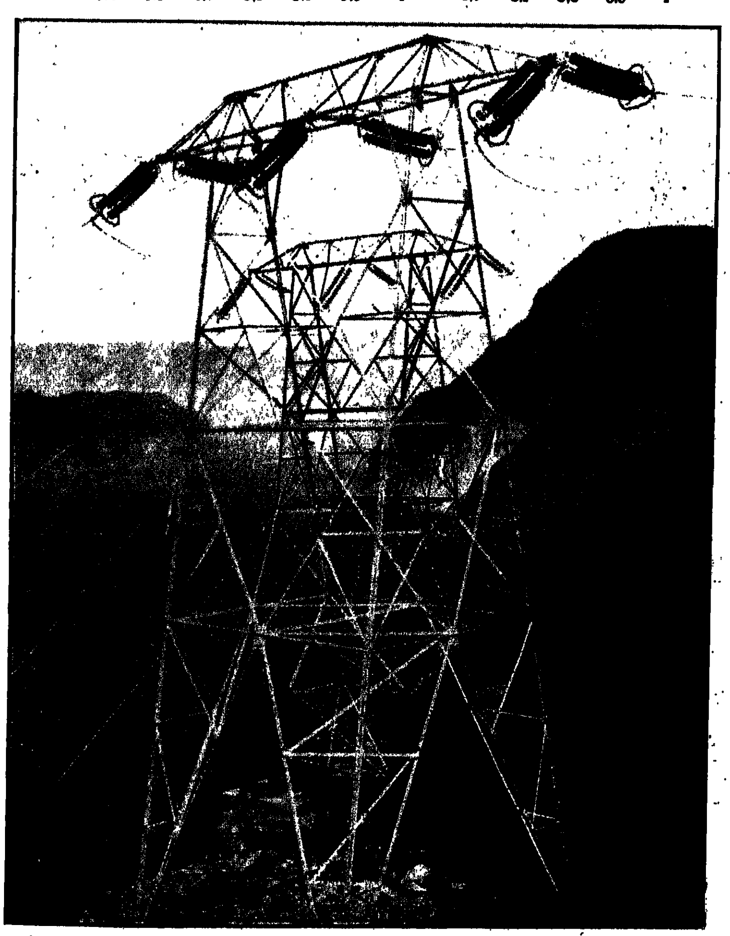


Fig. 47. — Palo d'amarraggio in ferro.

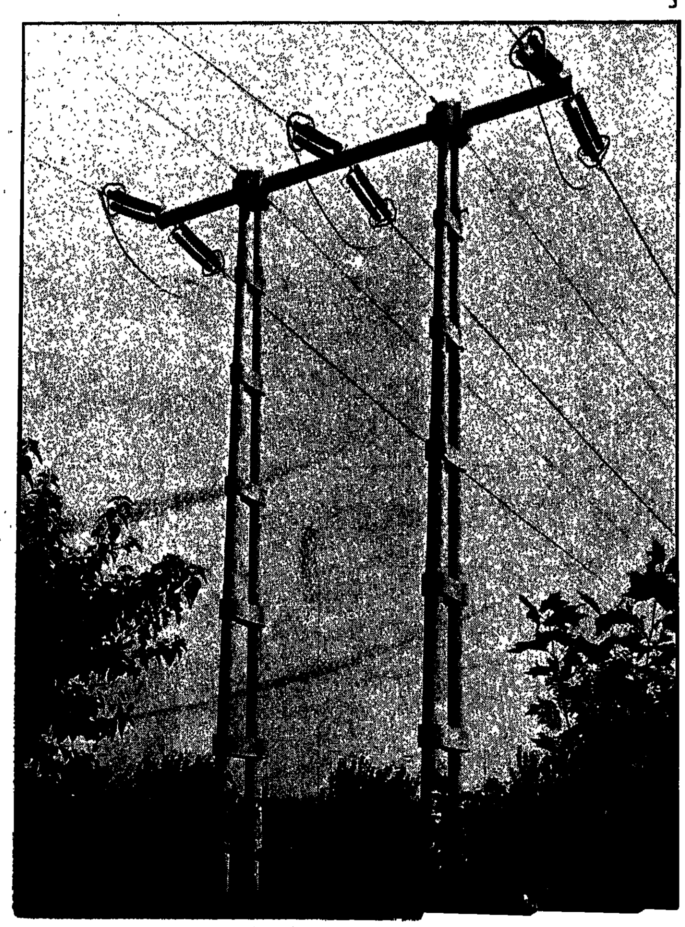


Fig. 48. — Palo doppio in ce

41. - Calcolo della corda di terra in acciaio.

Si è proceduto come per i conduttori colle due condizioni:

$$T_B = \begin{cases} 42{,}50 \\ 40{,}\text{—} \end{cases} \text{kg/mm}^2 \text{ nella più gravosa delle due sollecitazioni:}$$

$$0^\circ \text{ e neve} \begin{cases} (1{,}85 \text{ kg/m}) \text{ - I tronco} & \delta_1 = 32{,}8 \cdot 10^{-3} \\ (1{,}35 \;\text{»}\;) \text{ - II} \;\;\text{»} & \delta_1 = 27{,}1 \cdot 10^{-3} \end{cases}$$

$$-20^\circ \text{ e vento} \quad (76 \text{ kg/m}^2) \qquad \delta_1 = 14{,}1 \cdot 10^{-3}$$

La prima condizione è stata adottata per la palificazione in cemento armato, la seconda per la palificazione in ferro. Ciò per assicurare sempre una distanza sufficiente fra i conduttori e la corda di terra.

42. - Osservazione.

Tutto il calcolo di una lunga linea può dirsi eseguito quando si sia tracciato il grafico analogo a quello della Tav. VII. Detto grafico dipende:

— dalla natura del conduttore,
— dalla condizione imposta per T_B (condizione di sicurezza),
— dalle temperature di posa.

Se questi elementi fossero normalizzati, scegliendo, per ciascun materiale, pochi tipi di conduttori, una (al massimo due) condizioni di sicurezza, una sola serie di temperature di posa, questi diagrammi avrebbero un impiego vastissimo, e il lavoro compiuto per tracciarli sarebbe ben poca cosa nei confronti della loro generale applicazione. I fornitori del conduttore potrebbero tener pronta una collezione completa di queste tavole, per ogni tipo di conduttore e per ogni condizioni di sicurezza. All'installatore della linea non rimarrebbe che riempire il Quadro sinottico!

Questa osservazione varrà a convincere sempre più gli ingegneri costruttori delle opportunità di addivenire alla normalizzazione degli elementi di calcolo delle linee.

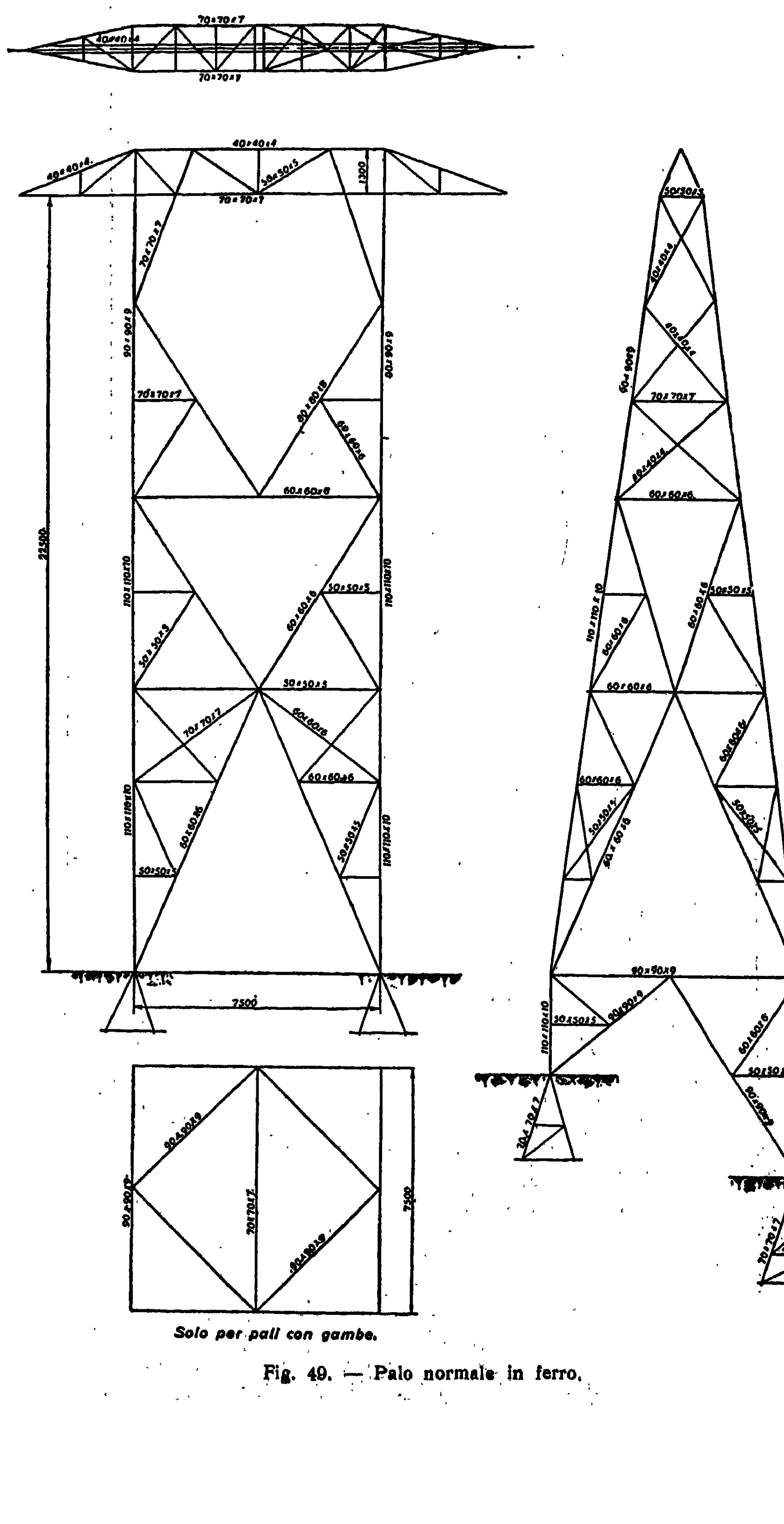


Fig. 49. — Palo normale in ferro.

L'autore ringrazia i Sigg. Battuello Michele e Piscetta Mario del Servizio Studi e Progetti della S. I. P. per il valido concorso prestato nella esecuzione dei calcoli e dei diagrammi.

APPENDICE I.

Funzioni iperboliche.

Posto:

sen X ; cos X , tg X , funzioni trigonometriche circolari
Sen X , Cos X , Tg X , » iperboliche

dell'argomento X, valgono le seguenti relazioni ($j = \sqrt{-1}$):

$$\begin{aligned} \text{Cos}\,X &= \cos jX & \cos X &= \text{Cos}\,jX \\ \text{Sen}\,X &= -j \,\text{sen}\,jX & \text{sen}\,X &= -j\,\text{Sen}\,jX \\ \text{Tg}\,X &= -j\,\text{tg}\,jX & \text{tg}\,X &= -j\,\text{Tg}\,jX \end{aligned} \tag{1}$$

Dalle formule per le funzioni circolari sarà allora facile ricavare quelle corrispondenti per le funzioni iperboliche, per esempio:

$$\left.\begin{aligned} \text{Cos}\,X &= \frac{1}{2}(e^X + e^{-X}) \\ \text{Sen}\,X &= \frac{1}{2}(e^X - e^{-X}) \\ \text{Tg}\,X &= \frac{e^X - e^{-X}}{e^X + e^{-X}} \end{aligned}\right\} \tag{2}$$

$$\text{Cos}\,X \pm \text{Sen}\,X = e^{\pm X} \tag{3}$$

$$\text{Cos}^2 X - \text{Sen}^2 X = 1 \tag{4}$$

$$\left.\begin{aligned} \text{Cos}\,2X &= \text{Cos}^2 X + \text{Sen}^2 X \\ \text{Sen}\,2X &= 2\,\text{Cos}\,X\;\text{Sen}\,X \\ \text{Tg}\,2X &= \frac{2\,\text{Tg}\,X}{1 + \text{Tg}^2 X} \end{aligned}\right\} \tag{5}$$

$$\left.\begin{aligned} \text{Cos}^2 \frac{X}{2} &= \frac{1}{2}(1 + \text{Cos}\,X) \\ \text{Sen}^2 \frac{X}{2} &= \frac{1}{2}(-1 + \text{Cos}\,X) \end{aligned}\right\} \tag{6}$$

$$\left.\begin{aligned} \text{Cos}\,(X \pm Y) &= \text{Cos}\,X\;\text{Cos}\,Y \pm \text{Sen}\,X\;\text{Sen}\,Y \\ \text{Sen}\,(X \pm Y) &= \text{Sen}\,X\;\text{Cos}\,Y \pm \text{Cos}\,X\;\text{Sen}\,Y \\ \text{Tg}\,(X \pm Y) &= \frac{\text{Tg}\,X \pm \text{Tg}\,Y}{1 \pm \text{Tg}\,X\;\text{Tg}\,Y} \end{aligned}\right\} \tag{7}$$

$$\left.\begin{aligned} \text{Cos}\,X + \text{Cos}\,Y &= 2\,\text{Cos}\,\frac{X+Y}{2}\;\text{Cos}\,\frac{X-Y}{2} \\ \text{Cos}\,X - \text{Cos}\,Y &= 2\,\text{Sen}\,\frac{X+Y}{2}\;\text{Sen}\,\frac{X-Y}{2} \\ \text{Sen}\,X + \text{Sen}\,Y &= 2\,\text{Sen}\,\frac{X+Y}{2}\;\text{Cos}\,\frac{X-Y}{2} \\ \text{Sen}\,X - \text{Sen}\,Y &= 2\,\text{Cos}\,\frac{X+Y}{2}\;\text{Sen}\,\frac{X-Y}{2} \end{aligned}\right\} \tag{8}$$

$$\left.\begin{aligned} \text{Cos}\,X &= 1 + \frac{X^2}{2!} + \frac{X^4}{4!} + \frac{X^6}{6!} + \ldots \\ \text{Sen}\,X &= X + \frac{X^3}{3!} + \frac{X^5}{5!} + \frac{X^7}{7!} + \ldots \\ \text{Tg}\,X &= X - \frac{2X^3}{3!} + \frac{2^3 X^5}{5!} - \frac{2^5 X^7}{7!} + \ldots \end{aligned}\right\} \tag{9}$$

$$
\left.\begin{aligned}
d \operatorname{Cos} X &= \operatorname{Sen} X \, dX \\
d \operatorname{Sen} X &= \operatorname{Cos} X \, dX \\
d \operatorname{Tg} X &= \frac{1}{\operatorname{Cos}^2 X} \, dX
\end{aligned}\right\} \quad (10)
$$

$$
\left.\begin{aligned}
\int \operatorname{Sen} X \, dX &= \operatorname{Cos} X + \text{cost.} \\
\int \operatorname{Cos} X \, dX &= \operatorname{Sen} X + \text{»} \\
\int \operatorname{Tg} X \, dX &= lg \operatorname{Cos} X + \text{»}
\end{aligned}\right\} \quad (11)
$$

Angolo φ di Gudermann.

Qualunque sia θ esiste sempre un angolo circolare φ tale che:

$$\operatorname{Cos} \theta = \frac{1}{\cos \varphi}$$

$$\operatorname{Sen} \theta = \operatorname{tg} \varphi$$

and reciprocally

$$\operatorname{Tg} \theta = \operatorname{sen} \varphi.$$

L'angolo φ è detto « *gudermanniano di θ* ». Scriveremo:

$$\varphi = g\,d\;\theta.$$

Valgono le seguenti relazioni:

$$\varphi = -\frac{\pi}{2} + 2 \operatorname{arctg} e^{\theta}$$

$$\theta = lg \operatorname{tg} \left[\frac{\pi}{4} + \frac{1}{2} g\,d\;\theta \right]$$

La catenaria offre uno dei mezzi più semplici per la determinazione grafica di $\varphi = g\,d\;\theta$. (V. paragr. 4).

Tavole raccomandate.

— Smithsonian Mathematical Tables - Hyperbolic Functions. — (Smithsonian Institution - Washington).

— Fünfstellige Tafeln der Kreis und Hyperbelfunktionen - Hayashi (V. W. V. - Berlin - Leipzig).

APPENDICE II.

Formulario.

	FORMULA	Fig. Tav.	Posizione
Correzioni percentuali ε	$\varepsilon = 100 \left(1 - \frac{\cos\psi}{\cos\varphi}\right)$	18	5/12
	$\varepsilon_1 = \frac{5}{4} D^2 \left(1 + \frac{D}{168} + \ldots\right)$	13	4/5
	$\varepsilon_3 = \frac{100\,\varepsilon_1}{100 + \varepsilon_1}$	13	4/15
	$\varepsilon_2 = \frac{25}{12} D^2 \left(1 + \frac{D^2}{120} + \ldots\right)$	13	4/11
Funzioni fondamentali	$\frac{\operatorname{Sen} \frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} - 1 = \frac{D^2}{24} \frac{100 + \varepsilon_1}{100}$		4/4
	$\frac{\operatorname{Cos} \frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} = \frac{2}{D} + \frac{D}{4} \frac{100 + \varepsilon_5}{100}$		4/10
ψ	$\operatorname{tg}\psi = \frac{H}{D}$		7/2
φ U	$\frac{1}{\cos\psi} = \sqrt{1 + \frac{H^2}{D^2}}$		7/2
	$\frac{1}{\cos\varphi} = \operatorname{Cos}\frac{U}{2} = \frac{1}{\cos\psi} \frac{100 - \varepsilon}{100}$		5/13
	$\varphi = g\,d \frac{U}{2}$		
D	$D^2 = 24 \left[\frac{\operatorname{Sen} \frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} - 1 \right] \frac{100 - \varepsilon_3}{100}$		4/7
	$\frac{D}{2} = \frac{\operatorname{Cos} \frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} - \sqrt{\left(\frac{\operatorname{Cos} \frac{D}{2}}{\frac{D}{2}}\right)^2 - 2 \frac{100 + \varepsilon_2}{100}}$		4/12
	$\frac{D}{2} = \frac{Z}{D} \cos\psi \frac{100 + \varepsilon}{100} + - \sqrt{\left(\frac{Z}{D} \cos\psi \frac{100 + \varepsilon}{100}\right)^2 - 2 \frac{100 + \varepsilon_2}{100}}$		5/17
	$\frac{D_a}{2} = \frac{Z}{D} \cos\psi - \sqrt{\left(\frac{Z}{D} \cos\psi\right)^2 - 2}$		5/18
	$D^2 = 24 \left\{ \frac{L}{D} \cos\psi \frac{100 + \varepsilon}{100} - 1 \right\} \frac{100 - \varepsilon_3}{100}$		6/18
	$D^2{}_a = \frac{24}{\cos^2\psi} \left\{ \frac{L}{D} \cos\psi - 1 \right\}$		6/19
$\frac{Z}{D}$	$\frac{Z}{D} = \frac{\operatorname{Cos} \frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} \operatorname{Cos} \frac{U}{2}$		5/7
	$\frac{Z}{D} = \left(\frac{2}{D} + \frac{D}{4} \frac{100 + \varepsilon_2}{100}\right) \frac{1}{\cos\psi} \frac{100 - \varepsilon}{100}$		5/15
	$\frac{Z}{D} = 2 \frac{Y_B}{D} - \frac{H}{D}$		8/4
	$\frac{Z}{D} = 2 \frac{T_B}{\delta\,d} - \frac{H}{D}$		11/15
$\frac{L}{D}$	$\frac{L}{D} = \frac{\operatorname{Sen} \frac{D}{2}}{\frac{D}{2}} \operatorname{Cos} \frac{U}{2}$	I	6/6
	$\left(\frac{L}{D}\right)^2 = \left(\frac{H}{D}\right)^2 + \left(\frac{\operatorname{Sen} \frac{D}{2}}{\frac{D}{2}}\right)^2$	I	6/7

	FORMULA	Fig. Tav.	Posizione
	$\frac{L}{D} = \left[1 + \frac{D^2}{24}\,\frac{100+\varepsilon_1}{100}\right]\frac{1}{\cos\psi}\,\frac{100-\varepsilon}{100}$	I	6/16
	$\frac{L_a}{D} = \left[1 + \frac{D^2}{24}\cos^2\psi\right]\frac{1}{\cos\psi}$		6/17
$\frac{Y_B}{D}$	$\frac{Y_B}{D} = \frac{1}{2}\left[\frac{Z}{D} + \frac{H}{D}\right] = \frac{T_B}{\delta\, d}$	III	8/4 11/14
Y_L	$Y_B = \frac{T_B}{T_0} = \frac{1}{2}\left[H + \frac{L}{\mathrm{Tg}\frac{D}{2}}\right]$	II	8/1
$\frac{F}{D}$	$\frac{F}{D} = \frac{Y_B}{D} - \frac{H}{D} - \frac{1}{D}$	IV	9/3
	$\frac{F_0}{D} = \frac{D}{8}\left[\frac{\mathrm{Sen}\,\frac{D}{4}}{\frac{D}{4}}\right]^2 = \frac{D}{8}\,\frac{100+\varepsilon_2}{100}$		9/7, 8
$\frac{S}{D}$	$\frac{S}{D} = \frac{F_0}{D}\,\mathrm{Cos}\,\frac{U}{2}$		10/4
	$\frac{S}{D} = \frac{D}{8}\,\frac{1}{\cos\psi}\,\frac{100-\varepsilon+\varepsilon_2}{100}$		10/5
	$s = \frac{d^2}{8}\,\frac{\delta}{T_0}\,\frac{1}{\cos\psi}\,\frac{100-\varepsilon+\varepsilon_2}{100}$		10/6
T_B	$T_B = T_0\,\mathrm{Cos}\,X_B = T_0\,Y_B$		11/5
	$T_B = \delta\, d\,\frac{Y_B}{D} = \frac{1}{2}\,\delta\, d\left[\frac{Z}{D} + \frac{H}{D}\right]$		11/13
T_0	$T_0 = a\,\delta$		1/4

	FORMULA	Fig. Tav.	Posizione
τ_B	$\tau_B = T_0\frac{L}{D} = T_0\frac{l}{d}$		12/1
λ	$\lambda = l\left[1 - \frac{T_0}{E}\,\frac{l}{d}\right]$		14/2
	$l = \lambda\left[1 + \frac{T_0}{E}\,\frac{\lambda}{d}\right]$		14/3
	$\lambda_2 = \lambda_1\,[(1 + \alpha\,(\theta_2 - \theta_1)]$		15/1
	$T_0^2 = \frac{K_1}{K_2 + T_0}$		14/6
	$K_1 = E\,\frac{d^2}{\lambda^2}\,\frac{\delta^2\, d^2}{24\cos\psi}\,\frac{100-\varepsilon+\varepsilon_3}{100}$ $K_2 = E\,\frac{d^2}{\lambda^2}\left[\frac{\lambda}{d} - \frac{1}{\cos\psi}\,\frac{100-\varepsilon}{100}\right]$		14/7
Effetto del vento	$h = h'\cos\beta$		21/1
	$d = d'\sqrt{1 + \left[\frac{h'}{d'}\right]^2 \mathrm{sen}^2\beta}$		21/2
	$\mathrm{tg}\,\beta = \frac{v}{p+g}$		20/4
Cambiamento di stato	$T_{02}^2 = \frac{K_3}{K_4 + T_{02}}$		25/1
	$K_3 = E\cos^3\psi\,\frac{\delta^2_2\, d^2}{24}$ $K_1 = E\cos\psi\left\{\frac{\delta_1^2\, d_1^2}{24\, T_{01}^2}\cos^2\psi + \alpha\,(\theta_2 - \theta_1)\right\} - T_{01}$		25/4

APPENDICE III.

Caratteristiche dei conduttori per grandi linee elettriche (valori medi commerciali).

				Rame intor.	Rame commerciale crudo	Rame commerciale semicr.	Bronzo	Alluminio	Aldrey	Acciaio
Peso specifico	δ	kg/m.mm²	$10^{-3}\times$	8,9	8,9	8,9	8,9	2,7	2,8	2,8
Modulo di elasticità (fili) (1)	E	kg/mm²	—	—	13000	12500	12000	6350÷7000	6400	21000
Carico di rottura (fili) (2)	R	kg/mm²	—	—	44÷42	35÷42	50÷70	17÷20	31,5÷33	70÷80 120÷140
Limite di elasticità	R%	—	—	—	50÷55	55÷60	60	60	70	60÷75
Allungamento alla rottura	%	—	—	—	1÷2	1÷2,5	1÷2	1,5÷2	5÷7,5	6–4
Coefficiente dilatazione termica	α	—	$10^{-6}\times$	—	17	17	17	23	23	12
Temperatura fusione	C°	—	—	—	1080	1080	660	660	660	1500
Resistività a 20° C.	ϱ	Ω/km.mm²	—	17,241	17,8	17,6	19÷28	28	32,5	100÷200
Resistenza / Resistenza rame intern.	—	—	—	1	1,03	1,02	1,1÷1,6	1,62	1,88	6÷12
Coefficiente di temperatura	—	—	—	0,00393	0,00379	0,00382	0,004	0,004	0,0036	0,005

(1) – Il modulo di elasticità delle treccie è circa 0,90÷0,75 di quello dei fili, a seconda della composizione della treccia.
(2) – Il carico di rottura indicato si riferisce a carichi di breve durata. Per le treccie il carico di rottura è 0,98÷0,90 della somma di quello dei fili.

APPENDICE IV.

Bibliografia.

1913 PICCHI A. - Calcolo di stabilità delle condutture aeree - *Elettricista*, vol. II, n. 1, 1913.

1917 BRUNELLI I. - Abbachi per determinare la tensione di posa dei fili aerei. - *L'Elettrotecnica*, 15 febbraio 1917, pagg. 85-92.

GRONDA A. - Sullo studio meccanico delle linee elettriche di grande trasporto. - *L'Elettrotecnica*, 15 dicembre 1917, pagg. 618-625.

1918 WITTEK W. - Les changes du verglas sur les lignes aériennes. - *E. T. Z.*, 28 novembre 1918.

PICCHI A. - Abbaco per il calcolo esatto delle condutture aeree con catenarie a dislivello. - *L'Elettrotecnica*, 15 dicembre 1918, pagine 506-509.

1919 HELY J. - Recherche rapide de la tension à laquelle travaille le métal dans les canalisations électriques. - *R. G. E.*, 4 gennaio 1919.

ABEL JOBIN - Calcolo meccanico delle linee aeree. - *Bulletin A. S. E.*, n. 6-7, 1919 - *L'Elettrotecnica*, 15 dicembre 1919, pagg. 781-784.

SZILAS O. - A propos du calcul de la flèche des canalisations aériennes. - *E. T. Z.*, 18-25 settembre, 2 ottobre 1919. - *R. G. E.*, Tomo VII, 1919, pag. 368.

1920 PILLONEL H. A. - Les surcharges de givre et de neige sur les lignes aériennes. - *Genie Civil*, 28 febbraio 1920.

GROTHE W. - Les flèches des canalisation aériennes. - *E. T. Z.*, luglio 1920.

EGG H. - Calcul des tension consecutives aux efforts unilateraux auxquels les lignes aériennes peuvent etre accidentellement soumises. - *Bulletin A. S. E.*, luglio 1920.

EDLER R. - Lignes aériennes - Calcul des surcharges dues à des dèpots de glace ou de neige. - *Bulletin A. S. E.*, agosto, settembre 1920.

1920 BATICLE E. - Sur l'équilibre élastique d'une ligne aérienne quand les fils d'une travée sont rompus. - *R. G. E.*, Tomo VIII, 1920, pagg. 100-102.

BOURSEIRE M. - Note sur la determination de la tension des cables. - *R. G. E.*, 6 novembre 1920, pag. 638.

1921 SANTUARI E. - Di due grandezze caratteristiche della catenaria. - *L'Elettrotecnica*, 15 aprile 1921, pagg. 258-262.

FETTER W. - L'influenza del peso degli isolatori sulla freccia. - *E. u. M.*, 12 giugno 1921.

ANTRANIKIAN H. - Formules et abaques pour le calcul mécanique des lignes aériennes. - *R. G. E.*, Tomo IX, 1921, pagg. 529-534.

SCHENKEL H. - Nouveau procédé pour le calcul mécanique des lignes. - *E. T. Z.*, 4 agosto 1921. - *R. G. E.*, Tomo X, 1921, pagg. 821-825.

LHERMITTE J. - Tension d'équilibre pour plusieures portées consécutives lorsque les conditions initiales varient. - *R. G. E.*, 31 dicembre 1921.

1922 AURIC A. - Calcul mecanique des lignes aériennes. - *La Technique Moderne*, maggio, 1922.

SCHENKEL H. - Au sujet des plus grandes portées susceptibles d'etre réalisées dans les lignes de transmission. - *E. T. Z.*, 7 luglio 1922, pagg. 720-722. - *R. G. E.*, 5 novembre 1922 pag. 643.

NORSA R. - Il calcolo meccanico dei conduttori. (Sovraccarichi di ghiaccio e vento, sollecitazioni massime). - *L'Elettrotecnica*, 5 settembre 1922, pagg. 537-543.

NOUGUIER A. - Construction et emploi des abaques de 1914 de Blondel pour le calcul mécanique des lignes aériennes. - *R. G. E.*, 23 settembre 1922, pagg. 421-431.

PICCHI A. - Calcolo meccanico delle condutture aeree a sostegni rigidi o scorrevoli. - *L'Elettrotecnica*, 25 novembre 1922.

1923 VAUPEL A. - Un nouveau procédé de determination de la tension et de la flèche des lignes aériennes. - *E. T. Z.*, 15 febbraio 1923, pagg. 145-146. - *R. G. E.*, 28 luglio 1923, pagg. 137-139.

BOURQUIN H. - Influence de la deviation des chaines d'isolateurs sur la variation de la flèche des lignes aériennes suspendues. - *Bulletin A. S. E.*, ottobre 1923, pagg. 545-557.

1924 SEUGEL A. - Suspension des lignes exterieures à des chaines lourdes l'isolateurs d'arret. - *E. T. Z.*, 24 aprile 1924, pagg. 394-397.

CARPENTIER H. - Lignes de transmission d'énergie montées sur chaines d'isolateurs. Rupture de conducteurs dans une portée. - *R. G. E.*, 23 e 30 agosto 1924, pagg. 303-352.

1925 LAVANCHY C. - Calcul mécanique des conducteurs des lignes aériennes dans le cas où les supports sont à des niveaux différents. - *R. G. E.*, 10 gennaio 1925, pagg. 55-63.

LOUIS J. - Lignes de transmission d'énergie montées sur chaines d'isolateurs, rupture de conducteurs dans une portée, méthode de calcul exacte. - *R. G. E.*, 21 marzo 1925, pagg. 460-464.

KUSINES J. - Calcolo meccanico delle linee. - *E. T. Z.*, 2 luglio 1925.

JARRETT KNOTT C. - Etude de l'état d'équilibre après rupture d'un conducteur des lignes de transmission d'énergie équipées avec chaines d'isolateurs. - *R. G. E.*, 19 settem. 1925, pagg. 481-488.

COTTE R. - Equilibre d'une ligne électrique suspendue en cas de rupture d'une travée. - *R. G. E.*, 12 dicembre 1925, pagg. 979-981.

1926 CARPENTIER H. - Note sur le calcul des deviations des chaines de suspension des grandes lignes de transmission d'énergie électrique. - *R. G. E.*, 16 gennaio 1926, pagg. 108-112.

BACHET N. - Calcul mécanique des lignes electriques dans le cas des portées anormales. - *R. G. E.*, 15-29 maggio 1926, pag. 763.

DEWULF N. - Calcul mécanique des lignes electriques dans le cas de longues portées en forte pente. - *Houille Blanche*, maggio-giugno 1926, marzo-aprile 1927.

MARSEGUERRA G. - Sopra alcuni problemi di meccanica sui fili pesanti, omogenei, flessibili ed inestensibili interessanti le teleferiche. - *Ingegneria*, novembre 1926.

1927 VARNEY T. - Graphic method for Sag-Tension Calculations. - *L'Aluminium d'Amerique*, giugno 1927.

LANGHARD K. - Sulle variazioni di sollecitazione nei conduttori delle linee aeree in seguito agli spostamenti assiali delle catene di isolatori. - *Bulletin A. S. E.*, settembre 1927. - *Energia Elettrica*, gennaio 1928.

1928 LANGHARD K. - Beitrag zur Berechnung von Freileitungen. - *E. T. Z.*, 9 agosto 1928, pagg. 1181-1183.

LAPICQUE CH. - Equilibre élastique longitudinal des lignes électriques quasi-homogènes. - *R. G. E.*, 8 settem. 1928, pagg. 357-368.

1929 MATEESCU C. - Contribution à l'unification des méthodes de calcul des supports et des conducteurs des lignes aériennes. - Conference Intern. des Grands Reseaux, giugno 1929.

SILVA G. - Contribution à l'étude mécanique des lignes aériennes d'après les lois de la chainette. - Conference Intern. des Grands Reseaux, giugno 1929. - *R. G. E.*, 8 e 15 febbraio 1930.

MAZZONI A. - Nota sulla misura delle freccie e delle tensioni meccaniche nelle linee aeree. - *Rivista Tecnica Ferrovie Italiane*, 15 luglio 1929.

SCAFI P. - Calcolo della tensione meccanica dei conduttori delle linee elettriche aeree. - *Rivista Tecnica Ferrovie Italiane*, 15 settembre 1929, pagg. 106-116.

REGLI G. - Calcolo delle freccie e degli sforzi nelle linee aeree. - *E. T. Z.*, 24 ottobre 1929, pag. 1557.

SCHWARZKOF - Nomogramme pour le calcul mécanique des canalisation aériennes dans le cas de denivellation. - *E. u. M.*, 10 novembre 1929, pagg. 985-988.

LANGHARD K. - Der Einfluss ungleichmassig verteilter Zusatzlasten auf die Durchhange von Freileitungen. - *E. T. Z.*, 14 novembre 1929, pagg. 1647-1649.

DOLPH N. L. - Le balancement maximum des chaines d'isolateurs. *Elect. World*, 16 novembre 1929.

SMITH H. - Flèches et tensions des lignes aériennes. - *El. Rew.*, 20 dicembre 1929, pagg. 1082-1083.

1930 COSTES - Calcul des flèches des conducteurs aériens dans le cas de très grandes portées. - *R. G. E.*, 18 gennaio 1930, pagg. 83-87.

PERCY H.-THOMAS - Sag Calcution for suspended vires. - Procedings of A. I. E. E., giugno 1930, pag. 1131-1141. - *R. G. E.*, 1° marzo 1930, pagg. 324-327.

KUUSINEN J. - Calcolo della freccia sotto l'influenza del sovraccarico e nel caso della rottura della linea. - *E. u. M.*, 8 giugno 1930, pagg. 561-567.

KRAMER E. - Abaco per la determinazione della freccia e della tensione delle linee aeree. - *E. u. M.*, 31 agosto 1930, pagg. 804-806.

MISURA DEGLI SPOSTAMENTI STATICI E DINAMICI DELLE MEMBRANE TELEFONICHE □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

G. SACERDOTE e E. GOTTA

Si misurano mediante variazioni di capacità di un condensatore gli spostamenti di una membrana telefonica dalla posizione di riposo quando il telefono è alimentato da corrente continua ed alternata.

Nelle appendici, si dà conto della sensibilità dei dispositivi usati, considerandoli sotto il punto di vista di metodi generali di misura di piccolissimi spostamenti.

1. - Introduzione.

Lo studio del comportamento acustico dei telefoni si esegue normalmente mediante confronti di carattere soggettivo, oppure determinando l'effetto che essi producono su un dato microfono; il primo metodo non permette di dare un sicuro giudizio della efficienza del telefono in esame a causa degli inevitabili errori dovuti all'imprecisione di apprezzamento, errori che variano da individuo a individuo ed anche da momento a momento; il secondo metodo è invece più preciso ma più laborioso: bisogna infatti tener conto dell'impedenza acustica fra apparecchio ricevente e trasmittente ed è necessario altresì conoscere perfettamente le caratteristiche elettroacustiche del microfono. Si vede quindi la utilità di stabilire procedimenti più rigorosi di misura, che permettano altresì di adottare criteri più razionali per il collaudo dei telefoni.

In questa nota si dà conto di misure dirette degli spostamenti di una membrana telefonica, spostamenti statici quando il telefono è alimentato con corrente continua e spostamenti dinamici quando l'alimen-

tazione è fatta con corrente di frequenza acustica. Queste misure permettono di determinare alcune proprietà di comportamento delle membrane stesse ed in pari tempo di verificare fino a qual punto siano ammissibili le approssimazioni introdotte nelle varie teorie, che sono state ideate e formulate per spiegare il funzionamento del ricevitore telefonico. (1)

Le misure sono state eseguite sopra un telefono «S» di 158 ohm di resistenza e su due ricevitori appartenenti a cuffie telefoniche, l'uno da 60 ohm che indicheremo con «F_1» e l'altro da 2000 ohm, che indicheremo con «F_2».

2. - Prove statiche.

La misura degli spostamenti della membrana si può ricondurre alla misura della variazione di capacità di un condensatore ad armature piane e parallele, la cui distanza viene modificata in dipendenza degli spostamenti stessi.

Il condensatore si costituisce affacciando alla membrana telefonica un elettrodo ausiliario piano con interposizione al contorno, di un sottile anello di materiale isolante, e avendo cura di assicurare un perfetto parallelismo delle due superfici, finò a che la membrana non è deformata.

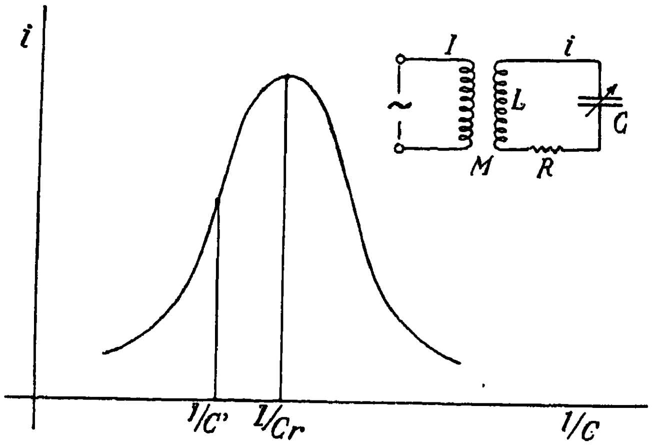


Fig. 1. — Curva di risonanza.

Si considerino ora due circuiti accoppiati (v. fig. 1): il primo sia alimentato da una forza elettromotrice alternata di frequenza $f = \omega/2\pi$ e sia percorso da una corrente I; si supponga ancora l'accoppiamento dei due circuiti sufficientemente lasco di modo che variazioni della corrente i secondaria (dovute ad es. a variazioni di C) non reagiscano apprezzabilmente sul primario; si dispongano cioè i circuiti in modo tale che la I si mantenga praticamente costante (in ampiezza e frequenza), comunque si faccia variare la i.

Se si traccia il diagramma della i in funzione di $1/C$ (questa variabile è stata scelta per il fatto che gli spostamenti della membrana risultano inversamente proporzionali alle variazioni di capacità del condensatore costituito coll'elettrodo ausiliario), si ottiene una curva di risonanza (fig. 1) che presenta un massimo per $1/C_r = \omega^2 L$, e due punti di flesso per $1/C' = \omega\ (\omega L \pm R/\sqrt{2})$; nell'intorno dei punti di flesso (v. Appendice N. 1) per una piccola variazione di $1/C$ si ottiene una variazione proporzionale della corrente, variazione che è tanto più grande quanto minore è la resistenza del circuito.

La corrente i potrebbe essere misurata con un milliamperometro a termocoppia, ma poichè con esso non si raggiungerebbe una sensibilità sufficiente, si è preferito adottare un dispositivo a voltometro amplificatore, che permette di misurare indirettamente (per mezzo di un microamperometro a corrente continua) la tensione che si manifesta agli estremi del condensatore C con l'aiuto di un triodo rivelatore per curvatura inferiore di caratteristica di placca.

La sensibilità del dispositivo (determinata analiticamente nella Appendice N. 1) è tale da permettere con tutta sicurezza la misura della variazione di 0,1 $\mu\mu F$ di capacità, che corrisponde, colle dimensioni di superficie della membrana e dell'elettrodo ausiliario del condensatore telefonico, e con una distanza tra le armature di alcuni centesimi di mm, a uno spostamento della membrana (considerato come quello di un pistone equivalente) dell'ordine del decimo di micron.

In complesso il dispositivo sperimentale comprende (v. fig. 2):

a) Un oscillatore O di alta frequenza accuratamente schermato,

b) Il circuito risonante, in cui sono inseriti in parallelo il condensatore telefonico ed un condensatore tarato C_1 (questo condensatore ha l'ufficio di portare il circuito nelle condizioni volute di funzionamento e di permettere la taratura del sistema di lettura),

c) Il sistema di lettura, costituito da un microamperometro inserito nel circuito di placca del triodo rivelatore con una batteria di opposizione per compensare la corrente anodica media del triodo,

d) Il dispositivo di alimentazione del telefono.

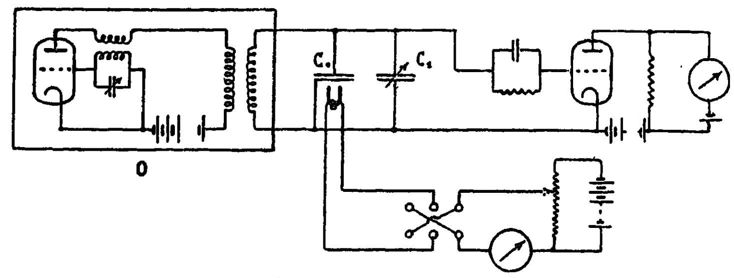


Fig. 2. — Dispositivo sperimentale per misure di spostamenti statici.

L'esperienza viene preceduta da un certo numero di inversioni della corrente di alimentazione del telefono al suo valor massimo (corrispondente al ciclo di variazione su cui si vuol sperimentare) allo scopo di evitare che le misure siano influenzate da magnetismo residuo nelle parti magnetiche del telefono; e viene quindi eseguita ripetendo i cicli più volte per accertarsi che lo stato di regime è stato raggiunto e che i risultati corrispondenti ad ogni singola condizione si ripetono concordemente.

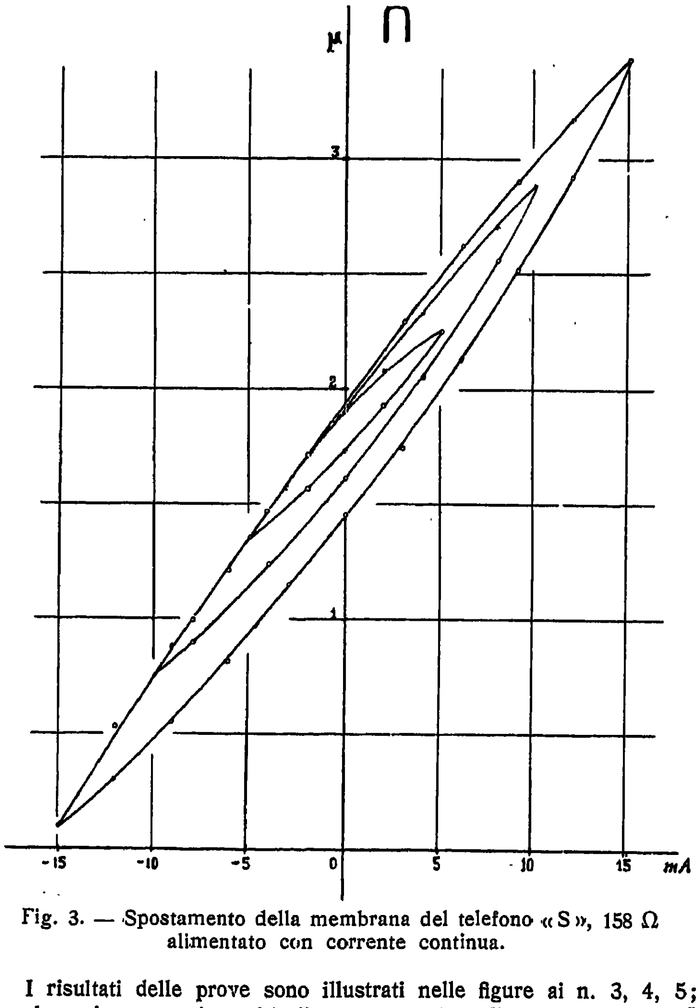


Fig. 3. — Spostamento della membrana del telefono «S», 158 Ω alimentato con corrente continua.

I risultati delle prove sono illustrati nelle figure ai n. 3, 4, 5; dove le ascisse sono intensità di corrente e le ordinate spostamenti. I cicli risultano percorsi nel senso positivo (antiorario) e il senso positivo degli spostamenti corrisponde ad avvicinamento della membrana al magnete.

Si vede da questi diagrammi, che lo spostamento è influenzato da fenomeni di isteresi; ciò è da attribuirsi non solo ad isteresi magnetica della membrana telefonica e del magnete ma altresì ad isteresi elastica della membrana, dipendente dalla sua costituzione e dai vincoli meccanici cui essa è assoggettata.

Il fatto che i cicli non abbiano un centro di simmetria è da attribuirsi a ciò, che la membrana, a causa del magnetismo permanente del magnete non è indeformata quando la corrente è nulla.

(1) Vedi ad es. « Theory of Magneto-Mechanical Systems as Applied to Telephone Receivers and Similar Structures » - R. L. Wegel - *Journal A.I.E.E.*, vol. XL, 10 October 1921, pag. 791.

3. - Prove dinamiche.

Il principio della misura per la determinazione degli spostamenti dinamici della membrana telefonica è il medesimo di quello adottato precedentemente per le misure statiche. Si costituisce cioè un condensatore, affacciando alla membrana telefonica un elettrodo ausiliario con interposizione ai bordi di un sottile anello di materiale isolante, e si riconduce la misura delle vibrazioni della membrana a quella delle variazioni di capacità di questo condensatore.

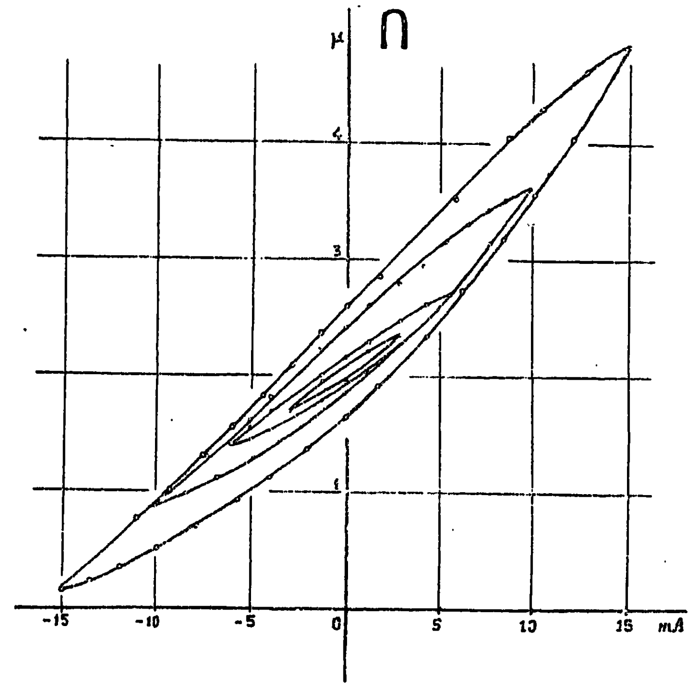


Fig. 4. — Spostamento della membrana del telefono F_1 (60 Ω) alimentato con corrente continua.

E' necessario, in queste prove, adottare alcuni accorgimenti per evitare errori e inesatte interpretazioni dei risultati. Infatti, se si adopera una semplice lamina metallica come elettrodo ausiliario, nasce un'azione elettrodinamica tra il magnete del telefono e le correnti indotte nella lamina, di qui vibrazioni della lamina stessa e conseguenti errori nelle misure della capacità.

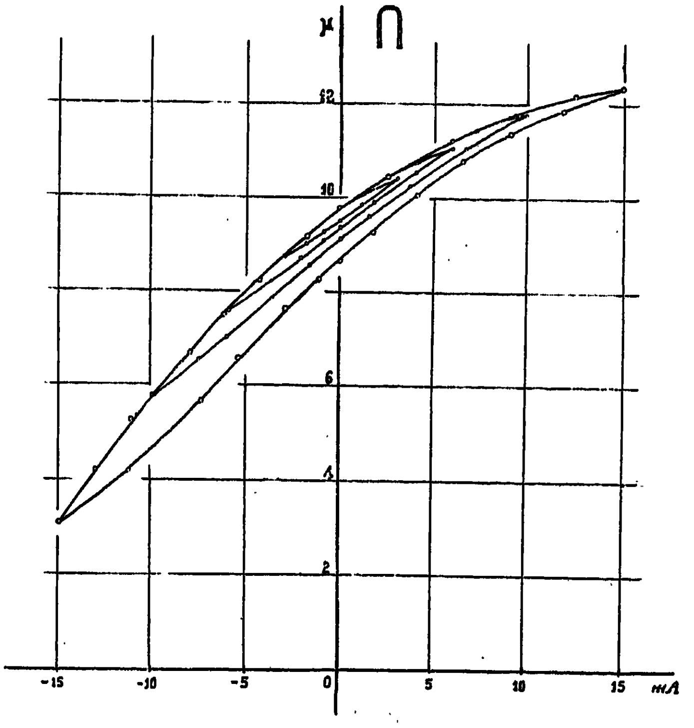


Fig. 5. — Spostamento della membrana del telefono F_2 (2000 Ω), alimentato con corrente continua.

Non è neppure sufficiente dare all'elettrodo ausiliario uno spessore conveniente per impedirne le vibrazioni, perchè le correnti indotte nella sua massa provocano una dissipazione di energia, che va a detrimento di quella fornita alla membrana telefonica e anche azioni elettrodinamiche fra elettrodo ausiliario e membrana che vengono ad alterare il normale funzionamento di quest'ultima.

Per evitare tutte queste difficoltà si è adoperato come elettrodo ausiliario un disco di vetro platinato (con proiezione catodica); si ha così nello stesso tempo un elettrodo di notevole resistenza meccanica, che non entra in vibrazione, e di notevole resistenza elettrica superficiale che ostacola fortemente il passaggio alle correnti parassite.

Un'ulteriore difficoltà si riscontra nelle misure, per la presenza di tensioni indotte nei vari circuiti, allorchè il telefono è alimentato da corrente di frequenza acustica; con un'accurata schermatura e con un buon isolamento delle varie parti componenti i circuiti di alimentazione del telefono e di misura, queste correnti indotte possono essere rese trascurabili a basse frequenze, ma la loro presenza si riscontra sempre con l'elevarsi della frequenza. Si rende quindi necessario un metodo di misura, mediante il quale si possa tener conto di tali azioni perturbatrici, e si possano quindi scindere gli effetti dovuti alla periodica variazione di capacità da quelli dovuti ad altre cause.

Per giungere a questo risultato si è riconosciuto conveniente eseguire le misure con il metodo che si segue nel caso dei microfoni a condensatore: il condensatore membrana telefonica-lamina ausiliaria è polarizzato con una tensione continua E e posto in serie con una resistenza ρ. Le variazioni di capacità del condensatore creano variazioni di cariche alle armature e quindi una differenza di potenziale alternata ai capi della resistenza ρ; tale tensione viene amplificata e misurata con un amplificatore a bassa frequenza opportunamente tarato. Dalla conoscenza della tensione così rilevata, si può risalire alla variazione di capacità del condensatore e quindi allo spostamento massimo della membrana vibrante, che è ad essa proporzionale. la tensione efficace V che si genera ai capi della ρ, calcolata analiticamente (v. Appendice N. 2) risulta:

$$V = E \frac{\Delta \delta}{\delta} \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{1}{\omega C_0 \rho}\right)^2}}$$

ove si indica con δ la distanza fra le armature del condensatore a riposo, e con $\Delta \delta$ il valore efficace della elongazione da tale posizione.

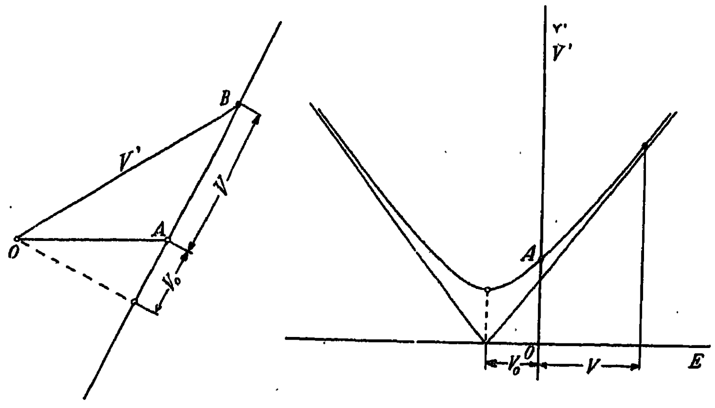


Fig. 6. — Tensione all'entrata dell'amplificatore.

Se ora si tiene conto della tensione perturbatrice (isofrequenziale), che, per le ragioni già accennate, riesce inevitabilmente ad agire sull'amplificatore, si vede che la tensione misurata deve risultare in genere dalla composizione di due vettori (di regola non in fase fra loro) l'uno costante ed indipendente dalla tensione continua E, rappresentato in fig. 6 dal segmento OA (tensione perturbatrice), l'altro di grandezza variabile proporzionalmente ad E, ma di fase costante, e rappresentato per generico valore di E dal segmento $AB = V$ (tensione utile). Si vede facilmente, che il modulo della tensione risultante V' varia, al variare di E, e quindi di V, con legge iperbolica. Se si rappresenta graficamente questa iperbole $V' = f(E)$, come è stato fatto in fig. 6, si rileva che la pendenza degli asintoti dà il valore cercato di $V/E = \frac{\Delta \delta}{\delta} \sqrt{1 + \left(\frac{1}{\omega C_0 \rho}\right)^2}$, che è funzione nota dello spostamento.

Il dispositivo sperimentale, illustrato in fig. 7, comprende:

a) Un oscillatore a triodi O di frequenza acustica che genera la corrente di alimentazione del telefono.

b) Un frequenziometro F [a ponte di Robertson (Siemens)] ed un milliamperometro per misurare rispettivamente la frequenza e la intensità di detta corrente.

c) Il condensatore di misura C_0 in serie con una batteria di accumulatori di polarizzazione (con tensione variabile mediante potenziometro da 0 a 160 volt) e con la resistenza ρ di 0,5 megaohm che funziona da resistenza di entrata dell'amplificatore.

d) L'amplificatore a triodi *A* a quattro stadi.

e) Lo strumento finale di lettura costituito da un milliamperometro con raddrizzatore ad ossido di rame, collegato attraverso un condensatore ai capi di una resistenza inserita nel circuito di placca dell'ultimo triodo dell'amplificatore.

f) Il dispositivo di taratura dell'amplificatore, che porta la tensione alternativa dell'oscillatore (misurata ad un voltmetro elettronico e variata con un dispositivo potenziometrico) direttamente all'entrata dell'amplificatore.

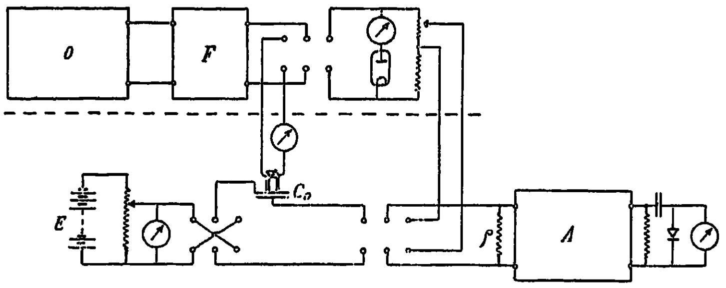


Fig. 7. — Dispositivo sperimentale per misura di spostamenti dinamici.

Le misure vengono eseguite per una data corrente di alimentazione e per frequenza variabile, tracciando per ciascun valore della frequenza la curva V' in funzione di E, da cui si ricava la pendenza dell'asintoto e quindi lo spostamento cercato della membrana telefonica; dallo spostamento efficace misurato si può passare all'elongazione massima, moltiplicando il valore efficace per 1,414, ammettendo forma sinoidale delle vibrazioni.

Si sono eseguite pure determinazioni degli spostamenti a frequenza costante con diverse intensità di corrente; queste determinazioni hanno dato come risultato una perfetta linearità di comportamento e ciò per varie frequenze e per i vari telefoni provati, fino a correnti di 20 mA.

L'andamento delle curve elongazione-frequenza (fig. 8, 9, 10) presenta spiccati punti di risonanza, dovuti al periodo proprio di vibrazione della membrana telefonica, e influenzati dalla forma del magnete eccitatore dal modo di attacco ai bordi, ecc., ecc.

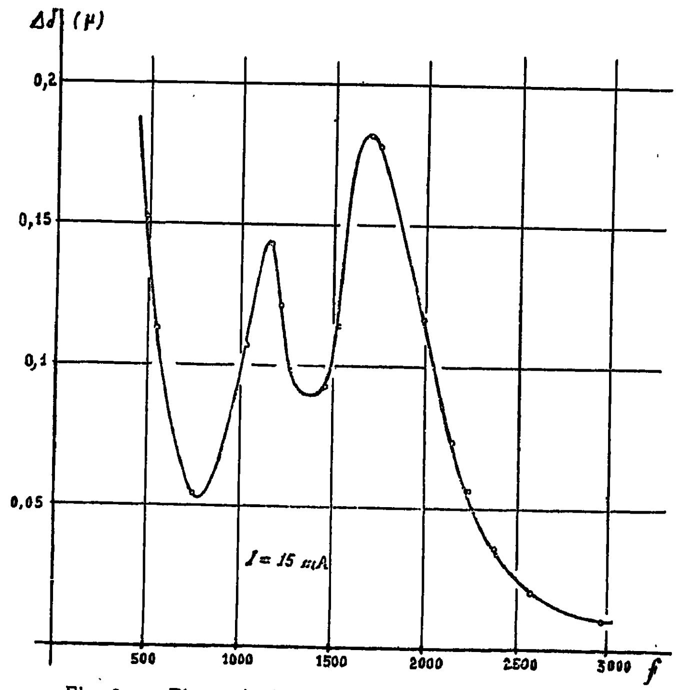


Fig. 8. — Elongazioni della membrana del telefono « S » alimentato con corrente costante di 15 mA a frequenza variabile.

Queste curve sono quelle che interessano particolarmente per poter definire il comportamento di un telefono. Infatti, in certi casi, si preferisce avere un telefono che presenti uno spiccato punto di risonanza per una determinata frequenza (monotelefono) per poter in certo qual modo farlo funzionare da filtro acustico (ad es. nei telefoni di misura per metodi di zero con i ponti alimentati sempre ad una data frequenza, e ciò allo scopo di eliminare l'effetto delle armoniche; nelle cuffie dei ricevitori radiotelegrafici per evitare disturbi di frequenza, che non sia quella modulata dal segnale, ecc.), laddove in altri casi si desidera un telefono che possa avere buone proprietà di articolazione, ossia dia una « risposta » possibilmente uniforme per tutte le frequenze della gamma acustica.

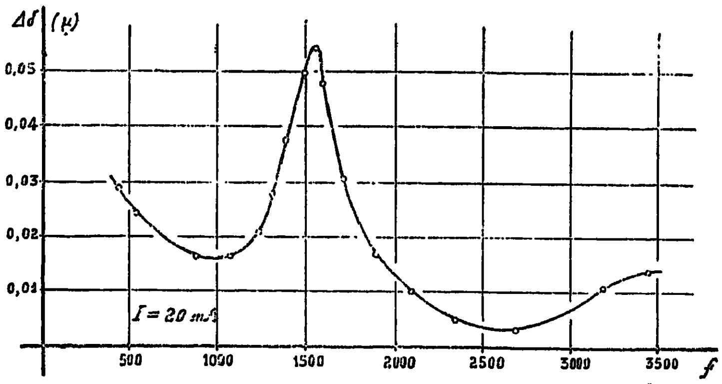


Fig. 9. — Elongazioni della membrana del telefono F_1 (60 Ω) alimentato con corrente costante di 20 mA a frequenza variabile.

Resta ora a vedere in che relazione stiano i risultati del procedimento sperimentale adottato in questa ricerca con quelli, che si ottengono con i più comuni metodi di rilievo soggettivo ovvero nelle prove di confronto con un microfono campione, o infine con le misure indirette basate sulla determinazione dell'impedenza del telefono a membrana libera. Naturalmente gli spostamenti misurati risentono dello smorzamento apportato da una lamina vicina a quella vibrante. Per attenuare tale effetto è d'uopo ricorrere ad elettrodi ausiliari opportunamente forati, i quali riportano il sistema in condizioni molto prossime a quelle normali di funzionamento. Di questo esame contiamo di dar conto in un prossimo lavoro.

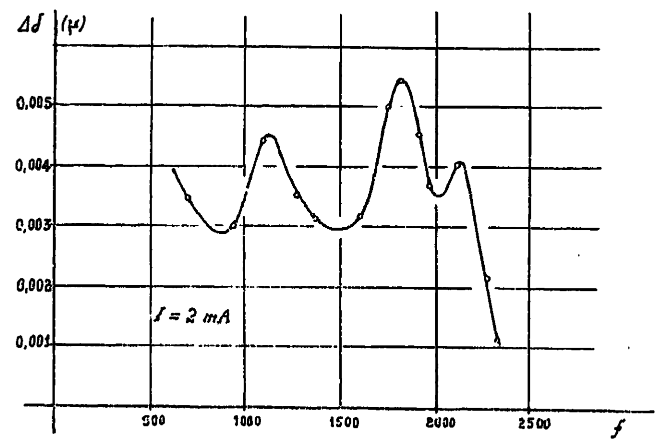


Fig. 10. — Elongazioni della membrana del telefono F_2 (2000 Ω) alimentato con corrente costante di 2 mA a frequenza variabile.

Giova osservare come il sistema di misura qui proposto si possa estendere al rilievo ed alla misura di vibrazioni di organi meccanici ed in genere di spostamenti molto piccoli, appena percettibili con i più delicati interferometri e come all'estero si siano già fatte alcune interessanti applicazioni del genere. (2)

APPENDICE I.

Sensibilità del metodo di misura per la determinazione degli spostamenti statici.

La sensibilità del dispositivo adottato per le prove statiche può semplicemente essere espressa dal valore della pendenza della curva di risonanza (i, $1/c$) nel suo punto di flesso, cioè dal valore assunto dalla derivata prima $\dfrac{di}{d\dfrac{1}{c}}$ quando la derivata seconda $\dfrac{d^2 i}{d\left(\dfrac{1}{c}\right)^2}$ è nulla.

L'equazione della curva di risonanza è:

$$i = \frac{\omega M I}{\sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega c)^2}},$$

(2) v. *Miner and Batten*: « Use of the oscillograph por measuring non electrical quantities ». Quarterly trans, 1929, pag. 742 ed anche: H. THOMA: « Aufzeichnung schneller Schwingungen » - V. D. I., 1929, pagina 639.

da cui si deduce

$$\frac{di}{d\frac{1}{c}} = \frac{-\omega M I}{\left(R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega c}\right)^2\right)^{3/2}}$$

Il punto di flesso si ha per $1/C = \omega\ (\pm \frac{R}{\sqrt{2}} + \omega L)$, e per tale valore di I/c si ha:

$$\left(\frac{di}{d\frac{1}{c}}\right)_{max} = -\frac{MI}{R^2}\frac{1}{\sqrt{2}}\left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} = -0{,}384\frac{MI}{R^2}$$

Nel punto di risonanza si ha $i_{max} = \frac{\omega M I}{R}$ e quindi si può porre l'espressione della sensibilità sotto la forma:

$$\left(\frac{di}{d\frac{1}{c}}\right)_{max} = -0{,}374\frac{i_{max}}{\omega R}$$

Misurando invece dalla i la tensione V ai capi del condensatore si ha:

$$V = \frac{MI}{c\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega c}\right)^2}}$$

$$\left(\frac{dV}{d\frac{1}{c}}\right) = \frac{MI\left(R^2 + \omega^2 L^2 - \frac{L}{c}\right)}{\left[R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega c}\right)^2\right]^{3/2}}$$

Questa derivata è massima per:

$$\frac{1}{c} = \frac{R^2}{4L}\left\{-3 + 4\left(\frac{\omega L}{R}\right)^2 \pm \sqrt{9 + 8\left(\frac{\omega L}{R}\right)^2}\right\}.$$

Se per brevità indico con ϵ il fattore di risonanza $\frac{\omega L}{R}$ si ha in definitiva:

$$\left(\frac{dV}{d\frac{1}{c}}\right)_{max} = \frac{1}{4}\left(\frac{8}{3}\right)^{3/2}\frac{MI}{R}\left\{\frac{\epsilon^2(1 \pm \sqrt{9 + 8\epsilon^2})}{3 + 8\epsilon^2 \pm \sqrt{9 + 8\epsilon^2}}\right\}.$$

Il valore massimo che può assumere V è $V_{max} = \frac{\omega MI}{R}\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2} = \omega MI\sqrt{1 + \epsilon^2}$.

Si ha allora

$$\left(\frac{dV}{d\frac{1}{c}}\right)_{max} = \frac{V_{max}}{\omega R}\ 1.09\ \frac{\epsilon^2(1 + \sqrt{9 + 8\epsilon^2})}{\sqrt{1 + \epsilon^2}\,(3 + 8\epsilon^2 + \sqrt{9 + 8\epsilon^2})}.$$

Per valori grandi di ϵ:

$$\left(\frac{dV}{d\frac{1}{c}}\right)_{max} = 1{,}09\frac{V_{max}\,\epsilon}{\omega R} = \frac{1{,}09\,L}{R^2}V_{max}$$

Come esempio (determinando le variazioni di capacità con misura di corrente) assumendo:

$i = 50$ mA $\quad di = 1$ mA $\quad \omega = 2\pi \cdot 100.000 = 628.000$
$R = 30$ ohm

Il condensatore sia ad armature piane e parallele distanti fra loro di cm 0.0005; le armature di forma circolare, di raggio $r =$ cm 4. Si ha allora: $C = \frac{\pi r^2}{4\pi\delta}10^{-12}\ F.\quad d\left(\frac{1}{c}\right) = \frac{10^{12}}{\left(\frac{r}{2}\right)^2}d\delta$ (cm) F^{-1}

$$d\delta = 0{,}04\ \mu.$$

APPENDICE II.

Sensibilità del metodo di misura per la determinazione degli spostamenti dinamici.

Consideriamo un circuito formato da un condensatore di capacità C_0 a riposo, di una resistenza ρ e di una f.e.m. costante E.

Quando la capacità del condensatore varia col tempo, si ha

$$E = \rho i + \frac{1}{c(t)}\int i\,dt$$

Invece della corrente i si consideri la quantità di elettricità q alle armature del condensatore: si ha $i = \frac{dq}{dt}$

$$\frac{dq}{dt} + \frac{1}{\rho c}q = \frac{E}{\rho} \qquad q = e^{-\int\frac{dt}{\rho c}}\left[\frac{E}{\rho}\int e^{\int\frac{dt}{\rho c}}dt + K\right]$$

Se si suppone la variazione di C periodica, e se si tiene conto del solo fenomeno periodico a regime, si ha

$$q = \frac{E}{\rho}\frac{\int e^{\int\frac{dt}{\rho c}}dt}{e^{\int\frac{dt}{\rho c}}}$$

Nel caso in esame, con buona approssimazione si può ammettere:

$$\frac{1}{c} = \alpha + \beta \operatorname{sen}\omega t$$

$$q = \frac{E}{\rho}\frac{\int e^{\frac{\alpha t}{\rho}}e^{-\frac{\beta}{\omega\rho}\cos\omega t}dt}{e^{\alpha t - \frac{\beta}{\omega}\cos\omega t}}.$$

Si deduce [3] in seguito a sviluppi che la tensione alternata V ai capi della ρ è espressa da un primo termine:

$$V = E\frac{\Delta\delta}{\delta}\frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{1}{\omega C_0 \rho}\right)^2}}$$

Come esempio, per

$V = 1$ mV $\quad \rho = 0{,}5\ M\Omega \quad E = 100$ V $\quad \omega = 5000$
$C = 100\ \mu\mu F \quad \delta = 5.10^{-3}$ cm.

Si ha $\Delta\delta = 0{,}002\ \mu$ di spostamento efficace.

Questo metodo, molto sensibile, non permette una registrazione della forma dello spostamento, ma consente di misurarne agevolmente il valore efficace; per la registrazione si rende necessaria l'adozione di particolari amplificatori con correttori di guadagno in funzione della frequenza, tali da dare un'amplificazione proporzionale a

$$\frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{1}{\omega C_0 \rho}\right)^2}}$$

Ringraziamo vivamente S. E. il Prof. Vallauri per il largo aiuto ricevuto.

Torino, aprile 1931.
Laboratorio di Elettrotecnica della R. Scuola di Ingegneria.

(3) Analyse einer Elektrischen Schaltung für das Kondensatormikrophon - J. JAKOWIEFF - *Zeitschr. f. Hochfrequenztechnick,* 31°, pag. 87, 1928.

TRASMISSIONE DI MISURE A DISTANZA CON ELETTRODINAMOMETRI AD INDUZIONE

G. INDUNI

L'autore espone un nuovo sistema di trasmissione di misure a distanza per mezzo di dinamometri ad induzione, spiega la costruzione ed il funzionamento degli strumenti usati attirando l'attenzione sulle diverse possibilità e sui vantaggi di questo sistema di misura e totalizzazione a distanza combinato anche con trasmissione di comandi selettivi contemporaneamente a trasmissioni telefoniche.

1. — Con queste note non intendiamo sottoporre al lettore una rassegna dei diversi sistemi di trasmissione a distanza delle misure, e nemmeno fare una esposizione generale di questo vasto problema che riveste oggi un particolare interesse per tutti i tecnici che si occupano di produzione e distribuzione di energia elettrica.

Vogliamo solo richiamare l'attenzione su di uno speciale sistema il quale, per le caratteristiche di funzionamento e per la semplicità degli organi che ne fanno parte, ci sembra meritare un breve cenno descrittivo.

Lasciando da parte la teoria matematica degli strumenti, che richiederebbe trattazioni analitiche un po' complesse, ci limiteremo ad una esposizione qualitativa, rimandando alla bibliografia il lettore desideroso di approfondire la questione (1).

I vantaggi propri del sistema del quale ci occupiamo, proposto per primo dal Dott. Täuber Gretler (2), sviluppato poscia dalla Ditta Trüb Taüber e C.ie di Zurigo, e fondato sulle caratteristiche proprietà degli elettrodinamometri ad induzione, sono parecchi: assenza assoluta di contatti, possibilità di trasmettere a distanza coppie debolissime, impiego di un minimo numero di fili piloti, possibilità di funzionare con correnti alternate a tensioni e frequenze industriali, insensibilità alle variazioni di frequenza, tensione, temperatura; è inoltre possibile, con schemi estremamente semplici, sommare o sottrarre le indicazioni di più strumenti.

2. — Un elettrodinamometro ad induzione (fig. 1) si differenzia poco, nella disposizione delle parti costitutive, da un comune galvanometro a corrente continua. Nell'intraferro di un elettromagnete N, eccitato da un avvolgimento induttore F, può muoversi la bobinetta D, la quale è *sprovvista di coppia antagonista*. Uno smorzatore S ed un indice, ben visibili in figura e solidali entrambi con l'equipaggio mobile, completano lo strumento. La eccitazione è ottenuta con corrente alternatativa ed in conseguenza le parti magnetiche sono tutte costituite da ferro lamellato.

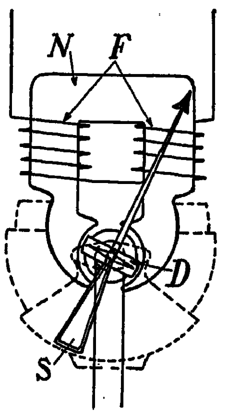


Fig. 1.

Se si suppone di eccitare l'apparecchio, di far percorrere cioè l'avvolgimento F da una corrente alternata, chiudendo contemporaneamente il circuito della bobinetta mobile su di un circuito esterno nel quale non agiscano f.e.m. impresse, è chiaro che una corrente si desterà nella bobinetta stessa e questa sarà quindi in generale sollecitata da una coppia la quale si annullerà solo nel caso in cui sia zero il flusso che si concatena con la bobina mobile (indice verticale in fig. 1); sarà precisamente questa posizione che assumeremo come origine per misurare gli angoli, i quali saranno quindi positivi o negativi a seconda che corrispondano a spostamenti dell'indice da una parte e dall'altra dello zero.

Immaginiamo allora, eccitato l'induttore, di spostare l'indice dalla posizione di zero, di un angolo α positivo o negativo: una coppia nasce subito, che sollecita l'equipaggio mobile, ma è facile vedere che l'azione che essa esercita è sostanzialmente diversa a seconda della natura del circuito sul quale la bobinetta dell'apparecchio è chiusa.

Per esaurire qualitativamente tutti i casi che possono praticamente presentarsi, basterà considerarne tre tipici:

a) circuito prevalentemente induttivo;

b) circuito risonante, nel quale cioè reattanza di autoinduzione e reattanza di capacità si compensino esattamente;

c) circuito prevalentemente capacitivo.

Tenendo allora presente che, in ogni caso, la f.e.m. indotta nell'equipaggio è spostata di 90° in ritardo rispetto al flusso induttore, e decomponendo la corrente che da quella f.e.m. nasce in due componenti, l'una in fase l'altra in quadratura col flusso induttore stesso, è facile rendersi conto che:

nel caso *a*) la coppia che nasce per effetto elettrodinamico *tende a riportare l'equipaggio mobile nella posizione di zero*;

nel caso *b*) la coppia è nulla per ogni posizione della bobinetta, la *quale quindi si trova in condizioni di equilibrio indifferente* o, in altre parole conserva, una volta abbandonata, la posizione che inizialmente le si era conferita;

nel caso *c*) finalmente la coppia elettrodinamica *tende ad esaltare la deviazione primitiva dell'equipaggio mobile* il quale quindi, abbandonato a sè, assume la posizione alla quale corrisponde il massimo flusso concatenato. Anche in questo caso naturalmente esiste una posizione di equilibrio, e precisamente quella corrispondente all'angolo $\alpha = 0$; ma è chiaro dopo quanto si è detto, che si tratta di una condizione di equilibrio labile. Bastano cioè piccolissimi spostamenti da essa, perchè l'indice bruscamente vada in fondo scala, a destra o a sinistra a seconda del segno della primitiva piccola deviazione.

Tutto ciò vale nella ipotesi in cui quello che abbiamo chiamato il circuito esterno non sia sede di f.e.m. impresse: ma se, abbandonando tale condizione supponiamo ora che una f.e.m. E_a della stessa frequenza di quella relativa alla tensione di eccitazione sia in esso attiva, si dimostra che, sotto certe condizioni facilmente realizzabili, e con riferimento a quelle di equilibrio stabile, l'indice assume, rispetto allo zero una deviazione α *tale che la f.e.m. che nasce nella bobinetta mobile equilibri esattamente la f.e.m. impressa dall'esterno* nelle quali condizioni, evidentemente, la corrente che percorre la bobina mobile stessa si annulla. Per un determinato circuito dunque, e per una determinata tensione di eccitazione (costante cioè rimanendo il flusso induttore), una relazione univoca di tipo semplice lega tra di loro f.e.m. impressa e deviazione che l'equipaggio mobile subisce; ed è d'altro canto chiaro che, a parità di altre condizioni la deviazione risulterà tanto maggiore quanto più debole sarà il campo induttore. Per equilibrare infatti una determinata tensione applicata dall'esterno alla bobina mobile essendo necessario che con questa si concateni per una data frequenza, un certo flusso, diminuendo il campo induttore dovrà aumentare l'angolo di deviazione e con esso il flusso concatenato, sino a quando il dovuto valore sia raggiunto.

Da ciò scaturisce l'artificio estremamente semplice che può sfruttarsi per variare la *sensibilità* di un apparecchio del genere: basterà all'uopo agire sul campo induttore ossia sul circuito di eccitazione, introducendo in esso delle resistenze addizionali di valore eventualmente variabile.

3. — **Trasmissione a distanza.** — Il complesso costituito da due strumenti quali quello descritto, collegati tra loro come è indicato

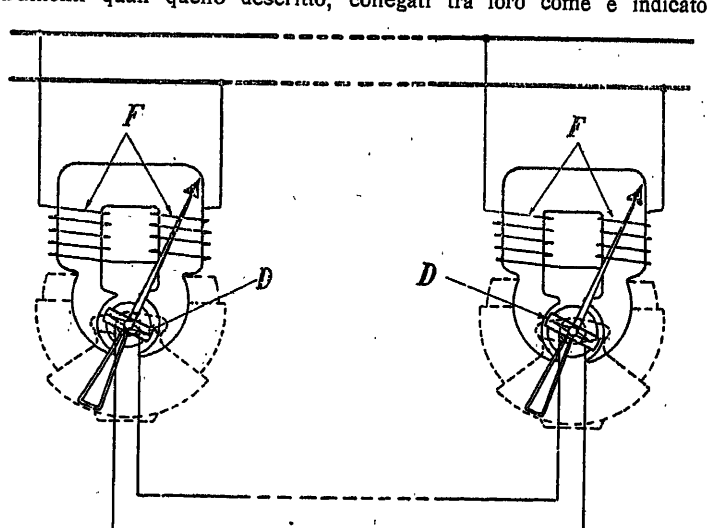


Fig. 2.

in fig. 2 può servire a trasmettere a distanza delle indicazioni. Dei due apparecchi, perfettamente identici, uno (per esempio quello di sinistra) sarà il *trasmettitore*, l'altro il *ricevitore*.

Si supponga invero di spostare l'indice del primo di un angolo α; nella sua bobinetta mobile si desta allora una *f.e.m.*; e poichè i due

(1) *Bull. Ass. Suisse des Electr.*, 1926, pag. 545 - 1928, pag. 395 - 1930, pag. 144.
Revue Generale de l'Electricité, pag. 211.
Elektrotechnik u. Maschinenbau, n. 10 del 1929.
Rivista tecnica svizzera, n. 22 e 23 del 1928.
(2) Dott. A. Tauber Gretler. — Das Induktionsdynamometer. — *Bull. S. E. V.*, n. 2 del 1926.

equipaggi sono tra loro elettricamente collegati, è chiaro che tale f.e.m., *nei riguardi del ricevitore,* giuocherà come la E_a del paragrafo precedente. L'indice del secondo apparecchio dovrà dunque spostarsi, e nella ipotesi fatta che i due strumenti siano eguali, eguale essendo anche la tensione di eccitazione, è evidente che la deviazione che esso subirà, sarà identica a quella relativa all'indice del trasmettitore. Fissa rimanendo la posizione di questa, ogni spostamento, intorno alla condizione di equilibrio che si facesse subire all'indice del ricevitore, verrebbe immediatamente bilanciata dalle coppie elettrodinamiche che nascerebbero ed esso riacquisterebbe la primitiva posizione in corrispondenza della quale la f.e.m. che si induce nella bobinetta mobile equilibra esattamente quella creata nell'equipaggio del trasmettitore.

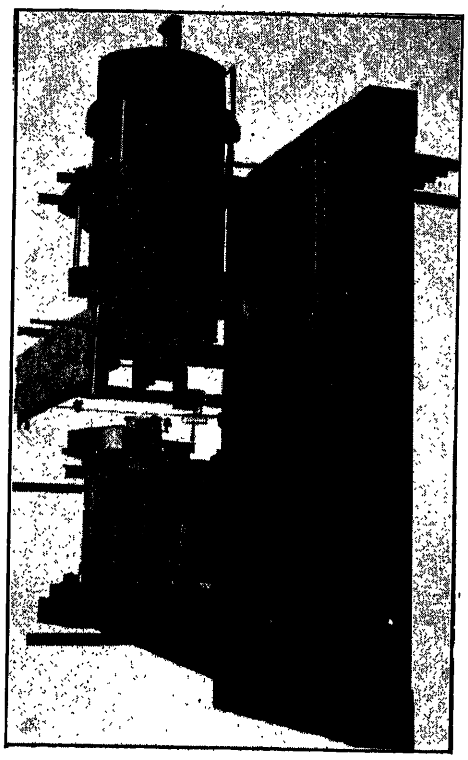


Fig. 3.
Sistemi di un wattmetro per carichi squilibrati con trasmettitore accoppiato.

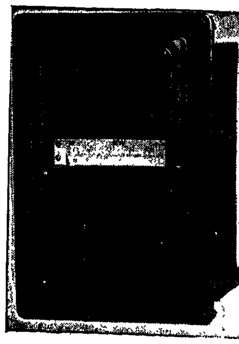


Fig. 3 *bis*.
Wattmetro per carichi squilibrati con trasmettitore.

Ogni posizione di quest'ultimo viene dunque fedelmente ed in modo univoco riprodotta dal ricevitore, ed è allora evidente l'applicazione che dal principio scaturisce nei riguardi della possibilità della trasmissione a distanza di indicazioni di apparecchi di misura, qualunque sia la loro natura, *bastando all'uopo immaginare l'organo mobile di esso collegato meccanicamente con quello* del trasmettitore. Le fig. 3 e 3 bis rappresentano per es. un wattmetro doppio per carichi trifasi squilibrati con trasmettitore accoppiato; la fig. 4 un trasmettitore stagno ed un ricevitore del tipo da quadro; le fig. 5 e 5 bis un ricevitore registratore.

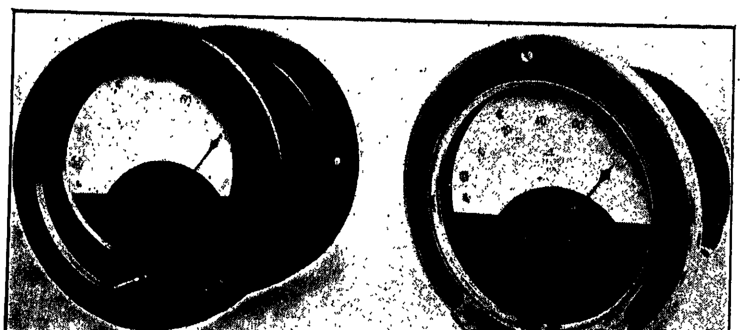


Fig. 4. — Trasmettitore stagno, e ricevitore tipo da quadro.

Anche movimenti lineari possono venir trasmessi usando tale sistema, previa trasformazione in movimenti angolari con mezzi cinematici di facile concezione. In fig. 6 è per es. indicato un trasmettitore di livello d'acqua di costruzione completamente stagna, in vista della umidità dei locali nei quali esso viene a trovarsi; la fig. 7 rappresenta il ricevitore che indica direttamente l'altezza d'acqua in metri, alla camera di carico. Sono qui ben visibili anche due contatti (uno di massima, l'altro di minima) i quali azionano un segnale d'allarme nel caso in cui il livello scenda al disotto o superi determinati limiti prefissabili a priori.

E' interessante notare come la resistenza dei conduttori che collegano tra di loro le bobinette mobili del trasmettitore e del ricevitore non abbia alcuna influenza (fino a certi limiti naturalmente) [3] sulla precisione della trasmissione, sfruttandosi qui un fenomeno di compensazione e la posizione di equilibrio raggiungendosi quando la corrente nel circuito è nulla. L'incremento della resistenza rende solo più «*pigra*» la trasmissione; nei casi normali collegamenti aventi una resistenza fino a 300 Ω circa, consentono trasmissioni senza ritardi notevoli e, sperimentalmente si è provato che anche con resistenze dell'ordine di 10.000 Ω il funzionamento è ancora possibile con apparecchi indicatori.

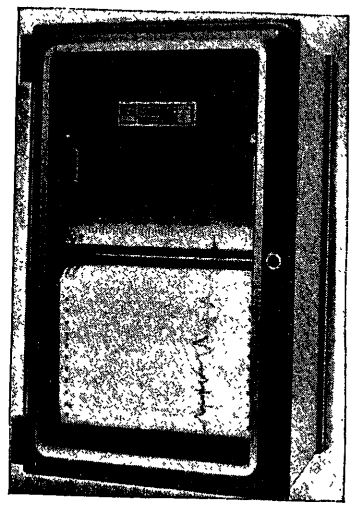


Fig. 5.
Ricevitore registratore tipo grande.

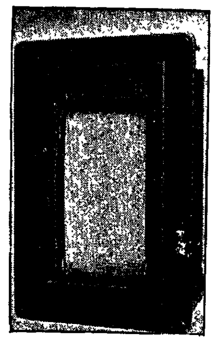


Fig. 5 *bis*.
Ricevitore registratore tipo piccolo.

Vogliamo anche far notare un ulteriore vantaggio del sistema che consiste nella possibilità di «copiare» in un ricevitore gli spostamenti angolari del trasmettitore in una scala comunque (entro certi limiti naturalmente) alterata, bastando all'uopo variare, col semplice artificio già ricordato ed in senso opportuno la sensibilità degli apparecchi. La fig. 8 rappresenta in proposito un ricevitore che su una scala ampia in realtà 90°, «copia» quella di 60° di un trasmettitore (fig. 8 bis).

4. — Somma di più grandezze. — In alcuni casi è necessario sommare diverse indicazioni (per es. quelle di più wattmetri) su di uno stesso o diversi ricevitori. Con gli apparecchi descritti la cosa è semplice, bastando collegare (fig. 9) in serie le bobine di tutti i trasmettitori, in guisa che la f.e.m. che agisce sull'organo mobile del ricevitore sia la somma di quelle singole. In tal caso naturalmente è necessario regolare in modo opportuno la sensibilità dei singoli trasmettitori (il che, come si è detto, si ottiene semplicemente con la introduzione di opportune resistenze addizionali nei circuiti induttori), in guisa che il massimo valore della somma delle f.e.m. indotte nelle loro bobine mobili sia eguale a quella relativa all'equipaggio del ricevitore nella posizione di fondo scala.

Dovendosi, dalle indicazioni di più apparecchi sottrarre quella di altri, basterà invertire, nella serie, gli attacchi delle bobine mobili di questi ultimi, come è chiaramente mostrato nello schema di principio di fig. 10.

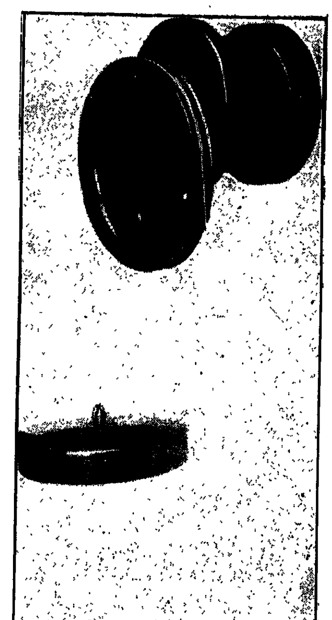


Fig. 6.
Trasmettitore di un livello di acqua, in esecuzione stagna.

Particolare interesse riveste il caso in cui si vogliano sommare i dati forniti da più indicatori di livello d'acqua: è un problema che può presentarsi ove si voglia conoscere, istante per istante la disponibilità complessiva di energia di un determinato gruppo il quale possieda più bacini di accumulazione. In corrispondenza di ciascuno di questi sarà allora installato un trasmettitore del tipo indicato; con una conveniente taratura di essi e del ricevitore è possibile totalizzare su quest'ultimo tutte le indicazioni ed avere così il modo di conoscere entro certi limiti di approssimazione generalmente sufficiente in pratica e direttamente in kWh, la grandezza che interessa.

[3] Oltre i quali le coppie in giuoco divengono così esigue che non sono più capaci di vincere quelle di attrito dei perni.

Le possibilità di sfruttamento del sistema che conduce a delle realizzazioni così semplici, sono, come si comprende, svariatissime; quelle indicate non sono che le fondamentali.

5. — Il sistema descritto precedentemente richiede, come si è veduto, quattro fili piloti: due per la eccitazione e due per il collegamento delle bobine mobili. Ora nel caso in cui le distanze da superare siano notevoli, il percorso disagiato e l'impianto rivesta ca-

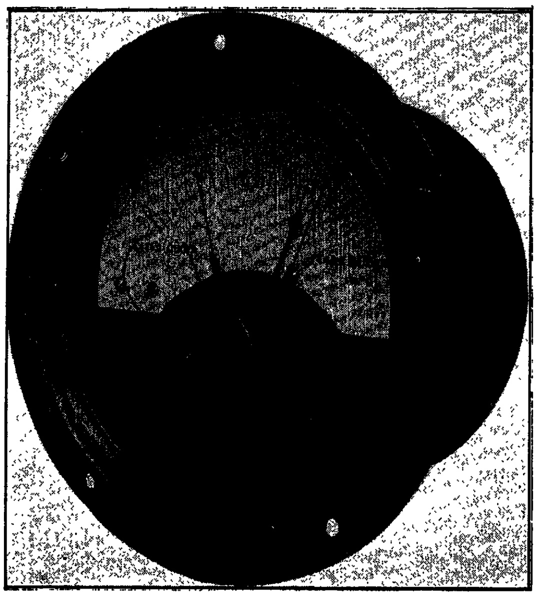


Fig. 7.
Istrumento ricevitore con contatti di max e min, per l'allarme al raggiungimento p. es. di livello massimo e minimo.

rattere di relativa semplicità (trasmissione, per es. di livelli d'acqua) la installazione dei quattro conduttori può rappresentare un onere non trascurabile. Furono quindi fatti dall'Autore degli studi allo scopo di vedere se non fosse possibile, senza naturalmente in nulla variare le caratteristiche di semplicità del sistema, e senza introdurre organi a contatti striscianti, di ridurre il numero dei fili piloti; e fu trovato che esso poteva dimezzarsi con artifici molto semplici che ora descriveremo succintamente.

La fig. 11 dà un'idea molto chiara dello schema: i fili di collegamento sono qui due soli, e su di essi sono direttamente derivati i circuiti di eccitazione F, F del trasmettitore T e del ricevitore R (4).

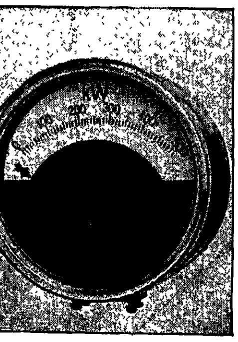


Fig. 8.
Ricevitore
con angolo di scala 90°.

L'allacciamento tra le due bobine mobili D - D avviene per mezzo del terreno da un lato e attraverso il complesso dei conduttori di linea dall'altro, con l'intermediario di due divisori di tensione SS i quali forniscono il punto neutro per operare il collegamento. Con uno schema del genere è chiaro che, pur essendo la linea in tensione, nessuna corrente può stabilirsi attraverso gli equipaggi mobili dei due apparecchi, se si sono convenientemente scelti i punti neutri di SS. Solo se l'indice del trasmettitore si sposta e la bobina relativa diviene quindi sede di *f.e.m.*, una corrente può stabilirsi che interessa l'equipaggio del ricevitore, in quanto essa trova il circuito chiuso formato dai due conduttori di linea (considerati in parallelo tra loro), dai divisori e dal terreno.

I divisori di tensione possono essere costituiti da semplici resistenze ohmiche; ma è preferibile usare delle reattanze di autoinduzione formate da due bobine avvolte sullo stesso nucleo magnetico; si ha così il vantaggio di avere un complesso che assorbe dalla linea una corrente molto esigua a causa della notevole impedenza; questa per contro è assai ridotta nei riguardi delle correnti che servono alla vera e propria trasmissione bipartendosi queste dal punto neutro verso le estremità (o viceversa) e percorrendo quindi i due avvolgimenti in senso contrario agli effetti della magnetizzazione del nucleo.

La fig. 12 dà lo schema di principio da realizzare nel caso in cui vogliano sommarsi (o sottrarsi) facendo uso di due soli conduttori le indicazioni di due (o più) trasmettitori T_1, T_2... su di un unico ricevitore R.

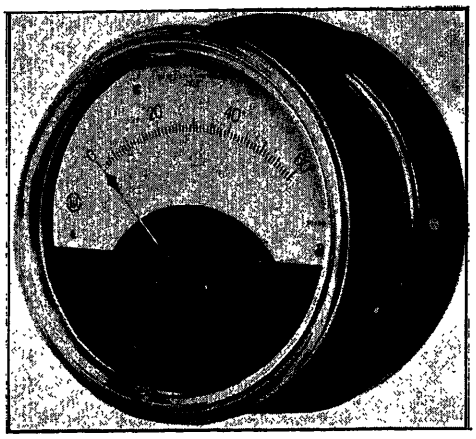


Fig. 8 *bis*.
Trasmettitore con angolo di scala 60°.

Nel caso in cui i trasmettitori dei quali vogliono totalizzarsi le indicazioni siano scaglionati lungo la linea, questa viene (fig. 13) suddivisa in tronchi, elettricamente isolati a mezzo di piccoli trasformatori T a rapporto 1 : 1, i così detti «*traslatori*» con neutro accessibile sul primario e sul secondario. L'energia necessaria alla eccitazione dei singoli apparecchi viene allora trasmessa attraverso i traslatori i quali funzionano, da questo punto di vista come dei veri e propri trasformatori, mentre la corrente di trasmissione fluisce, per tutte le bobine mobili, attraverso il collegamento dei neutri.

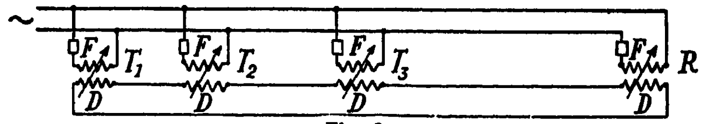


Fig. 9.

Potrebbe obbiettarsi che l'uso della terra per completare il circuito delle bobine mobili implichi la possibilità di disturbi nella trasmissione a causa delle correnti vaganti che spesso si riscontrano specie nei centri industriali o in vicinanze delle reti di trazione elettrica. E' però da osservare che ciò è possibile solo a patto che le correnti vaganti abbiano la stessa frequenza o frequenza molto prossima a quella delle correnti di trasmissione; ed è allora chiaro che, ad eliminare in modo completo la possibilità di inconvenienti del genere, basta ricorrere ad una alimentazione a frequenza di 70 o 130 ∿ per es., molto diversa cioè da quella delle correnti che possano ri-

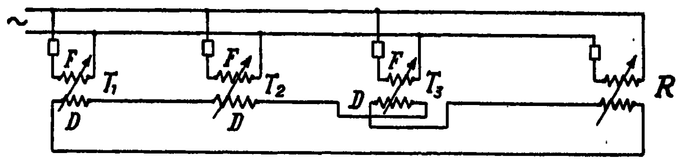


Fig. 10.

scontrarsi nel terreno (5). Nei riguardi delle eventuali correnti vaganti continue, potendo questo considerarsi un caso limite del precedente per frequenza nulla è chiaro che nessun disturbo da esse è da aspettarsi. Quanto alle tensioni che possano generarsi per fenomeni di induzione per parte di linee di trasporto di energia, la pratica ha dimostrato essere sufficiente la periodica trasposizione dei conduttori di trasmissioni, come si usa per le linee telefoniche poste nelle stesse condizioni.

La proprietà degli apparecchi descritti, di non essere influenzati dalle correnti continue può essere sfruttata per utilizzare gli stessi conduttori di collegamento per trasmettere comandi con tale mezzo. Anche qui la varietà dei casi che si possono all'atto pratico presentare è infinita.

(4) Sul circuito di eccitazione di questo è stata prevista la inserzione di una resistenza ohmica, indicata con V nello schema, allo scopo di poter conseguire la regolazione della sensibilità.

(5) A tale artificio è necessario ricorrere solo quando le correnti vagabonde assumano una notevole entità. Per citare un esempio, diremo che esso è stato adottato in un caso in cui dovendosi procedere alla totalizzazione delle indicazioni di più wattmetri disposti lungo un percorso di circa 10 km, si riscontrarono delle correnti nel terreno dell'ordine di qualche decimo di ampere a 50 periodi. La trasmissione potè avvenire indisturbata ricorrendo ad una frequenza di alimentazione di 58 periodi.

La fig. 14 ne illustra uno particolare: quello in cui voglia comandarsi da un punto R, ed in base alle indicazioni del wattmetro di macchina, la inserzione o disinserzione della macchina stessa.

La bobina mobile del trasmettitore T, collegato al wattmetro, è allora in serie con un relais polarizzato P il quale può azionare indirettamente l'interruttore I. Dal lato ricevitore (che diviene posto di trasmissione agli effetti del comando) è sistemato un commutatore C, il quale può lanciare una corrente continua in un senso o nell'altro lungo la linea, e ciò senza per nulla turbare la trasmissione delle indicazioni, in guisa da chiudere od aprire l'interruttore di macchina.

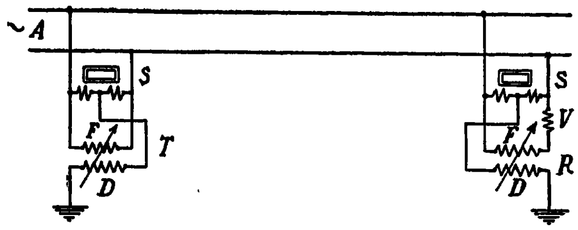


Fig. 11.

Il principio può naturalmente essere esteso alla risoluzione di altri problemi, qualunque potendo essere (tachimetro, fasometro, indicatore di potenza reattiva, ecc.) l'apparecchio che definisce le modalità del servizio.

E' in proposito allo studio la trasmissione delle indicazioni di un sincronoscopio; il problema riveste una certa importanza nei riguardi delle possibilità della sincronizzazione a distanza di sistemi facenti capo a punti nodali.

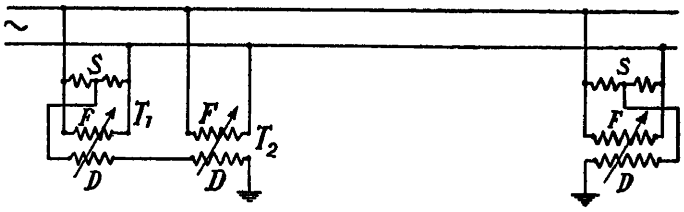


Fig. 12.

6. — **Trasmissione multipla di comandi, misure singole e sommazioni per mezzo di selettori.** — Sono frequenti i casi in cui può essere conveniente affidare ad uno stesso ricevitore parecchi compiti (controllo delle indicazioni di diversi strumenti, totalizzazione delle indicazioni stesse) e sfruttare la linea di collegamento anche per trasmettere comandi o addirittura per comunicazioni telefoniche.

Per soddisfare a esigenze di tale natura è stato elaborato un sistema multiplo, sfruttando le risorse ed i mezzi della telefonia automatica. La fig. 15 dà lo schema di una di tali realizzazioni (si sono qui preveduti, per maggior chiarezza quattro fili di collegamento tra posto trasmettitore e posto ricevitore: all'atto pratico, e con l'artificio già descritto al § precedente essi possono essere ridotti a due).

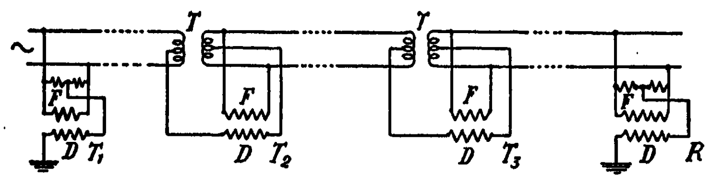


Fig. 13.

Organi caratteristici sono in questo caso i selettori (S in figura), simili nella costruzione e nel modo di funzionare a quelli ben noti sfruttati nella telefonia automatica.

Al posto di trasmissione, ad ogni posizione del selettore corrisponde una determinata combinazione dei trasmettitori T_1 T_2 T_3; a quello di ricezione la posizione selettrice è comandata da una tastiera B, la quale ha tanti bottoni di comando quanto sono le combinazioni previste per i trasmettitori; opportune lampadine di segnalazione L servono ad assicurare dell'avvenuto comando.

A servizio dei selettori sono adibite, in arrivo e in partenza due piccole batterie da 24 V ciascuna, e relais supplementari il cui scopo si chiarirà in seguito.

Si supponga ora di ricevere all'apparecchio R la segnalazione relativa ad una determinata combinazione di trasmettitori, e di voler passare ad un'altra. Basta allora premere il bottone della tastiera B corrispondente a quest'ultima perchè avvengano, nell'ordine, le seguenti operazioni.

1) Si distacca a mezzo di apposito relais la tensione alternativa di alimentazione dei circuiti di eccitazione dei trasmettitori e del ricevitore;

2) i due selettori, in partenza ed in arrivo, dalla posizione che avevano inizialmente, passano entrambi ad una posizione di riferimento che chiameremo «di partenza»;

3) il selettore del lato ricezione inizia il suo moto verso la nuova posizione da raggiungere e, ad ogni scatto successivo, invia un impulso di corrente lungo la linea L_1 L_2; ognuno di questi fa avanzare di un posto il selettore lato trasmissione, il quale segue così in perfetto sincronismo il movimento del selettore lato ricezione;

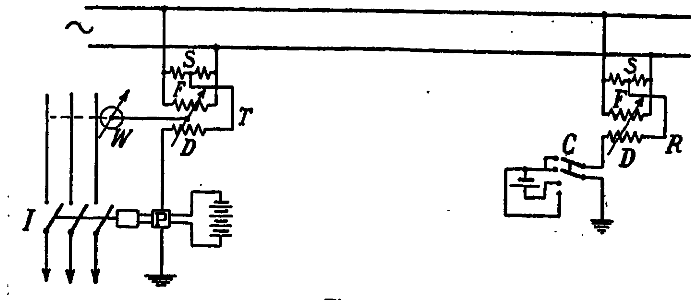


Fig. 14.

4) raggiunta da quest'ultimo la posizione corrispondente al bottone premuto, esso si ferma, ed altrettanto fa il selettore di partenza il quale inserisce quindi sulla linea M_1 M_2 la voluta combinazione dei trasmettitori;

5) viene inserita a mezzo dello stesso relais di cui in 1) la tensione alternativa di alimentazione delle eccitazioni e la trasmissione delle indicazioni ha quindi luogo per la nuova combinazione.

La durata di un ciclo completo essendo di circa $2 \div 3$ secondi, e impiegando lo strumento circa altri 2 secondi a portarsi nella posizione definitiva di equilibrio, è possibile eseguire una lettura diversa ogni $5 \div 6$ secondi.

Sono ovvii gli ulteriori sviluppi che il sistema può avere, nei riguardi delle possibilità della contemporanea trasmissione di segnali o di comunicazioni telefoniche; per non complicare lo schema, tali possibilità non sono state, in fig. 15, previste.

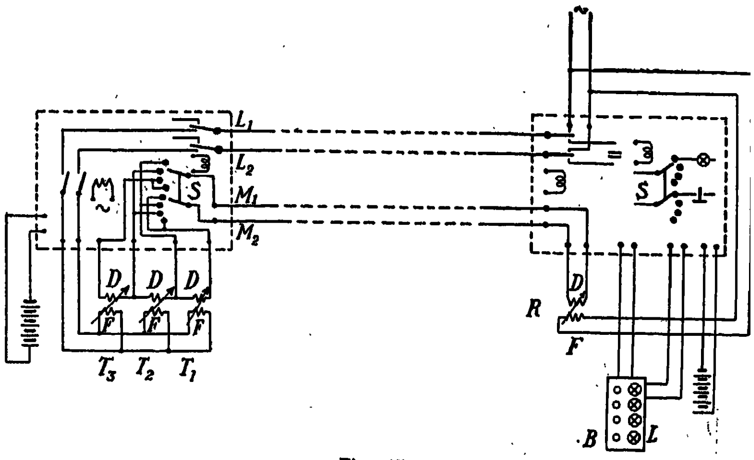


Fig. 15.

S Selettori — F Bobine di campo — D Bobine motrici — B Bottoni di comando — L Lampade di controllo — T_1, T_2, T_3 Trasmettitori — R Ricevitore.

Si noterà che è bensì vero che con schemi del genere si introducono inevitabilmente delle resistenze di contatto (quelle dei selettori) sulla costanza delle quali nel tempo, non si possono dare serie garanzie; ma tali resistenze interessano in definitiva solo i circuiti degli equipaggi mobili degli elettrodinamometri ad induzione, e si è già detto che la fedeltà della trasmissione delle indicazioni operata con strumenti del genere è indipendente dalla resistenza del collegamento.

L'elettrodinamometro ad induzione sembra presentarsi come strumento particolarmente adatto agli scopi per i quali è stato creato; esso non richiede, salvo casi speciali, sorgenti separate di energia ed ha quindi tutta la semplicità d'impiego desiderabile in impianti industriali. Il funzionamento è praticamente indipendente dalla frequenza (scarti di questo nei limiti di $\pm 10\,\%$ sono inavvertiti), e dalla tensione, nei riguardi della quale variazioni di $\pm 20 \div 30\,\%$ non producono conseguenze apprezzabili. I consumi sono piccoli: da circa $10 \div 20$ VA per i complessi indicatori da quadro (ricevitore e trasmettitore), $30 \div 40$ VA per complessi registratori, non superiori dunque a quelli dei corrispondenti strumenti di costruzione normale. [6]

[6] Un particolare ringraziamento l'A. deve alla Ditta Trüb Täuber e C. di Zurigo, Costruttrice degli apparecchi descritti, per il materiale illustrativo cortesemente fornito.

LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.

Un nuovo Stabilimento per la produzione di pali centrifugati.

E' in attività dalla metà dello scorso anno un nuovo (il terzo) Stabilimento della «Scac» di Trento, a Mortara di Pavia; non della mole di quello di Mori F. e di Torre Annunziata, ma tuttavia d'indubbia importanza, specie per i tipi di pali ch'esso più normalmente produce.

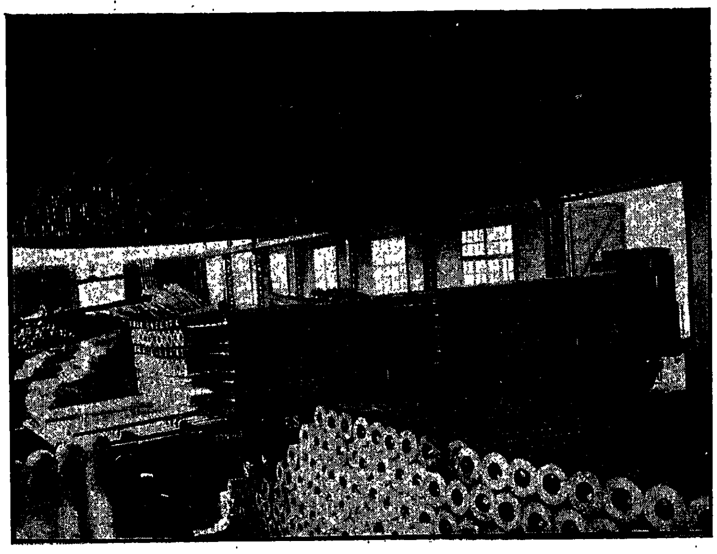


Fig. 1. — L'ala stagionatura e spedizioni dello Stabilimento SCAC di Mortara (Pavia).

Si tratta dei cosidetti «pali Scac Standard» o «Scaccoli», paletti in cemento armato centrifugato di minime dimensioni, paragonabili ai pali di legno, come lunghezze, diametri, ed impiego. Cinque o sei uomini possono portare a spalle uno Scaccolo; anche il fantasma del peso eccessivo fu così superato. Il nuovo tipo è analogo come struttura ai soliti tipi di pali «Scac», e degli stessi ha perciò in sè le caratteristiche importanti della lunga durata e del basso costo.

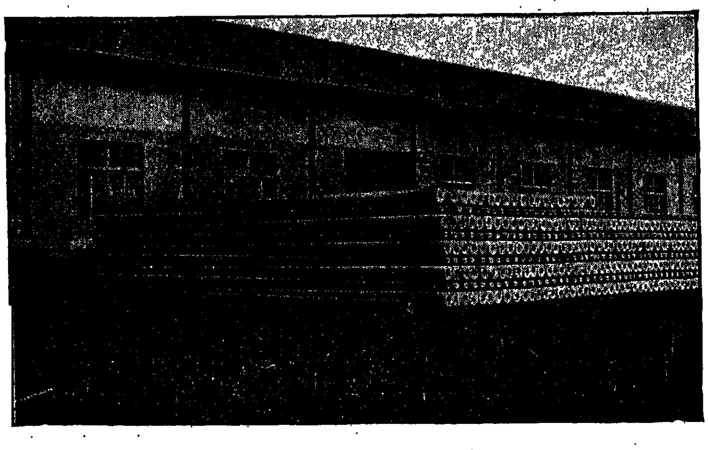


Fig. 2. — «Scaccoli» pronti per la partenza.

Era ovvio che, data la caratteristica produzione, tale cantiere sorgesse nel basso Milanese: nelle marcite e nelle risaie, nell'umidità e nelle nebbie della Lomellina, ove le palificazioni in legno sono di breve durata, e dove l'applicazione del nuovo tipo potrà essere razionalmente adottata su larga scala. Mortara è poi centrica rispetto alla Lombardia, Piemonte, Liguria, provincie con fitta rete elettrica e telegrafica, rete che avendo in parte un certo numero di anni di vita, ha bisogno di una costante e larga manutenzione.

Il nuovo Stabilimento attrezzato per produrre fino a 50 «Scaccoli» al giorno, ha una caratteristica che manca agli altri due stabilimenti citati: la mobilità. Infatti esso è stato costruito con elementi smontabili, per rendere facile il suo spostamento nel caso di richieste importanti in altre zone.

Come disposizione di macchine e delle varie fasi di lavoro, il cantiere in oggetto rappresenta la più razionale creazione del genere; gli stessi stabilimenti affini germanici e francesi non sono ad esso paragonabili. Infatti si nota sovente un esagerato sperpero di spazio, e complicate e costose costruzioni, ove con spese molto minori si può ottenere un insieme più aderente allo scopo, e più consono coi moderni criteri di organizzazione industriale, sia dal lato tecnico che economico.



Fig. 3. — Avvicinamento a picchetto.

Particolarmente curato è il rifornimento delle materie prime. Il ghiaino è tratto dalle ottime sabbie del Po; le parti più grosse vengono frantumate, sia per ottenere elementi a spigoli vivi, sia per poter graduare i granelli di sabbia secondo la curva granulometrica ideale. Notiamo a questo proposito come taluni cantieri non si preoccupino affatto di tale dettaglio, che ha importanza enorme sulla resistenza del calcestruzzo. Come cemento viene usato un tipo unico, ad alta resistenza; tipo unico ch'è garanzia di uniformità di prodotto, e che data l'alta resistenza e la forte dosatura (circa 1:3 in peso), conferisce ai pali compattezza e robustezza, caratteristiche. I tondi d'acciaio che formano l'ossatura principale, sono formati di materiale speciale; la loro distribuzione segue particolari criteri ed è strettamente legata a ragioni statiche e pratiche. Anche la distribuzione delle spirali esterne, e dell'armatura interna ai tondini segue particolari criteri, frutto di decennale attività e di continue esperienze.

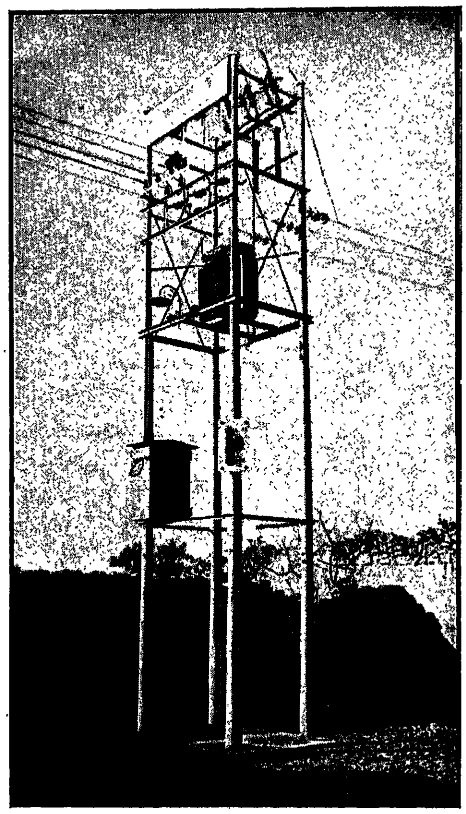


Fig. 4. — Cabina all'aperto su «Scaccoli».

Il locale stagionatura è ampio e raccordato con le FF. SS. Grue elettriche a ponte permettono la facile translazione delle forme e dei pali, il loro stivaggio, il carico sui convogli ferroviari. Un razionale impianto di bagnatura, permette di tenere in ambiente costantemente umido gli «Scaccoli», durante il periodo di stagionatura.

Le fotografie che qui uniamo illustrano più che lo Stabilimento, la produzione, dalla partenza degli «Scaccoli», alle linee elettriche eseguite con gli stessi. Leggeri sono in verità questi pali, che pure hanno l'apparenza di pilastri di pietra, che pochi uomini possono portare a spalla. Facile il loro trasporto con mezzi rotabili; sveltissimo il

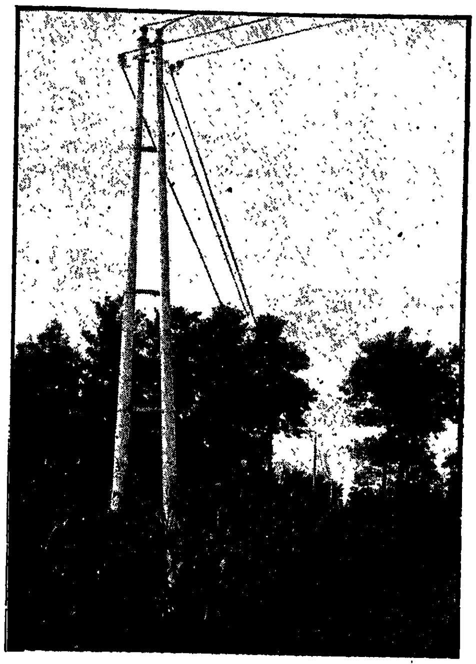


Fig. 5. — Coppia di «Scaccoli» in angolo.

rizzamento con forconi e poche funi. La fondazione è pei pali normali, nulla; basta costipare fortemente il terreno. Coppie di «Scaccoli» risolvono il problema degli angoli notevoli; e bene si prestano per la costruzione di estetiche e durature cabine da palo. Anche per piccole cabine all'aperto hanno trovato notevole impiego. E le applicazioni s'allargano per l'economicità del prodotto, e per le sue intrinseche caratteristiche, che evitano tra l'altro ogni manutenzione futura. E così

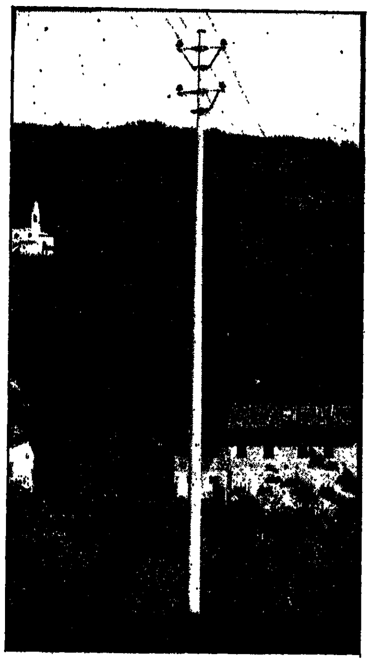


Fig. 6. — Telefonia su «Scaccoli».

vediamo gli «Scaccoli» non solo in impianti di linee elettriche e di telegrafoniche, ma anche nella costruzione di tettoie, come sostegno di pagliai, ecc.

A tale tipo di sostegno, frutto di lungo studio, e costruito con sani criteri tecnici si può preconizzare un largo avvenire, soprattutto nel campo delle palificazioni per linee a bassa e media tensione, e telegrafoniche.

SUNTI E SOMMARI

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

E. E. George — **Il comportamento dei relais di reattanza.** (Elec. Eng., marzo 1931, pag. 205-208, 3 figure).

La Tennessee Elec. Power Co. è stata la prima nel 1930, in America ad installare sulle sue linee dei relais di reattanza, che si sono poi rapidamente diffusi per le loro buone caratteristiche. Nelle particolari condizioni delle linee della Tennessee Co., avveniva che corti circuiti all'estremità di una lunga linea potevano dar luogo a correnti anche inferiori a quelle del carico normale di linea; d'altra parte lo scatto di un interruttore di una sezione di linea in caso di guasto costringe spesso le sezioni adiacenti a portare, per un minuto o più, una corrente doppia del normale. Altri tipi di protezione con relais non sono riusciti soddisfacenti e si è fatto allora ricorso ai relais di reattanza anche a preferenza di quelli a impedenza perchè atti a dare una migliore indicazione della distanza del guasto essendo indipendenti nel loro funzionamento dalla resistenza dell'arco.

I relais di reattanza si sono dimostrati opportuni sebbene abbiano dato luogo sulle prime a qualche difficoltà, fra l'altre quella di non prestarsi a periodiche verifiche con bassa tensione. Non interamente risolta sembra all'A. la questione del comportamento di questi relais nel caso di forti variazioni del fattore di potenza durante oscillazioni di carico, e anche nel caso di perdita del sincronismo di funzionamento nell'intorno del limite di stabilità.

La Tennessee Co. ha svolto un accurato programma di studio dei relais di reattanza coll'uso dell'oscillografo e di registratori di corrente di terra. L'A. accenna brevemente a tali studi. *R. S. N.*

K. Fischer — **Esperienze con condensatori a induzione.** (E. T. Z., N. 52 del 25 dicembre 1930, pag. 1765).

In trasformatori per prove ad altissima tensione la corrente a vuoto si mostra in pratica minore di quella che dovrebbe risultare dal calcolo in base alla magnetizzazione del nucleo, poichè l'avvolgimento ad alta tensione produce correnti capacitive che si trasmettono attraverso il nucleo all'avvolgimento primario. Tale diminuzione nella corrente a vuoto si può per altro calcolare con precisione, perchè l'avvolgimento di alta tensione corrisponde all'inserzione in serie di condensatori cilindrici, le cui tensioni di carica sono note.

Di qui si vede la possibilità di aumentare la capacità degli avvolgimenti in modo tale che si abbia una compensazione delle correnti in ritardo. Si hanno così dei veri e propri condensatori, che hanno la proprietà singolare che la carica può essere loro data, oltre che per l'avvolgimento, anche per mezzo di un campo magnetico.

Si possono così costruire condensatori a induzione come ordinarii trasformatori: si aggiunge poi un terzo avvolgimento, di compensazione, che si comporta elettricamente come un condensatore tra l'avvolgimento ad alta e quello a bassa. Il vantaggio di questi condensatori consiste nel fatto che gli avvolgimenti in filo smaltato si possono facilmente eseguire su macchine speciali con spesa moderata e la loro costruzione si può assimilare a quella dei trasformatori ordinari. Come dielettrico si usa l'olio, che ha dato buoni risultati. Le perdite sono date dalle perdite nel ferro, nel rame e nel dielettrico: esse si possono contenere in limiti modesti. *T. S.*

W. Marolf — **Il relais di comando Brown Boveri.** (Révue B. B., N. 2, febbraio 1931, pag. 95-98, fig. N. 5).

L'apparecchio descritto è derivato dal regolatore ad azione rapida Brown Boveri nel quale i settori mobili sono stati sostituiti con un sistema di due contatti, mentre sono rimasti invariati il sistema motore e gli elementi principali del regolatore. Il relais aziona gli organi di regolazione con l'intermediario di un contatto ben determinato dipendente unicamente dalla grandezza da regolare, in modo tale che l'esattezza della regolazione non sia influenzata dalla tensione della sorgente ausiliaria. La forza necessaria all'azionamento dei contatti è prodotta da un sistema motore Ferraris, per corrente alternata, oppure Deprez d'Arsonval, per corrente continua, identico a quello dei regolatori automatici. Alla coppia elettrica generata dal sistema motore si oppone la coppia meccanica di una molla a spirale: allorquando la grandezza regolata raggiunge il valore desiderato, le due coppie si fanno equilibrio e mantengono il relais nella sua posizione mediana. A seconda che lo comporti una o l'altra delle due coppie, il sistema mobile si sposta verso destra o verso sinistra chiudendo uno dei contatti. Questi ultimi, mediante un relais od un contattore ausiliario, azionano nel senso desiderato l'organo di regolazione. Un dispositivo collegato all'asse del sistema assicura un movimento brusco del contatto mobile, tanto all'apertura quanto alla chiusura.

Come il regolatore rapido, il relais di comando può essere utilizzato per le applicazioni più diverse. Esso conviene più specialmente come:

a) relais di tensione per corrente continua od alternata, con o senza compoundaggio e stabilizzazione;

b) relais o limitatore di corrente per corrente continua od alternata;

c) relais wattmetrico per corrente continua od alternata;
d) relais di potenza reattiva per corrente alternata;
e) relais fasometrico per corrente alternata.

L'A. riporta gli schemi coi quali, mediante l'apparecchio, si ottiene lo scopo di realizzare la regolazione della potenza di una macchina funzionante in parallelo con una rete, oppure la manovra automatica di un regolatore ad induzione. E' messa in rilievo, infine, la regolazione automatica di una resistenza idraulica in funzione della frequenza. Questa regolazione, utile nelle centrali alimentanti reti di trazione nelle quali circolano motrici a ricupero di energia, è ottenuta con l'azione combinata del relais descritto e di una dinamo tachimetrica influenzata dalla frequenza della rete. *V. D. Ma.*

CONDUTTURE.

F. SKAUPY — **Isolatori di quarzo.** (E. T. Z., N. 51, 18 dicembre 1930, pag. 1745; N. 52, 25 dicembre 1930, pag. 1768).

In sostituzione degli isolatori di porcellana, tanto diffusi, e di quelli di vetro sono stati introdotti da qualche tempo in Germania isolatori di quarzo puro ottenuti in seguito alla fusione del quarzo. Il vetro di quarzo si presenta con due aspetti diversi, l'uno trasparente e l'altro opaco: ciò dipende dal fatto che nel primo caso la sostanza vetrosa è scevra completamente di pori, mentre nel secondo è porosa specialmente alla superficie.

Mentre in un primo tempo il quarzo si poteva ricavare solo dal cristallo di rocca, ora alla preparazione del quarzo opaco si giunge dalla sabbia silicea, che contenga almeno il 99,7 % di silice, per mezzo di fusione per via elettrica. Questa si effettua con riscaldamento per resistenza: il materiale viene deposto su di un fondo di carbone o grafite e portato a fusione con correnti di bassa tensione e forte intensità. Alla massa fusa viene poi data la forma voluta mediante soffiatura per mezzo dell'aria compressa.

Per un materiale che debba essere usato per costruire isolatori si deve tener conto della resistenza specifica, della conducibilità superficiale, della rigidità dielettrica, della perdita dielettrica e della costante dielettrica. Dal confronto di queste caratteristiche per il quarzo fuso con quelle di altri materiali già usati per gli isolatori si vede che il nuovo materiale risponde meglio di ogni altro ai requisiti proprii di un buon isolatore. Anche le altre caratteristiche fisiche denotano che questo materiale può rispondere bene all'uso che di esso si deve fare negli isolatori senza contare che il quarzo fuso è assolutamente inattaccabile da tutti gli agenti atmosferici.

Esso offre poi i seguenti vantaggi: come sostanza chimicamente ben definita presenta sempre, costantemente, le stesse caratteristiche; le sue proprietà isolanti sono buone non solo a bassa temperatura, ma anche a temperatura elevata, sia pure con brusco trapasso dalle une alle altre. E' inoltre un materiale leggero, che presenta nello stesso tempo elevata resistenza alle sollecitazioni meccaniche di compressione e di trazione. La bassa costante dielettrica mantiene basse le perdite di potenza capacitiva, il che lo rende specialmente adatto per impianti ad onde corte. Per questo gli isolatori di quarzo sono particolarmente adatti per linee di trasmissione ad altissima tensione, per casi in cui debbano sopportare elevate temperature, come può essere per supporti di resistenze per forni, e finalmente come isolatori per impianti ad alta frequenza, specialmente nel campo delle onde corte.

Negli impianti per alta tensione si fanno in quarzo specialmente gli isolatori di entrata, e i passanti: per questi ultimi si usano anche isolatori di porcellana con nucleo interno in quarzo. Il quarzo fuso si usa ancora in molte svariate applicazioni, come in tubi isolanti per caldaie elettriche e persino nelle candele per automobili. Fra le applicazioni di isolatori per alte temperature, ricorderemo quelle come sostegni di resistenze, come tubi di protezione per catodi e anodi di di grandi raddrizzatori, come tubi di protezione di pirometri.

Infine nelle applicazioni per alta frequenza si usa il quarzo per costruire l'involucro delle valvole trasmittenti e per il sostegno dei catodi nelle valvole radio comuni. *T. S.*

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

M. D. ROSS — **Il raffreddamento dei turboalternatori con idrogeno.** (Elect. Eng., marzo 1931, pag. 211-214, 5 figure).

Sono note le ragioni per le quali l'idrogeno si presenta particolarmente adatto per il raffreddamento, in circuito chiuso, delle macchine elettriche. Le maggiori difficoltà si incontrano per quanto riguarda la tenuta dei manicotti di uscita dell'albero della macchina. Un soddisfacente risultato si è ottenuto coll'uso di olio sotto pressione introdotto nella zona mediana del manicotto; il velo d'olio che così si forma sull'albero impedisce efficacemente l'uscita del gas e riduce le perdite al minimo; per grosse macchine si è riconosciuto che basta rifornire circa sette metri cubi di idrogeno al giorno.

Dopo il successo del primo turboalternatore da 7500 kVA a 3600 giri costruito nel 1928, venne fatta una seconda macchina eguale nel 1930. Essa è costruita in lamiere saldate riducendo al minimo i collegamenti bullonati o chiodati; nell'insieme non si discosta però dalla costruzione delle solite macchine con raffreddamento ad aria. Due refrigeranti furono installati sopra la macchina; questa disposizione non si è riputata pericolosa per l'alternatore perchè l'esperienza eseguita coi refrigeranti a tubi in moltissime macchine ha dimostrato che non si è mai verificata rotttura di tubi o perdite di acqua.

L'alternatore in questione è ormai in funzione da sette mesi in modo soddisfacente. La ventilazione con idrogeno ha permesso di aumentare di 1,1 % il rendimento dell'alternatore al carico di 6000 kW con $\cos\varphi = 0{,}80$. Le perdite per ventilazione sono discese da 73 kW nell'aria a 7 kW nell'idrogeno. La quantità d'acqua occorrente per un carico di 9375 kW, coll'idrogeno, è circa la metà di quella necessaria col carico di 7500 kW nell'aria.

La ventilazione con idrogeno appare specialmente opportuna per le grandi macchine da 30.000 kW in su. L'A. calcola che per un turboalternatore da 100.000 kW l'aumento netto (depurato dalle spese pel gas) di introito corrispondente al miglior rendimento capitalizzato al 15 % rappresenterebbe un capitale di oltre 100.000 dollari mentre il costo della macchina potrebbe essere presso a poco eguale a quello per raffreddamento normale in aria. *R. S. N.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

C. K. LEE, H. N. BLACKMON — **Le realizzazioni tecniche del 1930 in America.** (The El. J., gennaio 1931, pag. 5-41, 95 figure).

Nell'anno testè trascorso hanno trovato notevole sviluppo gli impianti idroelettrici con la costruzione di nuove centrali. Le installazioni più importanti sono state le seguenti: 1) sul fiume Connecticut funzionano quattro turbine ad asse verticale da 39.000 kVA ciascuna accoppiate ad alternatori ad «ombrello» di tipo lento (138,5 giri al minuto), l'energia così prodotta è trasportata a 200 km di distanza a mezzo di una linea a 220 kV; 2) la centrale di Saluda nel Nord Carolina con quattro gruppi da 40.625 kVA a 138,5 giri/minuto; 3) nella centrale di Ruskin figura un nuovo gruppo da 44.000 kVA a 120 giri-minuto; nella centrale di Queenston (sul Niagara) è stato montato l'ultimo alternatore da 55.000 kVA.

A Pittsburgh nella centrale termica Reed sono montate delle griglie mobili inclinate capaci di bruciare 22 tonnellate di carbone fossile all'ora, le murature del focolare sono protette tutt'intorno mediante tubi d'acqua. Le caldaie Stirling relative hanno una produzione oraria di 160 tonn. di vapore; una di queste caldaie può alimentare una turbina da 60.000 kW e richiede per il suo esercizio solo tre uomini.

La potenza dei turboalternatori veloci (3600 giri/1') è stata portata fino a 15.000 kW con un risparmio del 35 % nel peso rispetto al tipo di eguale potenza a 1800 giri/1'; il raffreddamento dell'alternatore è assicurato con due ventilatori ad elica a quattro pale montati ai due estremi del rotor; la ventilazione risulta perciò assiale; l'eccitatrice ha una potenza di 90 kW cioè il 0,5 % della potenza prodotta.

Il raffreddamento ad idrogeno ha trovato una pratica applicazione in due motori sincroni da 15.000 kVA installati all'aperto; i motori sono completamente chiusi, compresi i sopporti. Gli anelli e i sopporti sono però ispezionabili dall'esterno attraverso a finestrelle a vetri; l'idrogeno nell'interno della macchina è tenuto ad una pressione un po' maggiore di quella esterna in modo da impedire il suo inquinamento da parte dell'aria ambiente. Nella costruzione dei trasformatori si preferisce ancora il cassone a pianta quadrata che, sebbene meno resistente di quello cilindrico alla pressione dell'olio, richiede una minore quantità di olio per il riempimento. L'ultimo tipo di regolatore di tensione ad induzione di grande potenza è stato completamente immerso in olio compreso il motorino che comanda la rotazione del rotor.

I quadri di comando delle sottostazioni all'aperto sono completamente chiusi in cassoni metallici che li preservano dagli agenti atmosferici; le garanzie di sicurezza offerte da questo tipo di quadro sono tali da permetterne l'impiego anche in impianti a 33 kV; le sbarre e gli apparecchi sotto tensione sono allora immersi in olio. Un tipo di interruttore che acquista sempre più favore presso i tecnici è il «Deion» attualmente costruito anche con immersione in olio quando la tensione supera i 35 kV (fino a 230 kV). Le ricerche sperimentali su questi interruttori sono state possibili grazie all'installazione di un alternatore da 40.000 kVA e di uno da 60.000 kVA studiati in modo da realizzare per breve tempo in condizioni di corto circuito una potenza totale di un milione di kVA (1/3 della potenza complessiva di tutte le centrali esistenti sulle cascate del Niagara).

L'elettrificazione delle ferrovie si estende sempre più anche per l'adozione di nuovi tipi di locomotori elettrici molto potenti (fino a 2750 kW su tre assi) e capaci di sviluppare una velocità di 150 km/h. Sulle ferrovie non elettrificate si adoperano anche locomotori Diesel elettrici della potenza di 590 kW suddivisa fra due motori Diesel accoppiati con le rispettive dinamo; la velocità molto elevata (fino a 900 giri/1') dei motori garantisce al locomotore un peso abbastanza basso. Sulle linee tramviarie interurbane circolano delle vetture elettriche equipaggiate con quattro motori da 75 kW, la velocità massima di tali vetture è risultata di 150 km/ora.

Si è introdotta la lavorazione del ferro pudellato mediante presse elettriche; in un recente impianto vi è una pressa da 900 tonn. che esercita una pressione di circa 75 kg/cm² espellendo tutte le scorie; la pressa è comandata da un motore a corrente continua da 1550 kW, reversibile; successivamente il ferro viene lavorato al laminatoio. In un impianto recente i due cilindri di un laminatoio sono comandati da due motori elettrici indipendenti di tipo lento (40 giri/1') della potenza di 3680 kW; il progetto di questi motori è stato particolarmente difficile perchè si è voluto ridurre al minimo il loro diametro; la cop-

più massima sull'albero è risultata di 550.000 kgm. Altre lavorazioni del ferro che si compiono con l'energia elettrica sono la saldatura all'arco di strutture anche molto complesse (quali sono le costruzioni in ferro a più piani), e la nitrazione dell'acciaio; quest'ultimo processo realizza un indurimento superficiale dei pezzi di acciaio per semplice immersione in un'atmosfera di ammoniaca compressa e riscaldata a 550° C in un forno elettrico.

La massima velocità raggiunta con gli ascensori è stata di 4,5 m/sec, sei di questi ascensori sono montati in un grattacielo di Cincinnati. Più frequenti sono le installazioni di ascensori con velocità comprese fra 3,5 e 4 m/sec; i montacarichi per le automobili adatti per i garages a più piani hanno di solito una velocità di 2,5 m/sec con una capacità di sollevamento di 4500 kg. *I. L.*

MACCHINE A COLLETTORE.

R. Hofmann - **Il calcolo dei motori a corrente continua dal punto di vista economico.** (E.u. M., N. 5, 1 febbraio 1931, pag. 81-85, fig. N. 1).

L'A. espone un metodo generale per determinare come devono essere dimensionati il ferro ed il rame di un motore a corrente continua per ridurre al minimo il costo dei materiali attivi della macchina. La ricerca presuppone noti i dati elettrici fondamentali, il tipo di costruzione e lo scopo a cui il motore è destinato. Sulla scorta di questi elementi, l'A. determina dapprima il valore più conveniente per l'induzione nello statore per un determinato flusso Φ ed, in seguito, calcola il flusso più adatto, tenuto conto dei valori dell'induzione sopra calcolati.

A quest'ultimo flusso, corrisponde, naturalmente, un'altra induzione ottima e, quindi, il calcolo dev'essere ripetuto. L'esperienza dimostra, tuttavia che tale ripetizione non è sempre necessaria.

Un esempio illustra come può essere condotto in pratica il calcolo. *V. D. Ma.*

M. Kostenko - D. Sawalischin — **Diagramma circolare teorico e sperimentale della macchina polifase a collettore secondo il metodo del "trasformatore generico".** (E. u. M., N. 6, 8 febbraio 1931, pag. 101-107, fig. N. 9).

Gli AA. espongono un metodo semplice per costruire il diagramma circolare delle macchine polifasi a collettore, nelle loro forme più svariate con cui possono peresentarsi nel campo delle applicazioni elettrotecniche. La deduzione degli elementi per costruire tale diagramma non richiede che la conoscenza dei dati principali del motore ed è basata sull'impiego dello schema equivalente del trasformatore nella sua forma più generale. Il metodo è applicato in alcuni esempi ed i diagrammi ottenuti sono stati messi a confronto con quelli ricavati per via sperimentale. *V. D. Ma.*

MISURE.

H. Jenss - **Sulla misura di alte tensioni col ponte di Schering.** (E.T.Z., N. 1, del 1° gennaio 1931, pag. 7).

Per le misure delle perdite e della costante dielettrica di materiali isolanti si ricorre in generale a uno schema a ponte: per alte tensioni ...orre specialmente al ponte di Schering. L'A. mostra come sia possi ri... isurare direttamente l'alta tensione nel ponte, durante la compsibile m... senza impedire la misura dell'angolo e della capacità. Uno pensazione, ...ato è costituito dalla resistenza complessa del condendei lati del pon... ...e si può rappresentare con una pura capacità ...tore da misurare, che... ...za. Nel secondo lato è inserito un condensa-...serie con una resisten... ...ione, nel terzo lato una resistenza pura e ...normale per alta tens... ...a pura in parallelo con una capacità. Nel lato ... lato un a resistenz... ...tore normale, viene posto in serie con questo un ...tiene il condensa... ...sione: in tal modo l'alta tensione viene suddivisa in mod... ...atore di preci... ...pacitivo e si può misurare la tensione parziale di questo condensator... di precisione con un voltmetro elettrostatico. ... ...l ponte non è equilibrato, si trova prima del galvanometro Quando ... resistenza di protezione: quando però il ponte è compenuna elevata ... sato, non passa corrente nel galvanometro: perciò la metà destra del ponte non può influenzar... ...a sinistra e le tensioni nella metà sinistra possono essere calcolate come se il galvanometro non fosse inserito. *T. S.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

W. V. Gorton - - **La correzione del fattore di potenza nell'industria della calce.** (The El. J., gennaio 1931, pag. 42-45, 5 figure).

I motori elettrici usati in questa industria sono sempre di potenza maggiore di quella che sarebbe strettamente necessaria, perchè il diagramma di carico delle macchine operatrici presenta delle forti irregolarità. Si valuta che il fattore di potenza medio che si otterrebbe con dei motori asincroni normali sarebbe compreso fra 0,45 e 0,65; da ciò la necessità di provvedere al rifasamento dell'impianto. I motori sincroni possono servire per rifasare il carico e per produrre anche dell'energia meccanica, il loro costo è però maggiore di quello dei motori asincroni di pari potenza. I condensatori realizzano soltanto il primo scopo ma in compenso costano meno. La correzione del fattore di potenza di solito si limta ad elevarne il valore fino a 0,95; questo criterio venne seguito nello studiare il rifasamento dell'impianto elettrico di una fabbrica di calce che consumava 121.000 kWh al mese con un cos φ medio di 0,6. Per elevare il fattore di potenza fino a 0,95 erano necessari 122.461 kVAh al mese in anticipo che vennero prodotti nel seguente modo: 1) sostituendo un motore asincrono che funzionava per lunghi intervalli a vuoto con un motore sincrono capace di fare lo stesso servizio e di produrre 17.875 kVAh in anticipo; 2) applicando alla rete in servizio continuo un gruppo di condensatori della potenza di 90 kVA in modo da realizzare 64.800 kVAh c. s.; 3) installando un altro gruppo di condensatori della potenza di 150 kVA in servizio intermittente in un altro punto dell'impianto così da ottenere un carico reattivo di 41.250 kVAh. Complessivamente il carico reattivo realizzato nell'impianto è stato di 123.925 kVAh cioè maggiore di quello strettamente necessario. La spesa d'impianto del nuovo macchinario è stata coperta per l'80 % in un anno col risparmio di acquisto dell'energia con cos φ = 0,95 rispetto al prezzo applicabile con cos φ = 0,6. Analoghi risultati soddisfacenti confermarono la bontà del sistema anche in altre fabbriche di calce della stessa regione (a sud del lago Erie nell'Ohio). *I. L.*

F. G. Clark — **Che fare della potenza in eccesso?** (Elec. Eng., marzo 1931, pag. 197-203, 5 figure).

L'A. prende in considerazione la possibilità di realizzare un migliore fattore di carico degli impianti elettrici mediante la vendita di energia a prezzi molto bassi nelle ore di basso carico distribuendola con legge variabile nel tempo secondo le necessità del diagramma complessivo di carico. L'idea, che all'A. sembra molto nuova, è svolta con ampiezza di dati riferentisi esclusivamente agli impianti termoelettrici e alle condizioni degli Stati Uniti dove vi sono attualmente installati 30 milioni di kW con una produzione annua di 60 miliardi di kWh, ed è prevista pel 1940 una potenza di 45 milioni di kW con 100 miliardi di kWh annui.

L'A. ritiene che col suo metodo sia possibile aumentare del 30 per cento la produzione annua, ciò che corrisponde a 18 miliardi di kWh nel 1930 e a 30 miliardi nel 1940.

Si comprende che ciò migliorerebbe assai le condizioni di esercizio degli impianti termoelettrici e renderebbe possibile e conveniente l'introduzione di tutti perfezionamenti costruttivi atti a ridurre i consumi di combustibile contribuendo così ad una riduzione generale dei costi di produzione. Assunti certi dati di costo e di esercizio dimostra come il prezzo dell'energia di supero potrebbe essere bassissimo invogliando così nuovi utenti.

Questi potrebbero essere costituiti essenzialmente dalle industrie elettrochimiche ed elettrometallurgiche e l'A. si diffonde ad illustrare parecchie industrie elettrochimiche che potrebbero essere rese molto convenienti dalla disponibilità di forti quantitativi di energia a bassissimo prezzo. Coi 18 miliardi di kWh supposti disponibili si potrebbero produrre 1.200.000 tonnellate di ammoniaca sintetica contenente un milione di tonnellate di azoto. Altre importantissime applicazioni potrebbero essere l'idrogenazione dei combustibili, le industrie degli alcali, ecc. *R. S. N.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

W. Dürler — **Innovazioni e migliorie negli impianti elettrici della Ferrovia Coira-Arosa.** (Svizzera) (El. Bahnen, N. 1, gennaio 1931, pag. 16-27, fig. N. 16).

Esposte le caratteristiche generali della ferrovia, che fu la prima elettrificata in Europa con corrente continua a 2000 V, l'A. descrive le migliorie introdotte agli impianti fissi ed al materiale mobile e riassume i risultati di esercizio della ferrovia stessa.

All'atto della messa in esercizio, avvenuta nel 1914, l'energia necessaria per l'alimentazione della linea veniva fornita dalla centrale di Lüen nella quale era installato un gruppo turbina-alternatore da 520 kW ed un gruppo convertitore, motore-dinamo, della stessa potenza. La linea di contatto era ed è tuttora a sospensione semplice, tranne che ad Arosa e lungo un viadotto, ove è stata impiegata la sospensione longitudinale. Le automotrici, entrate in servizio, prima dello scorso anno, sono 5 delle quali 4 ordinate nel 1914 e la quinta nel 1925. Ciascuna motrice ha una potenza oraria, riferita agli alberi del 4 motori di trazione, di 295 kW.

Dopo qualche tempo, a causa dell'incremento costante di traffico, venne decisa e realizzata l'installazione a Langwies di un complesso con raddrizzatore a vapore di mercurio da 650 kW destinato ad integrare l'alimentazione della centrale di Lüen. Per fornire l'energia alla nuova sottostazione, venne costruita un'apposita linea trifase a 10.000 V, 50 per/sec, della lunghezza di 8.4 km, con palificazione in ferri profilati e conduttori in fune di bronzo da 65 mm² di sezione. Gli equipaggiamenti delle 5 motrici da 295 kW subirono qualche ritocco, particolarmente in quanto riguarda l'alimentazione dei servizi ausiliari e l'impianto di riscaldamento. I circuiti ausiliari furono alimentati in un primo tempo con un gruppo convertitore da 40 kW, che coll'aumentare del peso dei treni, si dimostrò insufficiente a fornire tutta l'energia necessaria al riscaldamento di tutte le vetture e diede luogo ad inconvenienti a causa della soverchia sensibilità alle variazioni di tensione. In seguito, l'impianto di riscaldamento venne modificato e reso adatto per alimentazione diretta dal filo di contatto. Il gruppo di 40 kW venne sostituito con un altro da 72 kW e 300 V e

2000 giri/min. Quest'ultimo, costruito con eccitatrice ausiliaria, non presentò più i difetti del gruppo precedente, e si dimostrò immune da vibrazioni e difficoltà di commutazione. L'alimentazione dell'impianto di riscaldamento a 2000 V venne realizzata accoppiando convenientemente in serie le scaldiglie da 600 a 800 W ed installando gli opportuni apparecchi di protezione e di manovra. Anche i controller principali delle 5 motrici vennero migliorati e resi adatti per funzionamento anche alle tensioni più elevate che si possono verificare nel servizio a ricupero della motrice N. 6, entrata in servizio durante lo scorso anno. Quest'ultima ha una potenza oraria di 386 kW e presenta, rispetto alle altri cinque automotrici, delle migliorie per quanto riguarda gli organi di presa della corrente, l'interruttore principale, il controller centrale. Essa è provvista dei necessari dispositivi atti a realizzare il ricupero nelle discese. Il ricupero è ottenuto in modo semplice, senza l'impiego di accitatrici ausiliarie, facendo funzionare nelle discese i motori, eccitati in serie, come generatrici eccitate in derivazione, in modo analogo a quanto è fatto per le motrici della tranvia Biella-Oropa.

L'A. conclude mettendo in rilievo i risultati di esercizio per la linea di trasporto ad alta tensione, l'impianto di conversione con raddrizzatore a vapore di mercurio, la linea di contatto e le automotrici.

V. D. Ma.

C. GLOEDEN — **Locomotive elettriche per il rimorchio dei vagoni d'estinzione nei forni a coke.** (A. E. G. Mitteilungen, settembre 1930, pag. 601).

Le locomotive elettriche sono ora di uso quasi esclusivo nelle grandi officine di coke e l'A. ne descrive alcuni tipi. Sono generalmente a due assi, a scartamento normale, del peso da 15 a 17 tonn. e hanno una cabina di comando sopraelevata per permettere un buon campo visivo al conduttore. Sono generalmente equipaggiate con un moto compressore d'aria largamente dimensionato che serve per i freni e per il meccanismo di scarico, e sono alimentate per la maggior parte, a corrente trifase; ciò che è reso particolarmente facile per quanto riguarda la linea di contatto, dal fatto che le linee sono generalmente diritte e senza attraversamenti.

I motori sono in generale del tipo per grue; la trasmissione può essere di due tipi. Nel primo il motore è sospeso sopra gli assi e comanda per mezzo di un doppio treno d'ingranaggi un albero secondario accoppiato agli assi per mezzo di bielle d'accoppiamento; nel secondo, più usato, il motore è montato col doppio treno di ingranaggi su un telaio oscillante sospeso da un parte per mezzo di molle e appoggiantesi dall'altra parte sull'asse motore Questo secondo sistema offre il vantaggio di un facile montaggio e smontaggio del motore. Le potenze generalmente usate vanno da 40 a 75 kW per locomotiva.

A. Bs.

M. BATORI — **Elettrificazione della linea Genova-Spezia.** (Riv. Tec. F. I., gennaio 1931, pag. 1-15, fig. 14 più 2 tav. fuori testo).

L'elettrificazione della linea, lunga 87 km, è stata effettuata col sistema trifase a 16 2/3 periodi e 3700 V. Si hanno quattro sottostazioni: Genova Terralba, Sestri Levante, Levanto, Spezia; per alimentarle è stato costruito un nuovo tronco della rete primaria F. S. a 60 kV, 16 2/3 periodi, che parte con due terne da Busalla, attraversa l'Appennino e termina sulle sbarre della sottostazione di Sestri; da queste si staccano due terne fino alla sottostazione di Spezia.

La sottostazione di Terralba è alimentata con due cavi a 30 kV da Sampierdarena, e con una derivazione diretta a 60 kV dalla primaria; i due gruppi di trasformatori monofasi da 4500 kVA 30.000-4000 V e il gruppo 60.000/4000 V possono alimentare separatamente o in parallelo le sbarre omnibus. Data la forte distanza, 41 km, fino alla prossima sottostazione di Sestri, per ridurre la caduta di tensione lungo la linea di contatto, è stato installato un feeder composto di tre cavi unipolari, fino a Recco; anologo feeder va da Sestri a Rapallo.

La sottostazione di Sestri è del tipo in serie, con tre gruppi di monofasi 60.000/4000 V, per totali 6750 kVA. Per diminuire la caduta di tensione nel tratto Sestri-Spezia, sono stati installati a Levanto due sincroni regolatori a funzionamento automatico. Quando la tensione di linea scende sotto i 3300 V un voltmetro a contatti inserisce un relais termico, che dopo un certo tempo provoca la messa in tensione, dei circuiti di comando, alimentati da un trasformatore 3300/220 V. Si chiudono di conseguenza in un primo tempo gli interruttori di un autotrasformatore, attraverso cui il sincrono viene avviato come asincrono a tensione ridotta; a sincronismo raggiunto si chiude il circuito di eccitazione, si aprono gli interrutori dell'autotrasformatore e si chiude quello di lavoro.

Un altro relais termico comanda l'entrata in parallelo della seconda macchina quando la corrente nella prima supera il valore normale; opportuni relais disinseriscono le due unità nel caso di eccezionali abbassamenti di tensione o di forti sovracorrenti.

La sottostazione di Spezia è del tipo in serie, con una potenza totale di 4500 kVA in due gruppi; oltre alle due terne provenienti da Sestri se ne hanno due di collegamento con la rete F. S. tosco-emiliana e due partenti dalla centrale di Ligonchio dell'Adamello. Le varie linee possono funzionare in parallelo, od alimentare separatamente i due gruppi di trasformatori; con un by-pass è possibile mantenere il parallelo delle primarie anche escludendo la sottostazione, come nell'analoga sottostazione di Sestri.

S. S.

CRONACA

CONDUTTURE.

Un cavo per 75.000 V con riempimento d'olio è ampiamente descritto da Nuezel in *E. W.* (13 dicembre 1930, pagg. 1088-1092 e 17 figure). Ciascun conduttore ha una sezione di 245 mm^2 ed è isolato da uno spessore di 10,3 mm di carta la cui densità è graduata procedendo dal conduttore a uno schermo elettrostatico. Ogni metro di cavo contiene circa 4 litri di olio. Dopo la posa del cavo, questo è stato messo per tre volte in pressione per mezzo di CO_2 ed ogni volta è stato sottoposto al trattamento a vuoto, dopodichè si è proceduto all'introduzione dell'olio degassificato. A ciascuna estremità è stato posto un serbatoio d'olio di circa 40 litri.

G. Cc.

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

Riprenderanno il giorno 5 novembre prossimo, presso l'Istituto Radiotecnico - Milano, via Cappuccio, 2, i *Corsi serali di specializzazione Premilitare per Radiotelegrafisti del Regio Esercito.* Vi sono ammessi regolarmente i giovani appartenenti alle classi di leva 1912 e 1913 che siano in possesso di licenza di Scuola media inferiore o equivalente. Sono pure ammessi ad un Corso accelerato di mesi 3 i giovani della Classe 1911. Gli appartenenti alle classi 1914 e 1915 sono ammessi come uditori.

Presso lo stesso Istituto riprenderanno il 20 novembre i Corsi Pre Aeronautici per *Radiotelegrafisti, Radioaereologisti,* ed *Elettricisti* appartenenti alle Classi di leva 1913-1914-1915 che posseggano la licenza complementare o equivalente per le prime due Categorie e la promozione alla Sesta Elementare per le categorie Elettricisti.

Chiedere schiarimenti e programmi in Via Cappuccio, 2.

Necrologio

I giornali quotidiani hanno già diffuso in tutto il mondo la dolorosa notizia della morte di

THOMAS ALVA EDISON

avvenuta il 20 corrente.

La scomparsa del grande inventore è una perdita gravissima per la tecnica ed è causa di profondo rimpianto non soltanto in America, ma indubbiamente, in tutto il mondo civile.

Ciò che il progresso umano deve ad Edison non potrà essere dimenticato. Le rare doti di genialità, di tenacia, di abilità che Lo distinguevano hanno costituito l'ammirazione di tutta la sua generazione, in Italia, non meno che negli altri paesi.

La Presidenza Generale ha inviato alla American Institution of Electrical Engineers il seguente telegramma:

« La notizia della morte di T. A. Edison, benchè purtroppo prevista ha dolorosamente colpito l'intero mondo civile; ma ha rattristato [illegible] modo particolare coloro che per l'indole dei loro studi potevano [illegible] valutare tutta la somma di geniale lavoro compiuto dal gra[illegible] tore, la mole delle enormi difficoltà così spesso supera[illegible]pletalento d'organizzazione, il fine senso pratico, la [illegible]ribile dell'ingegno che lo ha condotto a tante felici s[illegible]blemi che sembravano insolubili, e che hanno giustam[illegible]olare il suo nome. Gli elettrotecnici italiani presentano [illegible]mosse condoglianze alla Famiglia Edison ed ai colleg[illegible]erican Institution of Electrical Engineers.

Presidente della Asso[illegible]ettrotecnica Italiana »

L'A.E.I. non mancherà di asso[illegible] celebrazioni del [illegible] scomparso, commemorando degnamente il [illegible]de e popolar[illegible]

ATTIVITÀ DELLE S[illegible]ZIONI

SEZIONE DI FIRENZE (Via delle B[illegible] Donne, 9).

14 Ottobre - ore 21,30. — FRANCESCHINI In[illegible] Renzo: « Segnali e scandagli sonori sotto il mare ».

24 Ottobre - ore 15,30. — Visita alla Sta[illegible]one Radio di Firenze della E.I.A.R.

SEZIONE DI TRIESTE (Via Mazzi[illegible] 30).

5 Novembre - ore 21. — Nella Sala [illegible]ssima del Circolo Artistico, inaugurazione dell'anno accademico con una conferenza del Sen. Prof. Antonio GARBASSO su: « Il ce[illegible]enario della scoperta del principio della induzione elettromagnet[illegible]a ».

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.*

(I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane S[illegible]UCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 5 Novembre 1931 - ANNO X N. 31

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA S. PAOLO, 10 - MILANO (103) - TELEFONI N. 13-713 - 82-086

COMITATO DIRETTIVO: A. BARBAGELATA, DIRETTORE DELLA RIVISTA - U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

REDAZIONE: R. SAN NICOLO', REDATTORE CAPO - F. NERI - G. SILVA, REDATTORI - M. BOELLA - P. LOMBARDI, COLLABORATORI ORDINARI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI
GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.
I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

I lavori della XXXVI Riunione.

Pubblichiamo in questo numero la Cronaca della Riunione di Perugia. I soci che non hanno potuto intervenire avranno così modo di rendersi conto della intensa attività che ha tenuto occupate le giornate dei congressisti e di farsi una idea della importanza tecnica e scientifica dei lavori che sono stati svolti durante le sedute.

Le discussioni, di cui nella Cronaca viene appena fatto cenno, saranno invece, come è noto, riportate per esteso nel volume dei Rendiconti che sarà pubblicato con la maggior sollecitudine possibile. Esse hanno avuto quest'anno una ampiezza ed una profondità anche maggiori che nelle precedenti riunioni, in modo che molti degli argomenti svolti nelle relazioni, sono stati poi trattati a fondo a viva voce in ampi e interessantissimi scambi di idee fra i colleghi particolarmente competenti.

Ciò conferirà un singolare pregio al volume dei Rendiconti, il quale, colle relazioni e le discussioni riunite, costituirà una fonte di notizie aggiornatissime ed un'opera di riferimento della maggiore attualità sui molteplici argomenti che riguardano le cabine di trasformazione. Una tale pubblicazione non dovrebbe mancare nella biblioteca di nessun elettrotecnico e meno che mai di un socio della A. E. I. Non sarà mai ripetuto abbastanza che i soci i quali si limitano all'abbonamento al giornale, e non acquistano i volumi dei Rendiconti delle riunioni annuali, vengono ad avere soltanto una visione incompleta dell'attività tecnica della Associazione e si privano di una parte molto importante di essa

Quest'anno poi, come è stato annunciato nella Assemblea Generale, la Presidenza ha deciso di agevolare il più possibile ai soci l'acquisto del volume dei Rendiconti della XXXVI Riunione riducendone il prezzo (anche a costo di qualche sacrificio da parte dell'Associazione) ad un limite notevolmente inferiore a quello dei precedenti volumi. Questa deliberazione è stata presa nella convinzione che i soci rispondano numerosi all'invito approfittando della facilitazione che, in caso contrario, potrebbe tradursi in un forte onere per la A. E. I.

Rinnoviamo quindi ai Soci l'invito di prenotarsi con sollecitudine per l'acquisto dei Rendiconti affinchè sia possibile farsi una idea del numero di copie da esitare e fissare quindi il prezzo al più basso livello conveniente. La diligenza di ciascuno andrà così a beneficio di tutti.

Mezzi di trasporto collettivi.

Le difficili condizioni dei traffici urbani e suburbani, e la crescente concorrenza mossa dall'automobilismo alle tranvie ed anche alle ferrovie, hanno reso di grande attualità la questione del mezzo più conveniente e più idoneo per i trasporti di masse di persone. La disputa, che coinvolge elementi tecnici ed economici, è stata finora quasi esclusivamente limitata fra autovetture e tramvie; ma di recente, quasi inavvertitamente, un terzo concorrente si è introdotto e tende ad affermarsi contro gli altri due; accenniamo alle filovie, le quali già impiegate qualche decennio or sono e successivamente abbandonate, si presentano oggi rinnovate tecnicamente ed hanno trovato, specialmente all'estero, larga accoglienza.

Opportuno torna dunque l'articolo che pubblichiamo dell'Ing. PIAZZA il quale illustra i pregi di questo mezzo di trasporto che comincia anche da noi ad affermarsi.

LA REDAZIONE.

LA FILOVIA COME MEZZO DI TRASPORTO PER LE MASSE

E. M. PIAZZA

L'A., dopo un cenno sommario degli sviluppi delle filovie sperimentali d'ante-guerra, tratta delle moderne filovie dando ampi dati di traffico, specialmente in America e Inghilterra. Discute del campo d'applicazione delle filovie trattando anche il lato economico della questione. Passa poi a descrivere le filovie dal punto di vista tecnico (equipaggiamenti, parte meccanica e linee di contatto) e accenna ad alcuni impianti moderni in Italia.

Generalità.

La filovia, per la quale oggi, anche in Italia, si comincia a mostrare molto interessamento, non è affatto una novità; anzi, le prime applicazioni filoviarie sono più vecchie di quanto comunemente si creda e risalgono a circa 40 anni fa.

L'idea di un veicolo a trazione elettrica, alimentato da una doppia linea di contatto, ma non legato ad una rotaia, come un tram, è dovuta ad un tedesco, l'Ing. Max Schieman, e la prima filovia fu installata nel 1891, nella Biellatal, vicino a Königstein, in Germania.

Dal 1900 al 1915 si hanno numerose applicazioni in Germania e Austria, poi in Italia, in Francia, in Inghilterra, in Asia, ecc., praticamente in ogni parte del mondo, salvo l'America. Negli Stati Uniti le prime filovie compaiono subito dopo la guerra, dal 1921 al 1924, ma dopo uno o due anni di vita stentata, scompaiono salvo poche eccezioni. In Inghilterra le filovie segnano una certa ripresa durante la guerra, con veicoli di tipo antiquato, ma i cui risultati economici di servizio giustificavano la crescente diffusione di questo mezzo di trasporto.

Un elenco, del resto incompleto, delle filovie italiane, è il seguente:

Gallarate-Samarate, Ivrea-Cuorgnè, Vicenza, Marostica (Vicenza), Pirano, Arezzo, Aquila, Cuneo, Alba, Siena, Spezia-Varignano, Desenzano.

Tutti questi impianti furono fatti nella prima decade del secolo, e ben pochi ne sopravvivono oggi. Le filovie attualmente in servizio sono: l'Ivrea-Cuorgnè, Alba, Vicenza, Cuneo e Desenzano.

Notiamo incidentalmente che, salvo l'Ivrea-Cuorgnè e Alba, le altre filovie italiane attualmente in servizio, hanno rinnovato il materiale mobile, o l'hanno in via di rinnovamento.

Nel febbraio di quest'anno è entrata in funzione un linea veramente moderna, sia per il materiale mobile, che per quello di linea, la Ponte del Gatto-Cavoretto, dell'Azienda Tranvie Municipali di Torino. Di questa linea, parleremo dettagliatamente in seguito.

Tornando più precisamente in argomento, dobbiamo rilevare che non solo da noi, ma dappertutto, le prime installazioni filoviarie, anteriori, grosso modo, al periodo della guerra, erano in fin dei conti allo stato sperimentale, ed infatti più o meno, sono state soppiantate da altri mezzi di trasporto. Quelle poche che hanno resistito lo devono a condizioni particolari di esercizio ed a ragioni affatto estranee.

L'idea di un veicolo elettrico che si movesse non su rotaie, era evidentemente ancora prematura; le apparecchiature, i motori, e la costruzione meccanica erano inadeguate allo scopo, e troppe le manchevolezze di funzionamento.

Non ultima causa dell'abolizione di molte linee è stata anche la cattiva manutenzione del fondo stradale, sul quale le linee erano esercitate, per il rapido deterioramento del materiale mobile, che ne seguiva.

Sviluppi recenti.

E' dal 1927-28 che si riscontra un risveglio ed uno sviluppo tanto notevole, quanto improvviso, delle applicazioni filoviarie.

Molte cose erano cambiate dai tempi delle prime filovie; lo sviluppo delle costruzioni automobilistiche degli ultimi anni aveva fatto progredire di pari passo la tecnica della costruzione, non solo dei motori, ma anche delle parti meccaniche; le gomme piene avevano già fatto il loro tempo in Inghilterra ed in America, ed i pneumatici erano subentrati nell'uso comune per questo genere di vetture. Anche le condizioni del fondo stradale erano radicalmente migliorate, coll'adozione delle cosidette pavimentazioni permanenti.

Le esigenze del pubblico, per un maggior confort e per la sicurezza del servizio, potevano dirsi soddisfatte dalle carrozzerie e dalle costruzioni automobilistiche sul mercato. Erano quindi maturate quelle condizioni per le quali si poteva con successo risollevare la questione del veicolo filoviario quale mezzo di trasporto per le masse.

Toccava ora ai costruttori degli equipaggiamenti elettrici entrare nel campo filoviario con apparecchiature e motori specialmente progettati per i veicoli filoviari, mentre i costruttori della parte meccanica mettevano a disposizione quel che di meglio poteva offrire, per chassis e carrozzerie, la tecnica automobilistica.

Così, in Inghilterra prima, negli Stati Uniti dopo poco, abbiamo i primi impianti filoviari moderni.

Dalla tabella 1ª si può avere un'idea dello sviluppo delle filovie inglesi, dai vecchi impianti del tempo della guerra e dell'immediato dopo guerra, ai più recenti.

In parecchie località, oltre alla sostituzione dei tram o degli autobus, le filovie sono impiegate per estendere il servizio nei quartieri che precedentemente non erano serviti da alcun sistema di trasporto.

Questa osservazione è interessante specialmente a confronto con quanto è avvenuto o avviene in Italia, come vedremo in seguito.

Per gli Stati Uniti presentiamo invece il grafico di fig. 1 che porta anno per anno il numero di vetture filoviarie in servizio. Al 1° luglio 1931 le vetture in servizio erano 188 ed i 113 km di linee erano eserciti da dodici Compagnie. Il più importante sistema, non solo degli Stati Uniti ma anche del mondo, è quello di Chicago, con 114 vetture in servizio al 1° luglio 1931.

In Europa i sistemi più importanti sono quelli inglesi di Walverhampton con 82 vetture, Bradford con 70, Londra con 60, Hastings con 58, Ipswich con 44, Rotherham con 36, Darlington con 32, West Hartlepool con 31 ed altri minori.

Però il 2° e 3° posto nel mondo sono tenuti da Singapore con 105 vetture e Shanghai con 99.

Tornando agli Stati Uniti, il grafico di fig. 1 indica chiaramente lo sviluppo ed il regresso delle prime applicazioni filoviarie.

La ripresa ha inizio nel 1928 ed il lusinghiero successo delle filovie giustifica l'enorme sviluppo del 1930, dovuto del resto quasi completamente al sistema di Chicago, che di colpo è diventato il più grande.

Nell'Electric Railway Journal del febbraio 1931, vi è un editoriale, il quale, dopo aver commentato i grandi progressi fatti nel 1930, si esprime così:

« Le condizioni di traffico, nelle quali vengono ora impiegate le filovie, variano enormemente da una linea all'altra. Sulla linea della centrale Ave. a Chicago il traffico è estremamente pesante, e la frequenza delle corse molto elevata: durante le punte, le vetture si seguono a intervalli di un minuto e quindici secondi.

« A Detroit, sulla linea di Plymouth Road, il traffico è molto leggero, e l'intervallo tra vetture, piuttosto lungo. Le filovie di Salt Lake City servono un territorio più densamente popolato di quelle di Detroit, ma non così popolato come a Chicago. Le linee di New Orleans, Knoxville, Brooklyn e Rockford, recentemente aperte al pubblico, fanno servizio in condizioni ancora diverse.

Ad ogni modo è evidente che le filovie vengono impiegate in condizioni di servizio molto differenti, eppur sempre con ottimi risultati ».

Più avanti però, mette in guardia le Aziende Tranviarie, a non usare le filovie anche per quei servizi pei quali sarebbero più indicati altri mezzi di trasporto, e conclude così:

« La filovia ha il suo posto, come l'hanno le tranvie e gli autobus. Senza dubbio la filovia ha davanti a se un avvenire ma essa darà il massimo rendimento solo se usata nelle condizioni che meglio le si confanno ».

Eccoci dunque al vivo della questione:

TABELLA I.

	1921–22	1927–28	1928–29	1929–30	al 1°–1–1931
1) Sviluppo complessivo delle linee km	75.8	179.15	215	273.5	311.15
2) Passeggeri trasportati	9.879.730	80.112.970	99.065.544	127.461.837	—
3) Vetture in servizio	—	338	389	477	545
4) Vetture-km....................	2.211.480	13.391.829	16.824.314	21.996.898	—
5) Vetture-km. riferite ai km. di linea	29.175	74.752	78.253	80.427	—
6) Vetture-km. perc. per veicolo-ora	—	13.4	13.8	14.26	—

Dal penultimo dato (5, in tabella 1ª, vetture-km riferite ai chilometri di linea), che rappresenta in certo qual modo la frequenza delle corse, si rileva quanto sia spiccata la tendenza ad impiegare la filovia come mezzo di trasporto anche nei casi in cui si presenta la richiesta di una maggiore prestazione di servizio. E infatti, a Londra, la United Tramways ha sostituito colle filovie, due linee tramviarie a traffico limitato, sì, ma certamente superiore al traffico di tante altre linee filoviarie inglesi.

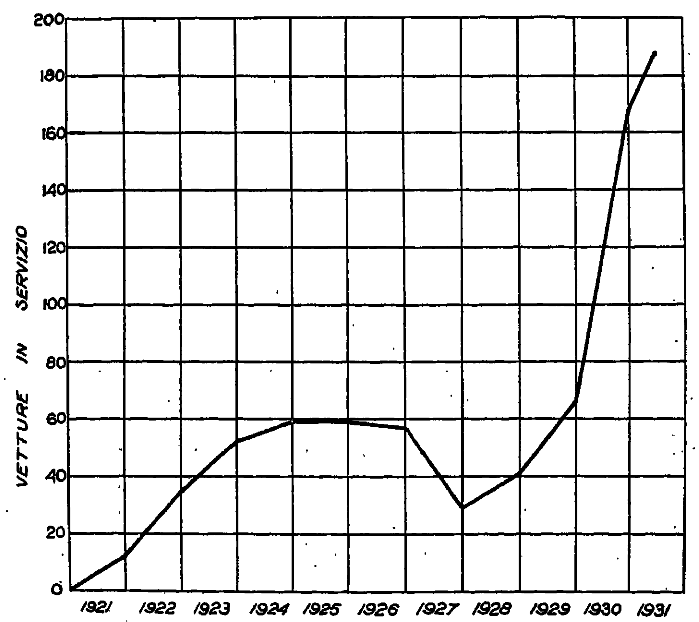


Fig. 1.

E' anche assai interessante esaminare quale genere di servizio prestano le filovie in Inghiltera. Al 1° gennaio 1931 sono 24 le città che hanno in servizio le filovie. In 20 di queste località la filovia sostituisce un servizio precedentemente reso con tram o con autobus, o con entrambi. Le altre 4 hanno iniziato colle filovie l'unico servizio pubblico di trasporto.

Tram, autobus o filovie?

Tutti e tre sono moderni mezzi di trasporto. Senza alcun dubbio ognuno di essi ha un suo proprio campo di impiego. Quale sia questo campo, lo decide inappellabilmente l'analisi economica dell'esercizio. Quel veicolo che può fornire quella data capacità di trasporto al minor costo, è il più adatto allo scopo, e come tale sarà scelto in concorrenza agli altri.

E' su questa base che vanno considerate le possibilità di impiego delle filovie. Per farci un'idea del problema occorre studiare i dati oggi disponibili sui trasporti filoviari e paragonarli a quelli dei trasporti tranviari e automobilistici.

Dati di traffico.

I dati più precisi e completi che si possono oggi avere sul traffico delle linee filoviarie sono quelli americani di Chicago e di Salt Lake City.

Cominciamo con Chicago:

La tratta media è per tutte le linee di circa 200 metri. Vi è una fermata ogni isolato (block) e vi sono 8 blocks per miglio = 1.609 km.

1) Sulla linea detta Diversey Division, con un percorso di 6,14 km (andata e ritorno), vengono trasportati 20.000 passeggeri al giorno, ad una velocità commerciale di 18,9 km/ora durante le punte, e di 21 km/ora a traffico normale. In media si hanno 5,95 passeggeri per vettura-km.

2) Sulla linea di Central Ave, con un percorso complessivo di andata e ritorno di 11,67 km, vengono trasportati 34-35.000 passeggeri al giorno ad una velocità commerciale di 18,43 km/ora durante le punte, e 19,93 km/ora a traffico normale. La media dei passeggeri è di 5,27 per vettura-km.

3) Sulla linea di Elston Ave, sulla quale il traffico è uno dei più leggeri, sul percorso complessivo di andata e ritorno di 4,6 km, si hanno solo 4500 passeggeri al giorno. In compenso la velocità commerciale normale è di 24 km/ora. Il numero medio dei passeggeri per vettura-km è di 3,27.

A Salt Lake City le 26 vetture complessivamente in servizio su una rete di 20,8 km, tengono una velocità commerciale di 19,3 km/h durante le punte, e di 21,9 km/ora durante il traffico normale.

Tutte le linee americane messe in servizio dopo il 1927 sono servite con vetture pressochè identiche, equipaggiate con due motori da trazione da 50 HP orari a 600 volt, ed equipaggiamento di comando automatico: tipo PCM a 18 posizioni, della General Electric Co. o tipo VA, a 11 posizioni della Westinghouse. Pesano all'incirca 8000 kg a vuoto, ed hanno 40 posti a sedere tranne alcune che ne hanno 43 o 42.

Il tipo della parte meccanica è quello senza chassis, colla cassa stessa che fa da trave portante. Tutte sono a quattro ruote.

Dati di traffico per le linee europee in genere non sono disponibili. La tabella 1ª porta complessivamente qualche dato per le filovie inglesi. Osserveremo che il dato 6 (vetture-km percorse per vettura-ora), che in definitiva è proporzionale alla velocità commerciale, è andato costantemente salendo. In valore assoluto la velocità commerciale media delle filovie inglesi è inferiore a quella delle filovie americane, ma ciò è spiegabile esaminando la potenze installate e le capacità in posti a sedere delle vetture inglesi.

Nell'Electric Railway Journal del marzo 1931, a pag. 133, vi sono due tabelle che compendiano l'analisi delle capacità di posti a sedere e delle potenze installate. Da queste tabelle risulta che su 543 vetture filoviarie inglesi 372 sono di tipo normale, cioè senza imperiale, e 171 sono a due piani. La capacità media delle prime è di 33,3 posti mentre quella delle seconde è di 56,7.

Per le potenze abbiamo che su 447 vetture esaminate, 304, del tipo normale, senza imperiale, hanno in media 54,35 HP per vettura, generalmente sotto forma di un motore unico. Le altre 143 vetture, con imperiale, hanno invece una potenza media di 73 HP, distribuiti sia in uno che due motori con una certa prevalenza di questi ultimi.

Sebbene a rigore la cosa non sia esatta, pure, facendo i rapporti tra le cifre medie, si ottengono questi interessanti risultati:

Vetture americane (dopo il 1927) . .	2,5 HP per posto a sedere
» inglesi senza imperiale . . .	1,63 » » » » »
» » con imperiale . . .	1,28 » » » » »

Questo mette in evidenza la necessità per il traffico americano di avere maggiori potenze installate.

Degli altri impianti filoviari europei (Belgio, Francia e Germania) si hanno solo alcune informazioni generiche sull'andamento ed i risultati d'esercizio. Però quasi concordemente tutte le aziende che eserciscono filovie, sia in Europa che in America, riconoscono certi vantaggi che ne risultano, sia rispetto ai tram che rispetto agli autobus.

Vantaggi delle filovie.

Questi vantaggi, brevemente riassunti, si possono esporre come segue:

A) Nei rispetti delle vetture tranviarie:

1) Minor investimento di capitale per posto offerto al pubblico.
2) Maggior sicurezza nel traffico, per effetto della manovrabilità e delle rapide frenature realizzabili.
3) Grande flessibilità di manovra.
4) Funzionamento più silenzioso.
5) Carico e scarico dei passeggeri al marciapiede.
6) Maggiori velocità commerciali.

B) Nei confronti degli autobus a benzina:

1) Minor costo dell'energia.
2) Minor costo di manutenzione.
3) Maggiore velocità commerciale.
4) Maggiore potenza disponibile agli avviamenti.
5) Assenza di gas di scarico.
6) Silenziosità di funzionamento.

Vale la pena di discutere brevemente queste affermazioni, e dimostrare che non sono affatto gratuite.

Il minor investimento di capitale, a pari capacità di posti, nei confronti delle vetture tranviarie, è evidente «per se»: a parte il confronto stesso dei costi dei due tipi di vetture, è evidente che la filovia ha in meno tutto il costo dei binari e della loro posa in opera; questo costo infatti rappresenta una parte notevole del costo complessivo di impianto di una linea tranviaria mentre la filovia ha solo un aumento, relativo, per la linea aerea di contatto.

Questa può costare, per una filovia da 1,4 a 2 volte quella per una tranvia. Più precisamente da 1,4 a 1,7 nel caso di linea doppia (andata e ritorno, equivalente al doppio binario) e da 1,7 a 2 nel caso di linea semplice (equivalente al binario unico).

Per una linea tranviaria semplice il costo della linea di contatto si aggira sulle 45.000 lire per km, mentre la linea filoviaria richiede circa 68.000 lire per km.

Però si risparmiano da 130 a 150.000 lire di binario e posa in opera. Il risparmio netto sarebbe dunque di 105-125.000 lire circa per chilometro.

Le cifre date sono delle cifre medie, che tengono conto di condizioni varie di percorso, con sospensioni trasversali su pali Mannesmann, e rappresentano forse le condizioni di maggior svantaggio per la filovia.

Per una linea filoviaria in rettilineo armata con due linee di contatto, (equivalente quindi al doppio binario) ognuna con due fili (positivo e negativo) di 80 mm² di sezione, progettata con sospensioni trasversali, su pali a traliccio si può ritenere che il costo chilometrico si aggiri sulle 95.000 lire circa. Le soluzioni analoghe su pali in legno o su pali Mannesmann avrebbero all'incirca un costo rispettivamente del 20 % in meno o del 15 % in più. Quindi le proporzioni del risparmio rispetto alla trazione tranviaria rimangono, anzi migliorano nel caso delle linee filoviarie doppie.

Nei riguardi delle sottostazioni, filovia e tranvia si equivalgono come spesa di impianto, perchè le potenze da installare alle sottostazioni, per uguali condizioni di servizio, non variano praticamente.

Infatti sebbene la resistenza alla trazione sia superiore per le filovie che per le tranvie, il minor peso delle vetture filoviarie è più che sufficiente a compensare la maggior resistenza e si è anche riscontrato che per pari capacità di posti il consumo di kWh per vettura-km è anzi inferiore per le filovie che per le tranvie.

Possiamo quindi ritenere assodato che la filovia richiede un investimento parecchio inferiore che per la tranvia, a pari capacità di traffico.

Per la maggiore velocità commerciale realizzabile colla filovia, questa presenta poi, in molti casi, il vantaggio di richiedere, per uno stesso servizio, un minor numero di vetture, con l'ulteriore risparmio nell'acquisto delle medesime, e anche con un minor costo per il personale viaggiante.

La maggior sicurezza nel traffico scende direttamente dal fatto che la vettura filoviaria è meno obbligata sul suo percorso di una vettura tranviaria. Essa può facilmente spostarsi di 2,5 - 2,8 m da ambo i lati della linea di contatto, senza incorrere in deragliamenti dei due trolley. Questo la rende più pronta ed agile nei suoi movimenti, permettendole di approfittare in ogni istante dell'occasione che si presenti, per sopravanzare gli altri veicoli, cosa che il tram non può fare.

Sotto questo rispetto anzi, la vettura filoviaria si comporta come un autobus, e la maggiore manovrabilità che ne risulta le permette di evitare, in emergenza, con una pronta virata, un investimento che, nel caso di una vettura tranviaria potrebbe risultare inevitabile.

Questa maggior libertà di manovra concorre a dare al guidatore una maggiore sicurezza di guida che risulta in pratica in una maggiore agilità di marcia, e in definitiva, una maggiore velocità commerciale.

Come un autobus, la vettura filoviaria carica e scarica i passeggeri direttamente al marciapiede, a tutto vantaggio della loro incolumità, e della sicurezza d'esercizio.

Inoltre ingombra meno la sede stradale, evitando gli ingorghi del traffico cui danno generalmente luogo le fermate tranviarie con o senza marciapiede salvagente.

Altra garanzia di sicurezza nel traffico è data dalla maggior rapidità delle frenature, sia di servizio, che di emergenza, perchè è quasi impossibile che le ruote si blocchino e slittino, come in un tram.

Questo contribuisce anche ad elevare la velocità commerciale, sempre nei confronti dei tram, e per parità di potenza installata. La velocità commerciale è anche più elevata nei confronti degli autobus a benzina, sia perchè la filovia ha maggior disponibilità di potenza al-

l'avviamento, sia perchè mancano le soste di accelerazione dovute alla manovra del cambio.

Il funzionamento è quanto mai silenzioso, perchè mancano le vibrazioni di risonanza tra ingranaggi, ruote e rotaie come in un tram, o il rombo del motore e la rumorosità del cambio come negli autobus.

Nei confronti di questi, i due vantaggi più importanti della filovia sono specialmente il minor costo della energia e il minor costo di manutenzione.

Dati italiani in merito non esistono: qualche dato complessivo medio per le filovie inglesi c'è:

Nel 1928-29 le spese di manutenzione e riparazioni generali furono in media di: 53,8 cent. di lira per vettura-km. Nel 1929-30 scesero a 51,3 cent. di lira per vettura-km. L'energia elettrica venne a costare, nel 1928-29, 36,8 cent. di lira per vettura-km, e nel 1929-30 fu di 37 cent. di lira, per vettura-km. Nulla è disponibile invece nei riguardi degli autobus a benzina.

Ci serviremo quindi come esemplificazione delle precise ed ammirabili statistiche americane.

Spese di manutenzione e di energia negli Stati Uniti.

Le spese di manutenzione per una vettura filoviaria a 40 posti ed un autobus di pari capacità, risultano in media espresse in centesimi di dollari per vettura-miglio, come segue:

	Filovia	Autobus
Motore a benzina, trasmissioni, ecc.		2,5 - 2,7
Equipaggiamento elettrico	0,5 - 0,7	
Linea di contatto	0,6 - 0,9	
Garage o rimessa	1,0 - 1,4	1,7 - 2,5
Totale . . .	2,1 - 3,0	4,2 - 5,2

Quindi in media la pura manutenzione e servizio di rimessa costano quasi il doppio per l'autobus, in confronto alla vettura filoviaria.

Se ora veniamo all'altro elemento del costo di esercizio, e cioè costo dell'energia, abbiamo queste cifre sempre in cent. di dollaro per vettura-miglio:

Energia elettrica	2,3 - 2,6
Olio e benzina	4,3 - 5,0

In America il kWh, misurato alle sbarre alta tensione corrente alternata costa in media 19-22 centesimi di lira. La benzina l'anno scorso veniva a costare in media alla pompa, alle Aziende, circa 71 cent. di lira al litro.

In Italia, l'energia elettrica per trazione, misurata nelle stesse condizioni viene a costare in media da 18 a 25 cent. di lira, mentre la benzina, alla pompa allora non costava meno di L. 1,70 al litro. Oggi è parecchio calata e si aggirerà forse attorno a 1,10. Ora dalle cifre su esposte si può lo stesso apprezzare il vantaggio che si avrebbe a sostituire colle filovie il servizio di autobus nelle grosse città, dal solo punto di vista del costo dell'energia. Sarebbero meno soldi per l'estero e una migliore utilizzazione degli impianti di produzione di energia elettrica in Italia, specialmente ora che per effetto della crisi l'energia prodotta è scesa alquanto dai livelli massimi prima raggiunti.

I dati relativi all'esercizio delle filovie di Salt Lake City, dove la filovia ha sostituito in parte linee tranviarie, ed in parte linee di autobus, dicono che si risparmiano nei confronti di questi ultimi:

- il 25 % sulla manutenzione;
- il 25 % sulle verifiche ed i materiali di ricambio;
- il 50 % sul costo dell'energia.

Queste cifre concordano abbastanza bene coi dati precedenti, che, come abbiamo detto, rappresentano delle cifre medie.

In quanto alla spesa di ammortamento, sembra attendibile ritenere che una vettura filoviaria duri il doppio di un autobus, con questo di meglio che al termine dei 7-8 anni di vita della vettura, l'equipaggiamento di comando, ed i motori di trazione, sono quasi completamente ricuperabili, stando alla esperienza della trazione tranviaria, mentre il motore a scoppio e le trasmissioni di un autobus sono da considerarsi praticamente come rottame.

Campo d'applicazione delle filovie.

Sulla base delle cifre esposte e delle capacità di traffico, in America si è stabilita la superiorità della filovia, rispetto alle tranvie ed agli autobus, per quei servizi che avvengono con frequenza maggiore di tre corse e minore di dieci corse all'ora.

Questo perchè, entro questi limiti, la filovia è capace di soddisfare al servizio ad un costo minore degli altri due mezzi di trasporto.

Nel caso di applicazioni italiane riteniamo che press'a poco si debbano ritenere i servizi con corse ad intervalli di 4-5 minuti come limite massimo di prestazione della filovia in concorrenza alla tranvia. Nei riguardi degli autobus ci sembra che due corse all'ora rappresentino la prestazione minima che la filovia può dare con vantaggio.

Questo si intende nel caso di una linea filoviaria completamente nuova, per la quale occorra quindi eseguire l'impianto, non solo della linea, ma anche della sottostazione.

Sono molte le circostanze in cui la linea filoviaria non richiederebbe la spesa della sottostazione, in quanto verrebbe allacciata alla rete di alimentazione delle tranvie esistenti. E' il caso di linee di circonvallazione o di allacciamento trasversale, tra linee tranviarie radiali o parallele, o di estensione dai capilinea delle linee tranviarie.

Per questi servizi, i vantaggi della filovia sono evidenti, tanto più che l'equipaggiamento elettrico non differisce molto, come manutenzione, da quello delle tranvie e quindi è già disponibile un personale addestrato ed una organizzazione adatta.

Ci sembra che nei riguardi di queste applicazioni filoviarie per servizio urbano, non si sia ancora data abbastanza importanza in Italia. C'è parecchio interessamento per le filovie ma in generale le applicazioni ventilate riguardano in genere le linee inter o suburbane, e non si sente ancora parlare di sostituire colle filovie gli autobus. Eppure se si guarda all'estero, dove i servizi pubblici automobilistici si sono sviluppati prima che da noi, un osservatore obbiettivo non può non rilevare il fatto che non tutte le linee di autobus hanno dato quei risultati economici in cui si sperava e la ferrea necessità di diminuire i costi di esercizio è stata appunto la prima molla dello sviluppo moderno delle filovie. Tanto in Inghilterra che in America, si osserva infatti che nella quasi totalità dei casi la filovia ha sostituito economicamente sia gli autobus che, in certi casi, le tranvie. Non è logico ignorare ancora questi risultati, e sarebbe opportuno iniziare da parte delle varie aziende interessate uno studio accurato sulla convenienza o meno di continuare dei servizi passivi o inattivi, quando la filovia potrebbe facilmente rappresentare la soluzione economica più adatta, e riportare in attivo l'esercizio con vantaggio per il pubblico e per il privato.

La filovia dal punto di vista tecnico.

Venendo ora a parlare della filovia dal punto di vista tecnico, descriveremo brevemente i motori e gli equipaggiamenti di comando.

I motori. — La tecnica europea in genere, nei riguardi dei motori è oggi un po' più indietro di quella americana. Le Case inglesi, tedesche e francesi hanno quasi tutte dei tipi di motori che non differiscono sostanzialmente da un normale motore da trazione, di tipo tranviario, solo modificato, per quanto riguarda la carcassa, quel tanto che basta per renderlo adatto ad esser montato sotto la vettura su per giù al posto dove in un autobus è montato il motore a scoppio ed il cambio.

TABELLA II.

Tipo motore	Potenza oraria: Volt	Potenza oraria: HP	Potenza oraria: giri al primo	Potenza oraria: Amp.	Corrente contin. Amp.	Peso kg.	kg/HP alla pot. continuat.	Ditta Costruttrice
BTH-110-DL	500	82	1380	138	112	430	5,71	British
BTH-110-D	500	75	1270	127	106	430	6,90	Thomson
BTH-110-E	500	65	1150	110	85	430	8,58	Houston.
(1) —	750	116	1425	120	—	1100	(2) 9,50	Allgem. Elektric. Gesel.
—	600	48	920	—	36 HP	—	—	Vetra (French Thòmson Houston).

(1) Motore Compound. – (2) Alla potenza oraria.

La maggior parte dei motori sono del tipo serie, tranne qualcuno che è del tipo compound. In genere il numero dei giri alla potenza oraria è variabile tra i 900 e 1400 giri.

La tabella 2ª da alcuni dati su motori tipici inglesi, tedeschi e francesi.

Il peso relativamente basso dei motori della BTH è dovuto al largo impiego di materiali leggeri.

In America il tipo dei motori per trolleybus è completamente differente. La cosa è dovuta alla lunga esperienza avuta per quei particolari tipi di motori, per autobus benzo-elettrici, sviluppati negli ultimi sette anni. Sono motori ad alto numero di giri, a carcassa cilindrica, di ingombro ridottissimo, e capaci di forti sovraccarichi. Tutti i motori, sia Westinghouse che General Electric sono del tipo serie, con quattro poli di commutazione e capaci di sopportare all'avviamento le forti correnti necessarie per ottenere delle accelerazioni di 1,5-2,0 m/sec^2, come si richiedono oggi in America. I motori sono autoventilati e montati su cuscinetti a sfere. La tabella 3ª dà i dati dei due motori della General Electric Co.

tecnica costruttiva europea ed americana la stessa osservazione già fatta per i motori.

In Europa, sia per gli equipaggiamenti ad uno, che per quelli a due motori, si è adottato il sistema di comando indiretto mediante un controller di manovra, comandato a pedale, e contattori singoli elettromagnetici, per realizzare lo schema di avviamento e marcia. Quindi un comando non automatico. Per le vetture ad un motore le posizioni di avviamento e marcia sono generalmente 6 o 7, con eventualmente una posizione a campo shuntato. Per le vetture a 2 motori il numero di posizioni è di 9 o 11, eventualmente con una posizione di campo shuntato.

In generale i contattori singoli elettromagnetici sono i comuni tipi di contattori industriali, per corrente continua. In sostanza si può dire che il tentativo di sviluppare una apparecchiatura speciale per le filovie si è ridotto al solo sviluppo del controller di manovra, a pedale.

TABELLA III.

Motore	Potenza	HP	Tensione	Amp.	Giri/min.	Aumento di temperatura per resistenza in C°	Peso kg.	Kg/HP cont.
GE-1126	Oraria	35	600	50	1780	100°	228	7,13
	Continuativa	32	600	45	1870	85°		
GE-1154	Oraria	50	600	71	1950	100°	353	7,68
	Continuativa	46	600	65	1990	85°		

Il motore della Westinghouse per filovie è il tipo W-1426 CT 6 da 50 HP orari e ha press'a poco le stesse carateristiche e lo stesso peso del GE-1154.

Mentre il motore GE-1126 ha la carcassa fusa, il GE-1154 ha la carcassa di lamiera rotolata e saldata.

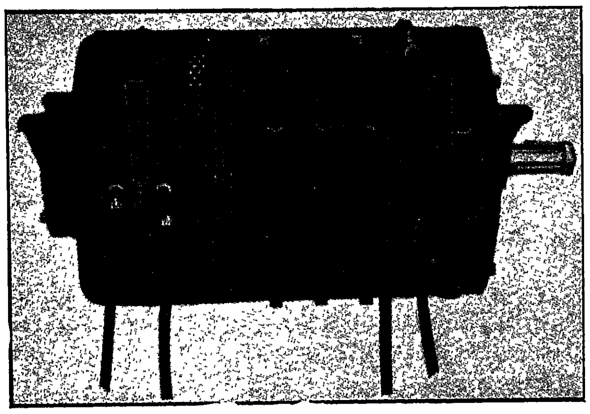


Fig. 2. — Motore GE - 1154 - 50 HP - 600 volt.

E' da notare in tutti questi motori l'alta capacità continuativa.

La trasmissione. — La trasmissione al ponte posteriore avviene indipendentemente (nel caso di due motori) ad ognuno dei due semiassi, mediante alberi a giunti cardanici, e coppie ad ingranaggi conici, o a vite senza fine. Nel caso in un motore unico la trasmissione è in tutto simile a quella degli autobus normali, tra scatola cambio e differenziale.

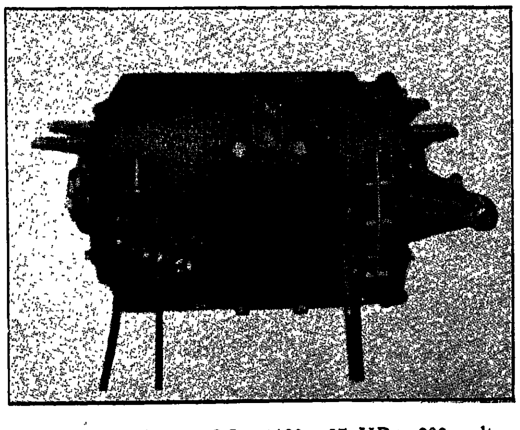


Fig. 3. — Motore GE - 1126 - 35 HP - 600 volt.

Gli equipaggiamenti di comando. — Anche per gli equipaggiamenti di comando si potrebbe ripetere nei riguardi dello sviluppo della

La necessità di un comando a pedale è intuitiva, dato che il guidatore deve sempre avere le mani libere per la guida e la frenatura della vettura, Solo l'invertitore è sempre a comando a manovella, derivato direttamente dal tamburo invertitore dei comuni controller tranviari.

In America invece dove le necessità del traffico richiedevano alte accelerazioni e semplicità di comando, sia la Westinghouse che la General Electric Company hanno equipaggiato le loro vetture filoviarie con un comando automatico ad elevato numero di posizioni.

Il comando VA (Variabile Automatic) della Westinghouse è un comando a 11 posizioni, con contattori a comando elettropneumatico. La principale caratteristica del comando VA è che dalla pressione maggiore o minore sul pedale del controller di manovra si determina un avviamento con accelerazioni variabili tra 0,8 e 1,5 m/sec^2. E' però piuttosto complicato come cablage e schema di circuiti.

Il comando PCM (Pneumatic-Magnetic) della General Electric è un comando automatico a 18 posizioni, ottenute mediante soli 11 contattori a camme e 5 contattori elettromagnetici.

Di questi ultimi, 2 servono come interruttori di linea, e gli altri 3 servono alle combinazioni di serie, e serie-parallelo dei motori. Gli 11 contattori a camme sono azionati da un unico meccanismo elettropneumatico agente sull'albero a camme.

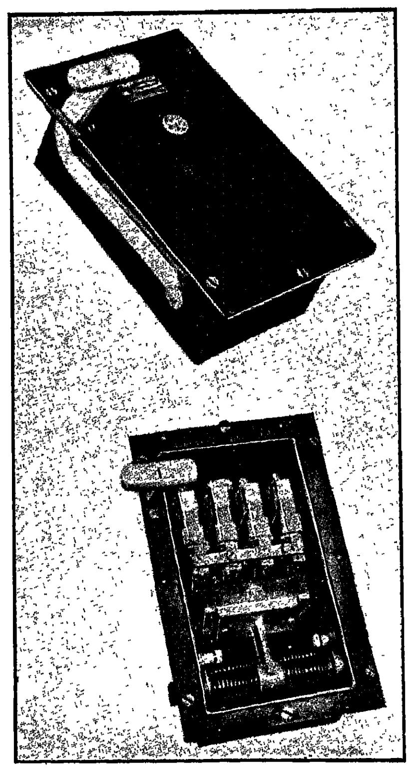


Fig. 4.
Controller di manovra tipo C-507 con comando a pedale.

Siccome l'esatta sequenza delle manovre è garantita meccanicamente, lo schema ed i circuiti risultano assai semplici.

Normalmente il comando PCM consente solo due diverse accelerazioni di avviamento e dalla esperienza fattane, la scelta tra due valori è più che sufficiente alle esigenze del servizio ed alle manovre del traffico.

L'invertitore può anche essere del tipo elettropneumatico, comandato indirettamente.

Anche la General Electric Co. che è stata in America uno dei pionieri delle filovie ha sviluppato un comando sul tipo europeo, cioè

con contattori singoli, a comando elettromagnetico, del tipo M (Magnetico), che però applica solo sulle vetture ad un solo motore.

Un certo numero di vetture con tale comando, non automatico, è in servizio a Manilla nelle Filippine. Però i contattori singoli sono identici od analoghi alla numerosa serie di contattori elettromagnetici impiegati nella trazione e quindi più adatti al servizio, che non i contattori in uso in Europa.

Frenatura pneumatica. — Tutte le vetture filoviarie americane e molte di quelle inglesi sono munite di freni pneumatici sulle quattro ruote, oltre al solito freno a mano. L'equipaggiamento di frenatura consiste di un motocompressore, del regolatore di pressione e degli organi del freno.

Questi sono il rubinetto del freno ed i diaframmi Westinghouse che corrispondono al cilindro del freno di una carrozza tranviaria. Vi è un diaframma, per ogni ruota, che agisce direttamente sul tirante del freno. Il tamburo ed i ceppi sono del solito tipo per autobus salvo ad avere una maggiore capacità di frenatura data la mancanza di effetto frenante del motore a scoppio. Il rubinetto del freno è generalmente comandato a pedale, ed il sistema è quello comunemente chiamato « automatico ».

Il vantaggio della frenatura pneumatica è evidente quando si pensi allo sforzo fisico che sarebbe altrimenti richiesto al guidatore per le frequenti frenature in servizio con vetture così pesanti.

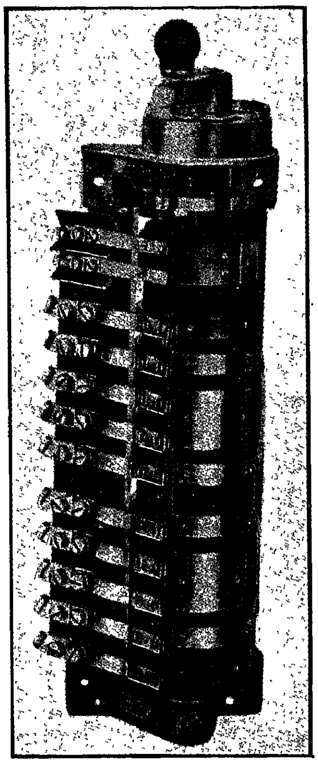


Fig. 5.
Invertitore tipo DH - 336 senza custodia.

Molte vetture, specialmente inglesi, sono anche munite di frenatura reostatica. La tecnica europea in genere è favorevole ad usare i motori per la frenatura elettrica. In America invece si è sempre stati contrari, per le eccessive sollecitazioni che ne risentono i motori. Lo schema poi dei circuiti di avviamento e marcia delle vetture americane non avrebbe facilmente consentito di aggiungere la frenatura elettrica, perciò nessuna vettura americana ne è munita.

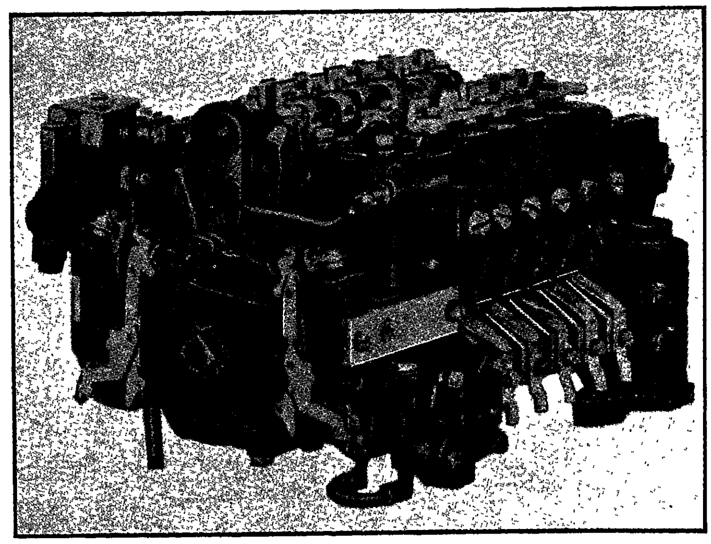
Apparecchi di protezione. — La filovia richiede due fili di contatto, perchè il ritorno della corrente non può avvenire attraverso la terra, cioè le rotaie, in quanto la vettura è isolata sui suoi pneumatici. Nelle vetture tranviarie, un difetto di isolamento si svela subito con un cortocircuito, senza con questo presentare pericoli per i passeggeri. Non è la stessa cosa per una vettura filoviaria alimentata da un sistema col negativo a terra, come generalmente succede. I circuiti dei motori e degli ausiliari sono completamente e perfettamente isolati dalla massa della vettura, all'atto del montaggio. Se per caso la resistenza di isolamento diminuisce, o se un difetto di isolamento mette la massa della vettura sotto tensione verso terra, ciò non viene svelato da un cortocircuito, ed il passeggero che scende o sale può fortuitamente ricevere una scossa, magari anche pericolosa, perchè scarica a terra attraverso il suo corpo.

E' quindi evidente la necessità, per proteggere l'incolumità dei passeggeri, di provvedere una protezione atta a svelare ed impedire inconvenienti di questo genere.

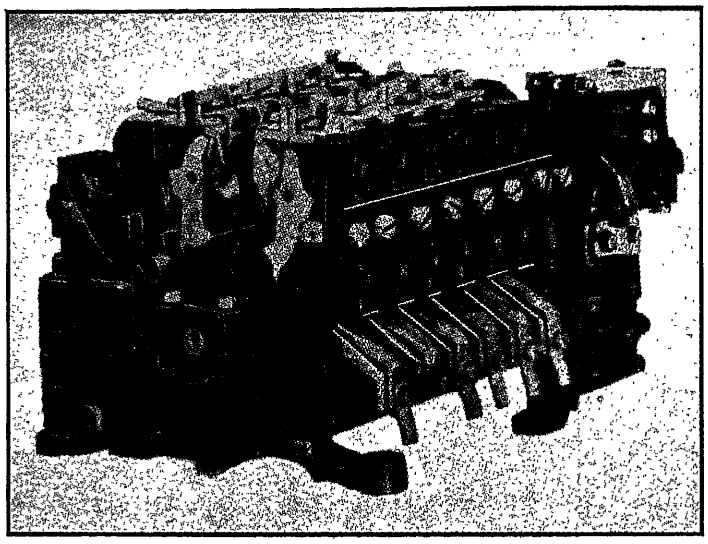
Fortunatamente questo si ottiene facilmente con un apparecchio esente praticamente da inceppamenti e difetti di funzionamento. Molti conosceranno quel particolare tipo di scaricatore, per reti a corrente continua, detto a celle d'alluminio, dalla forma che assumono gli elementi scaricatori.

Ogni cella consiste di due elettrodi di alluminio, sui quali si è formata una sottilissima pellicola di idrossido, immersi in un elettrolito adatto. La cella ha la proprietà di presentare una resistenza praticamente nulla al passaggio di corrente in un senso, mentre ha una resistenza altissima al passaggio di corrente in senso inverso. Questo dipende dalle diverse condizioni fisiche della pellicola di idrossido sull'elettrodo negativo e su quello positivo. Se la tensione sale oltre un certo limite, che è di circa 250 V per cella, la pellicola si perfora, e lascia passare la scarica elettrica, che però cessa immediatamente allorchè la tensione ridiscende a circa 170 volt per cella. L'impiego delle celle d'alluminio come scaricatori è appunto basato su questa proprietà.

Per ottenere una protezione contro tensione tra vettura filoviaria e terra, si usano 6 celle (per 600 volt nominali in linea), connesse 3



a) Lato meccanismo pneumatico.



b) Lato contattori.

Fig. 6. — Controller pneumatico tipo PC - 16

e 3 in serie, le due serie in opposizione (fig. 11), col centro messo a massa sulla vettura.

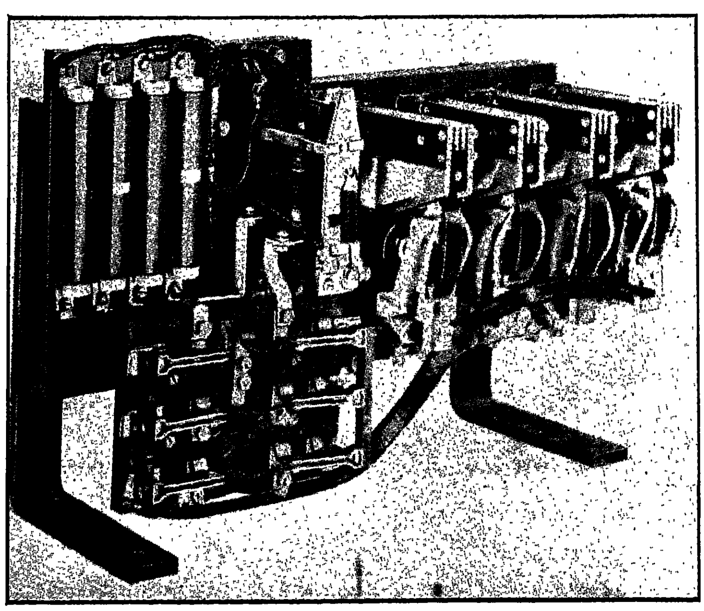


Fig. 7. — Gruppo di comando tipo DJ - 175.

In queste condizioni, supponendo che il filo positivo sia quello di destra, non può passare corrente da destra (+) verso sinistra (—);

mentre ogni anche minima differenza di potenziale tra vettura e filo negativo si scarica liberamente attraverso le 3 celle della serie a sinistra.

Lo stesso succede se il filo positivo è quello di sinistra, perchè il funzionamento è perfettamente simmetrico.

L'effetto protettivo è quindi sempre ottenuto, indipendentemente dalla polarità dei due trolley, perchè il potenziale della vettura viene sempre mantenuto praticamente uguale a quello del filo negativo, che come si è detto, è a terra. Perciò è radicalmente eliminato il pericolo di una scarica all'atto che i passeggeri scendono o salgono sulla vettura. Questo dispositivo è brevettato in Italia.

Linee di contatto e prese di corrente. — Un altro lato interessante delle filovie è costituito dalla linea aerea di contatto.

Il materiale normale di linea (sospensioni ed isolatori) non differisce affatto da quello normale per tranvie.

I due fili di contatto (positivo e negativo), sono montati nel solito modo, e distanziati di 60 cm, sia in curva che in rettifilo. L'isolamento tra i due fili è ottenuto con un isolatore normale in rettifilo, e con un bastone isolante in legno, in curva, allo scopo di meglio garantire l'esatto distanziamento dei fili stessi. Molto sovente però, sebbene più costosi, si impiegano esclusivamente isolatori a bastone.

Se una filovia potesse essere sempre messa in opera su un trac-

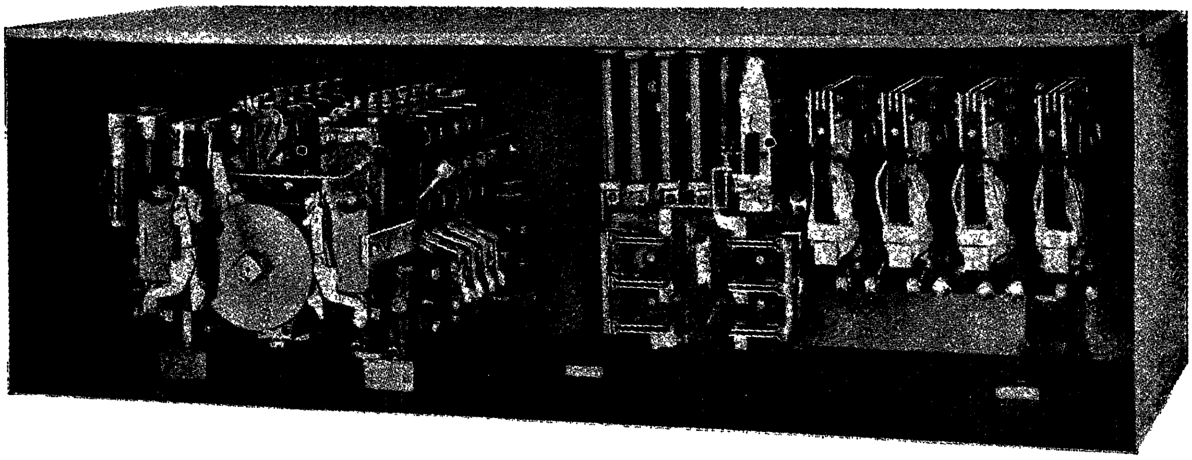
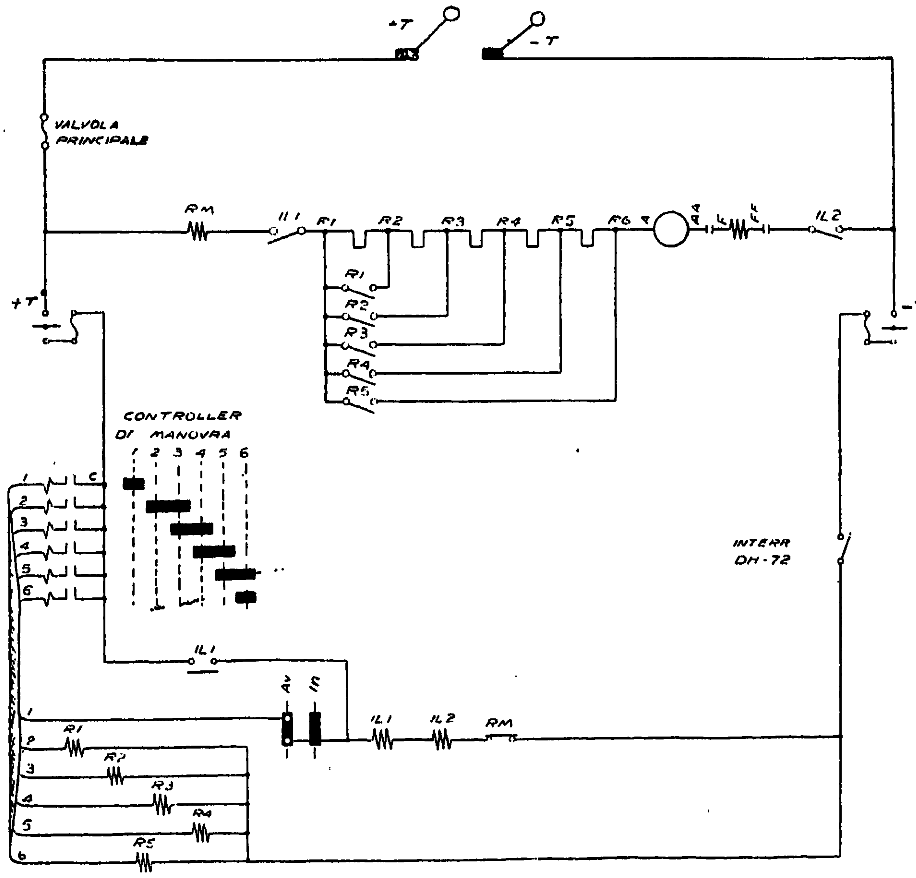


Fig. 8. — Controller PC-19 e Gruppo di comando DJ-175 montati nello scomparto posteriore del veicolo filoviario.

Esaminando lo schema delle connessioni delle celle (fig. 11) si notano i due fili che vanno ai circuiti di comando. Come si vede sono normalmente derivati a valle e a monte dei due fusibili di protezione delle celle. Perciò quando succede un corto circuito, o comunque per una corrente troppo elevata si bruciano una o entrambe le valvole, il guidatore ne è avvertito dal mancato funzionamento dei comandi, mentre il circuito dei motori si apre a sua volta.

ciato a se, senza attraversamenti di linee tranviarie o filoviarie, si sarebbe già detto tutto nei riguardi del materiale di linea, ma molto di rado capita il caso così semplice.

Già per i terminali della linea filoviaria a se, con doppia linea di contatto, si possono avere delle complicazioni. Non sarebbe in realtà il caso di chiamarle con questo nome, perchè oggi vi sono sul mercato scambi aerei, automatici o non, sezioni isolanti, incroci, ecc., che



SEQUENZA CONTAT							
POSIZ	IL1	IL2	R1	R2	R3	R4	R5
1	O	O					
2	O	O	O				
3	O	O	O	O			
4	O	O		O	O		
5	O	O			O	O	
6	O	O				O	O

Fig. 9. — Schema delle connessioni - Comando *M* per veicoli filoviari ad 1 motore.

La vettura però va ricondotta in rimessa coi suoi propri mezzi, e perciò mediante i due commutatori rotativi si derivano i circuiti di comando direttamente dai due trolley. La vettura è quindi in condizioni « pericolose » ma può peraltro tornare in rimessa per conto suo.

funzionano in modo perfetto e permettono di realizzare qualsiasi tracciato, per quanto complicato da attraversamenti tranviari o filoviari.

Tornando ai terminali di una linea, ci si presenta dunque il problema di far girare la vettura per il percorso di ritorno. I casi sono

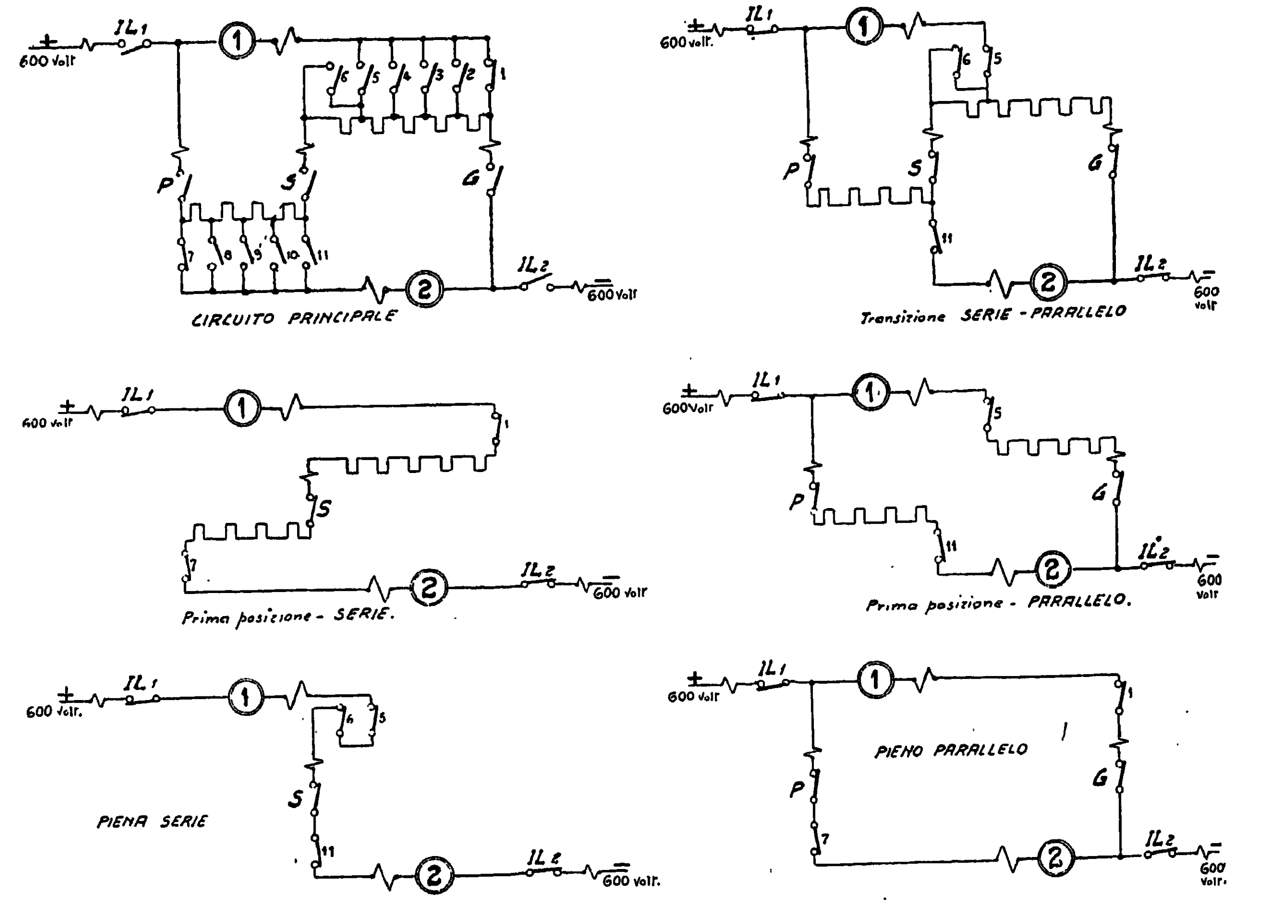


Fig. 10. — Connessioni circuito principale motori nel comando *P C M*.

due : o c'è spazio sul piazzale, o incrocio, od altro, per far fare ai fili l'anello completo, e allora la soluzione è semplicissima : la linea aerea consiste in un circuito completamente chiuso di due fili, senza alcun incrocio; se invece manca lo spazio per l'anello terminale, o comunque la vettura non può fare il giro completo per qualche altro impedimento in loco, occorre ricorrere ad una costruzione più complicata, per permettere alla vettura di voltare a destra, fare marcia indietro, e poi nuovamente avanzare sulla destra per imboccare i fili di contatto sul percorso di ritorno.

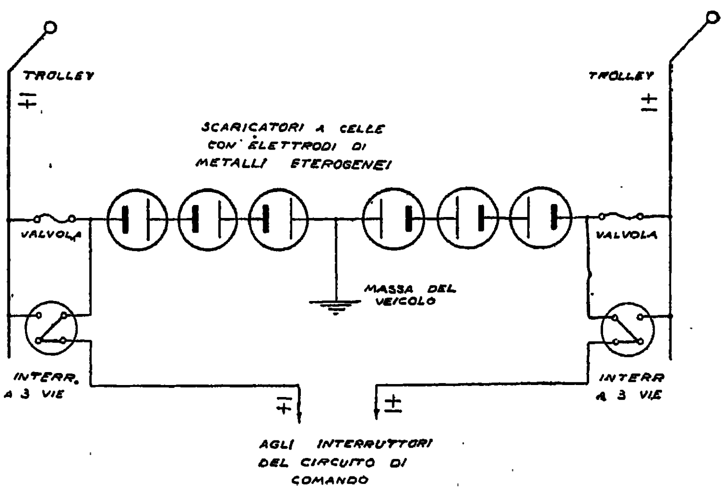


Fig. 11. — Connessioni schematiche
Valvole elettrolitiche di protezione per veicoli filoviari.

Questo richiede delle speciali apparecchiature sulla linea di contatto e precisamente degli scambi aerei a molla, per far imboccare alle rotelle quel determinato filo, e dei sezionatori, degli incroci isolati per gli attraversamenti di fili di polarità diversa, e delle combinazioni dei due ultimi. Peraltro queste apparecchiature permettono ottimamente la manovra, senza richiedere particolare attenzione dal guidatore della vettura.

Le cose diventano meno semplici quando la linea filoviaria debba incrociare una linea tranviaria, o percorrere tratti comuni con questa, usufruendo dello stesso filo positivo del tram. In breve si tratta di

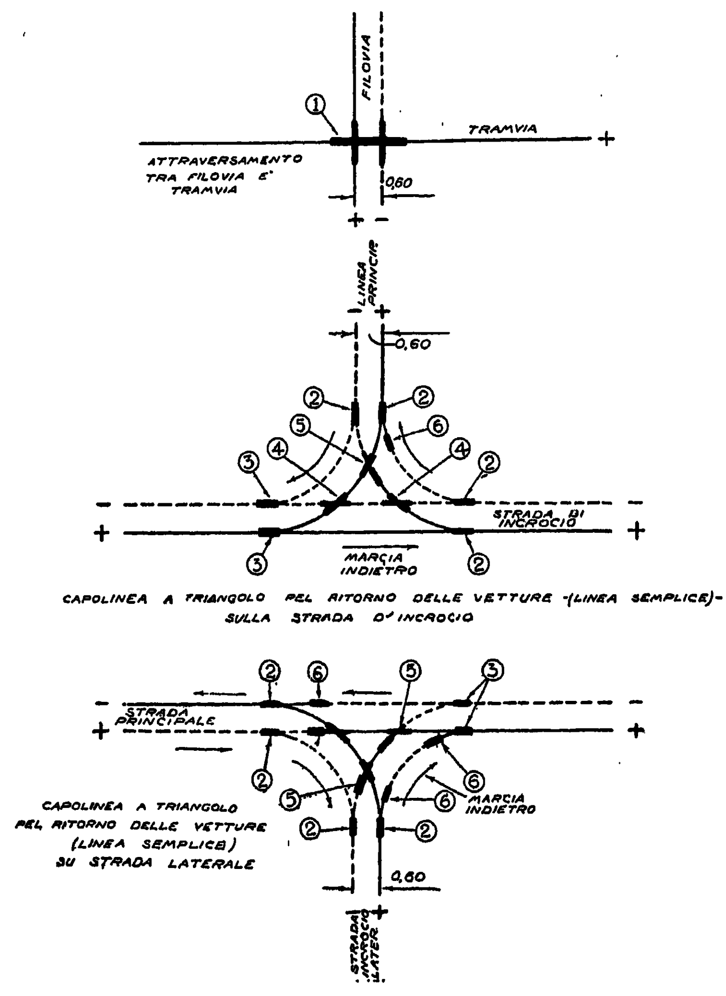


Fig. 12.

1 - Incrocio doppio isolato (adattabile fino a 45°).
2 - Scambio a molla - destro.
3 - Scambio a molla - sinistro.
4 - Incrocio semplice isolante (adattabile).
5 - Isolatore di sezione combinato con incrocio semplice (adattabile).
6 - Isolatore di sezione.

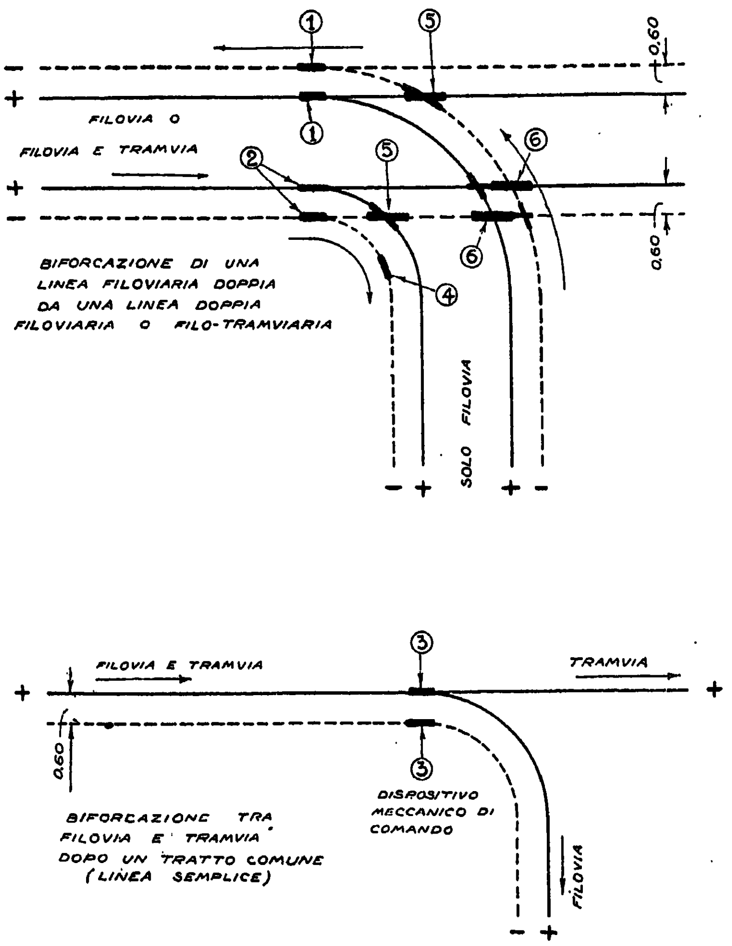


Fig. 13.

1 - Scambio destro semplice.
2 - Scambio automatico a comando elettrico.
3 - Scambio automatico a comando meccanico e dispositivo di rinvio.
4 - Isolatore di sezione.
5 - Incrocio semplice isolante (adattabile).
6 - Incrocio semplice isolante (adatt.) combinato con incrocio semplice non isolante (adat.).

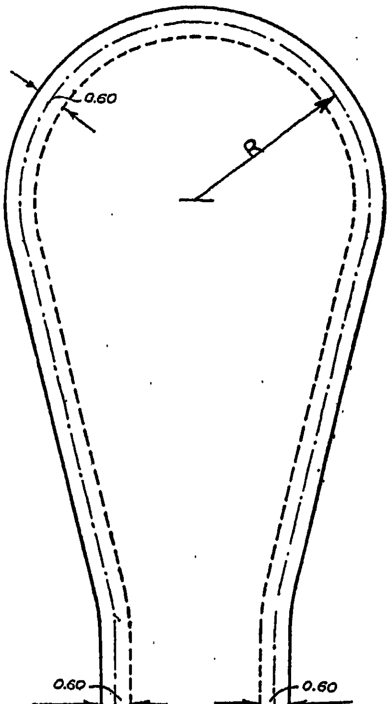


Fig. 14.

R - Dipende dallo spazio disponibile e dal raggio minimo delle curve che può descrivere la vettura.
S - E' influenzato dalla larghezza della strada, dall'uso in comune, o meno, del filo positivo colle tramvie e dalle esigenze di carico e scarico dei passeggeri al marciapiede.

usare degli incroci speciali, dei sezionatori, e degli scambi a comando meccanico od elettrico.

Se per esempio la filovia si innesta su un tratto di linea tranviaria per poi staccarsene più avanti, si monta, sul filo negativo, un dispositivo di comando meccanico per azionare la scambio necessario sul filo positivo; ogni volta che la vettura filoviaria passa sotto il dispositivo di comando posto sul filo negativo, il trolley positivo viene fatto deviare nella direzione opportuna: se invece passa un tram, lo scambio è già normalmente disposto per far continuare il trolley nella direzione della linea tranviaria.

Se, dopo un tratto comune, due linee filoviarie si biforcano, occorrono, sul positivo e sul negativo, degli scambi automatici a comando elettrico simili come schema di funzionamento ai soliti scambi automatici di binario usati nelle reti tranviarie.

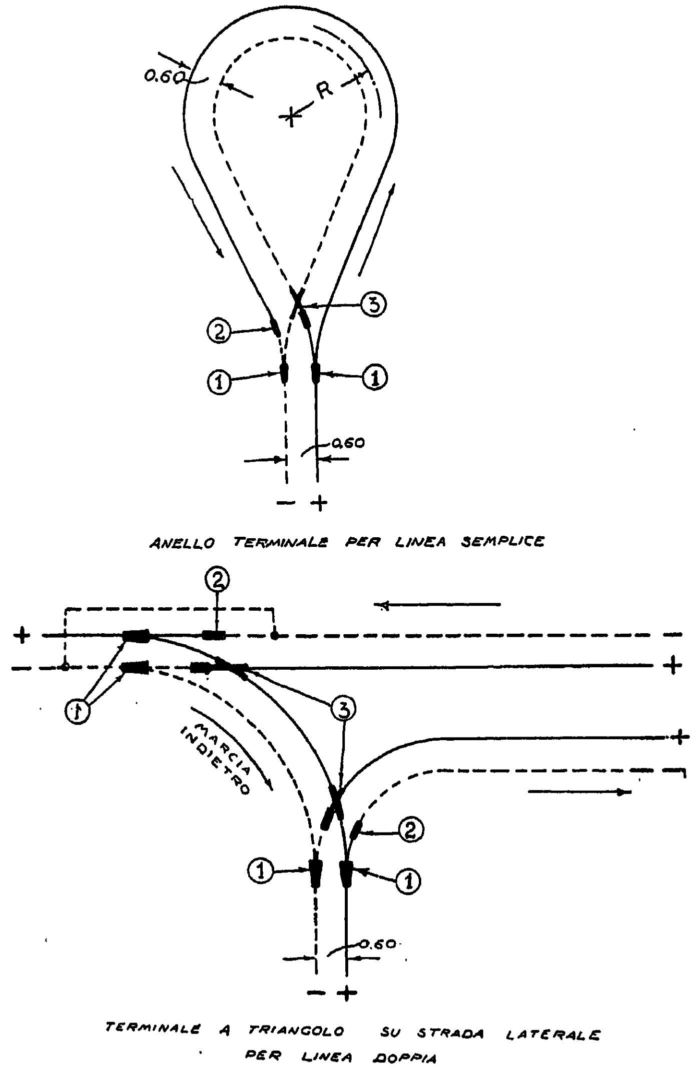


Fig. 15.

1 - Scambio a molla - destro.
2 - Sezione isolante.
3 - Sezione isolante combinata con incrocio (adattabile).

Più che le parole, valgono ad illustrare le soluzioni adatte per ogni caso particolare le rappresentazioni schematiche qui riprodotte.

Usando nel modo opportuno questi vari tipi di apparecchiature per linee aeree di contatto, si può far fronte a qualsiasi esigenza di tracciato.

Le prese di corrente oggi generalmente usate sono simili alle prese di corrente a rotella delle tranvie. L'unica diversità sta nell'imperniatura della rotella di contatto. Infatti la forchetta è montata girevole su un manicotto a sbalzo sull'asta del trolley. Perciò il piano in cui gira la rotella può esser sghembo rispetto al piano verticale in cui giace l'asta del trolley appunto per permettere alla vettura di spostarsi da ambo i lati della linea di contatto.

Generalmente i due trolley sono montati di fianco l'uno all'altro e muniti di raccogli-trolley per evitare sollecitazioni d'urto sulla linea di contatto, in caso di deragliamento.

Applicazioni filoviarie moderne in Italia.

Le filovie urbane di Vicenza già da più di tre anni hanno rinnovato il materiale mobile con vetture di produzione nazionale, Rognini

e Balbo. Però sia il motore che l'apparecchiatura di comando, non presentano particolari notevoli. Noteremo invece che anche a Vicenza l'adozione delle filovie ha presentato oltre al notevole vantaggio economico, anche il solito vantaggio di una aumentata velocità commerciale.

Certo però il tipo di vettura per il limitato numero di posti non sarebbe applicabile ai servizi più intensi e veloci richiesti dalle condizioni di traffico di altre città italiane.

Le Tranvie Elettriche Bresciane hanno messo in servizio nel febbraio di quest'anno tra Desenzano Città e Desenzano Stazione, due vetture di costruzione inglese. Il motore, unico ha una potenza di circa 60 HP a 600 volt; è di tipo compound, o meglio: durante la prima parte dell'avviamento funziona come motore serie, poi in marcia funziona come motore in derivazione. Il comando è costituito da un controller di manovra a pedale, e da un pannello di contattori elettromagnetici per il circuito di motore. La vettura è equipaggiata anche di freno pneumatico, con rubinetto del freno a pedale.

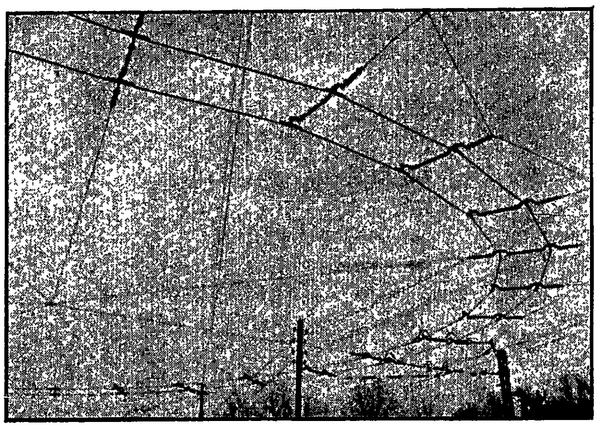


Fig. 16. — Particolare dell'anello terminale a Ponte del Gatto.

Il peso della vettura è di circa 7100 kg a vuoto. Il numero di posti a sedere è 31 ma può contenere comodamente altre 20 persone in piedi.

L'esercizio avviene sulla vecchia linea servita prima dalle vecchie vetture con presa di corrente a carrello. La linea di contatto è ancora quella di prima salvo che la si è dovuta irrigidire mediante interposizione di trasversali, uno per ogni campata tra i vecchi sostegni, per poter usare le nuove prese di corrente, a trolley, del tipo già descritto.

L'esercizio colle nuove vetture è sperimentale, e servirà eventualmente per sviluppare nuove linee filoviarie entro la rete esercita dalle Tranvie Elettriche Bresciane.

La linea filoviaria Ponte del Gatto-Cavoretto della Azienda Tranvie Municipali di Torino è veramente una linea moderna sia per il materiale mobile che per la linea di contatto.

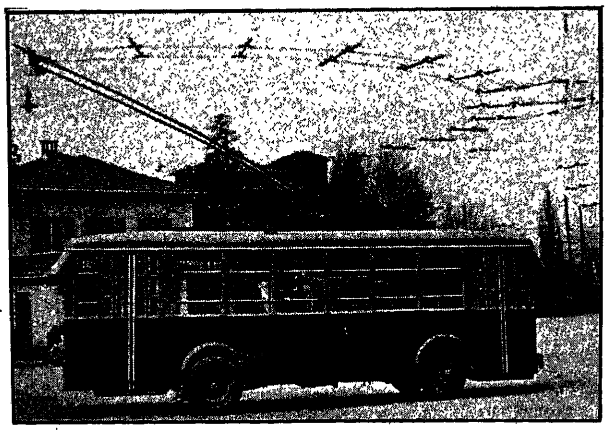


Fig. 17. — Una delle vetture all'anello terminale inferiore (Ponte del Gatto).

Le tre vetture in servizio sono state progettate e costruite dalla Fiat con criteri moderni, ispirati ai tipi a cassa portante, cioè senza chassis, della tecnica moderna americana. Le vetture pesano a vuoto circa kg 5700 e contengono 24 posti a sedere, lasciando ampio spazio per circa altri 25 passeggeri in piedi. Le porte di entrata anteriore, e di uscita posteriore, sono a comando pneumatico.

L'equipaggiamento elettrico consiste di due motori GE-1126 da 35 HP orari a 600 volt e dall'equipaggiamento di comando automatico PCM, a 18 posizioni. Sono inoltre munite dell'equipaggiamento di frenatura pneumatica già descritto, che, per la parte elettrica, è costituito da un regolatore di pressione ed un moto-compressore CP-25 della capacità di 280 litri al minuto. Tutto questo materiale è stato fornito dalla Compagnia Generale di Elettricità. La Fiat ha inoltre fornito l'impianto a bassa tensione (12 volt) per l'illuminazione.

La velocità massima in piano, della vettura carica, a circa 9500 kg, è di 36-38 km/ora.

Il servizio viene fatto sul percorso Ponte del Gatto-Cavoretto di 2,2 km circa, fortemente accidentato, con numerosissime curve e contro curve di raggio relativamente piccolo. Per questo la linea aerea di contatto, progettata e messa in opera, con materiali di costruzione della Compagnia Generale di Elettricità, ha richiesto un armamento piuttosto pesante. La pendenza media è del 4,5 % circa con pendenze massime del 6,5 % circa. Il percorso in salita viene fatto in sei minuti circa, incluso il tempo di arresto alle quattro fermate intermedie.

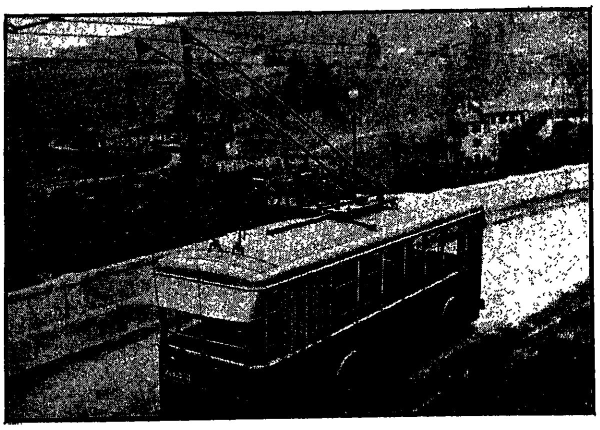


Fig. 18. — Vettura in partenza da Cavoretto.

Questa linea è un caso tipico di linea sussidiaria di una tranvia; essa serve infatti al traffico da e per Cavoretto, in coincidenza colla linea tranviaria che allaccia la zona di Ponte del Gatto al centro di Torino. Il servizio era disimpegnato prima ad un costo notevole mediante autobus a benzina, ed uno dei principali vantaggi che l'A.T.M. di Torino si aspetta, è quello di una sensibile riduzione del costo di esercizio.

Il nuovo servizio si è mostrato capace di far fronte senza sforzo anche ai traffici intensi dei giorni festivi, oltre ad avere sensibilmente diminuita la durata del tragitto.

Le filovie urbane di Cuneo porranno prossimamente in esercizio tre vetture analoghe a quelle di Torino, pure costruite dalla Fiat, ed equipaggiate, per la parte elettrica, con apparecchiature e motori della Compagnia Generale di Elettricità. Le prese di corrente saranno però del tipo ad asta unica, normale sulle filovie di Cuneo.

LE SOTTOSTAZIONI DI TRASFORMAZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA

Discorso del Presidente Generale Prof. UGO BORDONI nella Seduta inaugurale della XXXVI Riunione Annuale

Eccellenze, Signore, Signori,

Questa volta, non è la eco significativa della febbrile attività d'una miriade di sonanti officine che fa da cornice alla XXXVI Riunione annuale della Associazione Elettrotecnica Italiana, non è l'incontenibile fremito d'italianità d'una nobile regione che solo ieri ha visto realizzato l'antico sogno dell'unione alla Madre Patria, o la selva dei pennoni e delle ciminiere di mille navi, indici della travolgente secolare attività commerciale d'una grande città marinara; ma ci accoglie la magnificenza serena, armoniosa ed infinitamente suggestiva d'una fra le più belle, laboriose e feconde regioni d'Italia: feconda anche spiritualmente, di sublimi apostoli di bontà, di grandi guerrieri, di artisti insigni.

E' mutato il quadro che si dispiega innanzi ai nostri occhi, lietamente sorpresi di scorgere tante meraviglie e tante testimonianze di gloriose epoche passate affiorare fra gli indizi sicuri d'una operosità attuale, nel campo della cultura ed in quello dell'industria, la quale ha raggiunto vertici che tutti potrebbero invidiare; ma non è mutato il calore delle cordiali accoglienze cui siamo fatti segno, non è minore che altrove l'interessamento destato dai nostri lavori, la cui serietà conclusiva costituisce per la nostra Associazione un vanto e, ad un tempo, una inviolata tradizione.

Per questo interessamento, la nostra vivissima gratitudine si rivolge anzitutto al Governo Fascista, che ci ha fatto ancora una volta il grande onore di inviare un Suo rappresentante, scegliendolo nella persona di S. E. Pennavaria; l'insigne Statista, ed il valorosissimo combattente che già avemmo la ventura di avere fra noi a Genova ed a Trieste; il collaboratore devoto del geniale Rinnovatore delle maggiori Aziende industriali di Stato; nessuna scelta, Eccellenza, poteva essere più gradita di questa all'Associazione, che conosce la Vostra simpatia ed il Vostro acuto interessamento ai nostri problemi generali.

Ed è al tradizionale senso di larga ospitalità dell'Amministrazione Comunale che dobbiamo di poterci riunire in questo grandioso monumento della sapienza artistica di età passate, in cui la patina ineguagliabile del tempo ha completato così mirabilmente l'opera dell'uomo; è a Voi, Sig. Podestà che siamo debitori della intensa gioia intellettuale di poter lavorare in questa storica sala, dalle forti linee architettoniche ingentilite dalla vivacità degli affreschi, in questa sala che è stata testimone di quasi sette secoli di storia, a cominciare da quell'epoca di aspre e concitate contese medioevali nella quale, pure, qualche cosa del sogno d'una Italia unita e libera da oppressioni straniere cominciava a balenare alla mente del più grande Poeta di nostra Gente.

Ma particolare riconoscenza deve anche l'Associazione a S. E. il Prefetto, al Sig. Segretario Federale ed a tutte le alte Autorità, che con la loro desiderata presenza hanno voluto accrescere la importanza di questa seduta; ed a tutti coloro, Enti e persone, Amministrazioni pubbliche ed Aziende industriali, che hanno gareggiato verso di noi in cortesia, cooperando alla organizzazione del Congresso, ed a renderne più interessante e gradevole il programma, o facilitando le nostre visite tecniche, a tutti esprimo, anche in questa occasione, i sensi del nostro animo profondamente grato.

*

In queste nostre riunioni, le quali prendono motivo dall'obbligo, sancito dallo Statuto dell'Associazione, di una Assemblea Generale Annuale, due potrebbero essere i metodi tipici di lavoro: o passare in rivista, necessariamente rapida, quanto di più interessante sia stato fatto di recente negli ormai innumerevoli capitoli della elettrofisica e dell'elettrotecnica, oppure scegliere ogni anno un solo gruppo di problemi, un solo grosso argomento, fra quelli di maggior interesse contingente, ed approfondirlo in tutti i suoi aspetti. L'Associazione si avvicinò con vantaggio al primo metodo nel periodo iniziale della sua ormai più che trentennale attività nel quale giustamente ritenne che uno dei suoi compiti maggiori fosse la diffusione della cultura elettrotecnica anche al di fuori della cerchia dei suoi Soci, e quando ancora relativamente ristretto era il campo degli studi e delle applicazioni. Era quello il periodo in cui troppa parte del pubblico considerava le applicazioni elettriche più come una curiosità che come destinate al grandioso sviluppo poi delineatosi; il periodo in cui i consumi annui di energia elettrica in Italia si misuravano a poche centinaia di milioni di chilowattora in luogo degli undici miliardi attuali; l'epoca in cui maturava quel grande rivolgimento del pensiero scientifico che ci ha condotto alle concezioni profondamente innovatrici ed alle meditate audacie della moderna fisica atomica.

Ma passato il periodo in cui l'occuparsi di elettrotecnica dava sempre una certa aria di pioniere, l'Associazione Elettrotecnica venne gradatamente trasformando le proprie riunioni sino ad adottare, già da molti anni, sia pure senza quell'assoluta rigidezza che nulla giustificherebbe, il secondo metodo, il solo che riesca veramente utile a chi segue da vicino qualche ramo dell'elettrotecnica, per l'importantissimo materiale di studio del quale procura la raccolta: materiale costituito dal complesso delle relazioni presentate sui vari lati dell'argomento dai maggiori specialisti e dalle successive discussioni, che la appartenenza all'Associazione d'ogni genere di competenze riguardanti l'elettrotecnica rende particolarmente serene, equilibrate e feconde.

*

Quest'anno, tema fondamentale del Congresso sono le «Sottostazioni di trasformazione dell'energia elettrica».

Delle parti essenziali d'un complesso impianto elettrico moderno, le sottostazioni sono certo quelle che il pubblico conosce meno. Esso conosce le lampade, i motori, le stufe, gli apparecchi utilizzatori insomma che adopera o vede di continuo, in casa e fuori; ricorda le centrali generatrici, di cui ha intravisto, passando, i grandi bacini, le dighe, i canali e le nere tubazioni forzate aderenti al pendio della montagna; ha certamente visto le linee di trasmissione che solcano per ogni verso il nostro Paese, portando ovunque l'energia richiesta dalle innumerevoli esigenze civili, industriali ed agrarie, vere arterie della complessa vita moderna; ma ben poco sa di quegli importantissimi centri di trasformazione, raccolta e smistamento e regolazione dell'energia che sono le sottostazioni.

Eppure, la differenza caratteristica fra i primi modesti impianti locali e gli attuali grandiosi sistemi elettrici sta proprio in questo, nella presenza delle sottostazioni. Non ho bisogno, difatti, di ricordare che quando le quantità d'energia da erogare sono limitate e piccole le distanze fra la centrale e gli utenti, è possibile dare all'energia elettrica caratteristiche tali, che si prestino sufficientemente bene tanto alla produzione che alla trasmissione ed alla utilizzazione: non v'è assoluto bisogno, dunque, di trasformazione. Ma quando ben altre sono le cifre fondamentali in giuoco, quando crescono distanze e masse d'energia, allora la trasmissione diventa economica solo a patto che la corrente abbia caratteristiche completamente diverse; che abbia cioè una tensione, assai più elevata di quelle normalmente ammissibili nel macchinario generatore e accettabili senza pericoli od inconvenienti tecnici per gli apparecchi di utilizzazione.

Sorge subito, dunque, la necessità di elevare la tensione della corrente prodotta dal macchinario generatore per renderla atta alla trasmissione; e, giunta l'energia nel posto di utilizzazione, occorre tornare ad abbassare la tensione, talvolta in più riprese, per renderne praticamente possibile l'uso; sorge, in altri termini, la necessità di completare l'impianto con adatte sottostazioni per la ripetuta trasformazione delle caratteristiche elettriche dell'energia.

Ma a questa necessità elementare ben altre se ne aggiungono, derivanti dai legami che occorre istituire fra i gruppi di centrali, non potendosi più oggi concepire, come evidentemente irrazionale e antieconomico, il funzionamento indipendente delle singole centrali d'un medesimo sistema idraulico o di regioni vicine; ed altre ancora, derivanti dalla varietà degli aspetti e dell'esigenze che la distribuzione dell'energia può presentare. Si comprende perciò come l'insieme delle sottostazioni costituisca una parte eccezionalmente importante e delicata dei grandi complessi elettrici che ovunque vanno decisamente prevalendo; in esse, imponenti masse d'energia vengono ricevute, misurate, trasformate, talvolta anche filtrate, unite ad altre masse simili, oppure suddivise e nuovamente erogate; in talune di esse trovano posto speciali e preziosi impianti di regolazione, di compensazione e di comando dell'energia che vi affluisce o se ne allontana.

Cuore d'ogni sottostazione è il trasformatore, il meraviglioso apparecchio reso possibile — al pari di tante altre macchine elettriche — dalla utilizzazione di quelle leggi della induzione elettromagnetica che il genio di Michele Faraday scoprì or è esattamente un secolo. Ideato da Gaulard e Gibbs intorno al 1884, verosimilmente nella confusa speranza di ingannare la Natura costringendola a fare l'impossibile miracolo della moltiplicazione dell'energia, non possiamo non ricordare come esso abbia dato occasione a Galileo Ferraris, indimenticabile fondatore della nostra Associazione, di scrivere alcune fra le sue pagine più geniali.

Ed a chi consideri un poco dall'alto la questione della grande distribuzione d'energia, appare subito che il largo uso delle sottostazioni, il quale ha esercitato ed esercita una influenza così decisiva

sulla fisionomia degli impianti elettrici e sulle loro possibilità tecniche, è prevalentemente dovuto a due fortunate proprietà del trasformatore: il rendimento altissimo e l'automatismo del funzionamento. Senza la prima proprietà ad ogni trasformazione delle caratteristiche elettriche dell'energia corrisponderebbero perdite così importanti da limitare praticamente, per ragioni economiche, le possibilità e il numero delle trasformazioni stesse, cioè, quella mirabile adattabilità a tutte le circostanze che è una delle non ultime ragioni della diffusione delle applicazioni elettriche; senza l'automatismo del funzionamento, che oggi si cerca di rendere ancora più completo, estendendolo con ingegnosi artifici alle apparecchiature ed ai comandi, non sarebbe economicamente concepibile la miriade di piccole sottostazioni sparse nelle città e nelle campagne. Ora, è ben singolare che queste proprietà del trasformatore, e la prima in particolare, siano dovute ad uno dei fenomeni più noti, ma in pari tempo più complicati e oscuri che la fisica possa enumerare, quel fenomeno del ferromagnetismo, che soltanto pochissimi metalli presentano.

Sarebbe superfluo, Signori, ricordare qui che nei riguardi dei fenomeni magnetici, in genere, non esiste nulla di analogo alla conduttività elettrica; che, cioè, non esistono dei «conduttori magnetici». Tutti i corpi dal punto di vista magnetico, si comportano, difatti, in modo simile a quello che fanno i dielettrici dal punto di vista elettrico; ma il confronto di ciò che avviene nel loro interno con quello che avviene nello spazio vuoto, a parità di cause agenti, suggerisce la loro suddivisione in due grandi categorie: la prima, assai più numerosa, comprende quei corpi — e vengono detti diamagnetici — la cui così detta permeabilità magnetica è inferiore a quella dello spazio vuoto; la seconda, l'insieme di quei corpi — paramagnetici — dotati di permeabilità maggiore del vuoto, cioè che offrono un più facile passaggio alle linee di flusso magnetico. Per altro, le differenze quantitative di comportamento rispetto il vuoto sono generalmente assai piccole; le permeabilità dei vari corpi, dunque, presa come unità quella dello spazio vuoto, pur essendo maggiori o minori dell'unità ne differiscono di estremamente poco; talvolta in modo appena percettibile alle indagini più delicate. Ma v'è un assai ristretto gruppo di corpi paramagnetici nei quali, invece, la differenza di comportamento con lo spazio vuoto è assai maggiore ed in taluni casi addirittura enorme: sono i corpi così detti ferromagnetici, dal nome del rappresentante più noto del gruppo. La loro permeabilità giunge sino a qualche migliaio di unità nei materiali ferrosi usati nell'usuale macchinario elettrico e persino a parecchie diecine di migliaia di unità nei materiali speciali (leghe di nichel e ferro) usati nella tecnica delle correnti deboli. E' questa grande permeabilità rispetto lo spazio vuoto e rispetto l'aria(la quale è debolmente paramagnetica) che ci consente di guidare quasi come vogliamo le linee di flusso magnetiche, offrendo loro una via attraverso questi materiali; è questa proprietà che spiega il larghissimo uso del ferro e delle sue leghe nel macchinario elettrico e, fra l'altro, costringe nei trasformatori pressochè tutte le linee di flusso magnetiche prodotte da uno dei circuiti a concatenarsi con l'altro circuito, eliminando così una fra le più grosse cause possibili di perdite e riconducendo entro limiti ragionevoli dimensioni e costo dell'apparecchio.

Ma a che cosa è dovuto questo provvidenziale comportamento di alcuni corpi, che poi sparisce a temperatura elevata? La singolarità, come ben sapete, non consiste soltanto nel valore eccezionalmente elevato della permeabilità, ma altresì nel fatto che la magnetizzazione che questi corpi assumono non è più proporzionale alla causa agente; e, ancora, nell'altra circostanza che lo stato magnetico non è più determinato soltanto dalle cause che agiscono nell'istante considerato; ma dipende anche dall'insieme di tutte le cause anteriori: i fenomeni ferromagnetici, in altri termini, presentano in modo spiccatissimo quel carattere di ereditarietà contro il quale si spuntano le trattazioni matematiche usuali fondate sull'impiego di equazioni differenziali; e, a parte, ben inteso, gli studi di carattere empirico od approssimato, appena qualche cosa può ottenersi con metodi particolarissimi, oppure con l'impiego di forme nuove ed assai complesse di indagine matematica che si stanno faticosamente elaborando in questi decenni col concorso, in prima linea, della scienza italiana.

Ora, i fenomeni del diamagnetismo sembrano essere di origine atomica; quelli del paramagnetismo, di origine atomico-molecolare; ma per quelli del ferromagnetismo, la considerazione di queste sole unità, l'atomo e la molecola, non può bastare, sia per la circostanza che possono essere ferromagnetiche anche delle leghe formate di metalli (come l'alluminio, il manganese ed il rame), i quali, presi isolatamente non sono ferromagnetici, sia perchè in un medesimo corpo, l'acciaio, ad es., le proprietà ferromagnetiche sono assai fortemente influenzate dai trattamenti termici e meccanici. Secondo le concezioni ed il linguaggio della fisica atomica di sei o sette anni or sono, si postulava la esistenza, nell'atomo, di minuscole cariche elettriche, gli elettroni, ruotanti intorno ad un nucleo centrale seguendo orbite ciascuna delle quali non poteva essere una qualunque delle infinite geometricamente possibili, ma doveva appartenere ad un relativamente ristretto gruppo di traiettorie energeticamente stabili e costituenti un insieme discontinuo, sia come grandezza che come orientazione: era, in altri termini, quello che si potrebbe chiamare, per i suoi legami con la celebre e oramai fondamentale teoria dei «quanta», la «quantitazione spaziale» completa delle orbite. Era già un notevole passo avanti rispetto le idee di diciotto o venti anni or sono, le quali ignoravano questa «quantitazione». Comunque, poichè una carica elettrica in moto equivale ad una corrente, ed una corrente, a sua volta dà sempre origine ad un campo magnetico, si intravedeva la presenza nell'atomo di questi minuscoli campi magnetici, dovuti ai moti elettronici, aventi determinate orientazioni e la cui importanza era misurata dal così detto «momento magnetico»; ed il momento magnetico apparente dell'atomo, considerato, per così dire, dall'esterno, era ovviamente la risultante di tutti i minuscoli momenti magnetici interni. Immaginiamo allora per un momento che questa risultante sia nulla per tutti gli atomi d'un medesimo corpo, cioè che nell'interno di ciascun atomo si compensino mutuamente i vari momenti elementari; allora il corpo in condizioni ordinarie si presenterà magneticamente neutro; ma se si discute il suo comportamento, quando viene sottoposto ad azioni magnetiche, se dimostra che, a causa di sopraggiunte alterazioni nel modo nel quale gli elettroni percorrono le loro orbite, esso dovrà presentare a sufficienza le proprietà dei corpi diamagnetici.

Se invece immaginiamo che quella risultante non sia nulla, il magnetismo atomico residuo in generale non potrà venire percepito dall'esterno del corpo a causa dei compensi fra atomo e atomo dovuti alla diversità delle direzioni di magnetizzazione; per altro sotto l'influenza di azioni magnetiche verrà a prodursi un doppio ordine di fenomeni: gli uni, analoghi a quelli che si presentano nel caso precedente, tenderanno ancora a rendere il corpo diamagnetico; gli altri, legati con l'orientamento che gli atomi e le molecole, non più magneticamente neutri, conteranno di assumere per effetto del campo esterno, avranno per effetto di dare al corpo proprietà paramagnetiche; le quali finiranno per prevalere tutte le volte che momento residuo e orientamento siano sufficientemente importanti.

Ora, la fisica atomica di oggi, se non ha mutato radicalmente la sostanza di queste antiche concezioni, ci ha però in gran parte privato della loro interpretazione.

Questa fisica, difatti, è ispirata fra l'altro dallo scrupolo di introdurre nelle considerazioni soltanto quelle grandezze ed entità fisiche che appaiono direttamente perseguibili con i nostri mezzi di indagine sperimentale, sia pure idealizzati per sopprimere ogni difficoltà puramente tecnica; cioè, dallo scrupolo di evitare una meccanizzazione troppo soggettiva dell'atomo, quasi come reazione a quella tendenza verso i modelli meccanici così frequente nella mentalità anglo-sassone, alla quale dobbiamo tante curiose ideazioni, dal modello maxwelliano dei fenomeni d'induzione a quello dell'etere giroscopico di Kelvin. E lo scrupolo è giusto; chè il mondo atomico è certo incredibilmente diverso da quello che la nostra immaginazione, abituata alle cose macroscopiche, può figurarsi, come lo dimostra la netta inapplicabilità, a quel mondo, di quelle leggi della meccanica che tutti i giorni verifichiamo nei fenomeni ordinari di massa; è dunque pressochè certo che nè il nostro linguaggio, nè la nostra mente hanno ancora parole e idee sufficientemente adatte alla trattazione dei fenomeni atomici. Resta dunque, nel caso che ci interessa, il concetto dei momenti magnetici interatomici e possono restare molte sue conseguenze relative, ad es. alla nota teoria del «magnetone» di Bohr; ma viene in grandissima parte a mancare la semplice interpretazione che ne avevo accennata, legata ai moti elettronici: se mi consentiste una frase tolta a prestito dal linguaggio fotografico, si potrebbe dire che la spiegazione dei fenomeni dia e paramagnetici, alla luce delle nuove idee, diventa più salda, forse, ma molto meno nitida, molto meno «a fuoco» per i nostri occhi, fisici ed intellettuali, troppo abituati a cose tanto più grossolane.

Ma nei tentativi di spegazioni ai quali ho accennato, il ferromagnetismo non trovava posto. Si pensò allora, sempre rimanendo nell'antica cerchia di idee, che in taluni corpi il tipo degli aggruppamenti molecolari fosse tale da permettere agli effetti magnetici dei momenti atomici di sommarsi localmente, dando origine a campi molecolari interni, proporzionabili alla intensità di magnetizzazione; e tale ipotesi rende realmente conto, in senso qualitativo, di parecchie particolarità di comportamento dei corpi ferromagnetici. Una discussione più serrata, per altro, mette in luce che questa teoria porta anche a conseguenze che non sono d'accordo con tutti i fatti (i quali, ad es., rivelano nei corpi «forze coercitive» assai minori di quelle che avrebbero previste); e che essa, inoltre, ha bisogno di postulare la esistenza di campi molecolari di intensità fantasticamente grande, almeno un centinaio di volte più intensi di quelli che riusciamo a produrre nei laboratori, mobilitando tutte le risorse della tecnica costruttiva degli elet-

tromagneti. Di fronte a questo, si è cercato in vario modo di trovare una via di uscita; ma, bisogna confessarlo, senza frutti positivi; i meno fragili fra i tentativi fatti sembrano essere quelli che si sono proposti di ricercare al campo molecolare una origine che sia magnetica soltanto in parte. E quanto ai moderni sviluppi sulla fisica, sebbene essi non abbiano ancora avuto tempo di considerare abbastanza profondamente e da vicino il problema del ferromagnetismo, pure, dal poco che se ne è scritto e dalle comunicazioni orali che è possibile avere, sembra intravedersi che le nuove correnti di pensiero cercherebbero la spiegazione di questi problemi per una via molto diversa; nella considerazione, cioè, delle particolarità di certi fenomeni, riguardanti le molecole ed i loro aggruppamenti, i quali, in determinate condizioni potrebbero dar luogo a conseguenze simulanti l'intervento d'un assai intenso campo magnetico, senza per altro che questo campo realmente esistesse nel senso che ordinariamente gli si dà. Si tratterebbe, comunque, d'una spiegazione in parte formale, e che solo fino ad un certo punto potrebbe oggi aspirare al nome di spiegazione, se spiegare un fenomeno debba significare ancora il ricondurlo ad altri fenomeni più intuitivi.

E potrebbe anche in questo particolare problema ripetersi la constatazione che come si allontana in campagna l'orizzonte, man mano che gli andiamo incontro, così, con l'affinarsi progressivo dei nostri mezzi di investigazione teorica e sperimentale, il fondo delle cose sembra allontanarsi sempre più, rivelandoci del nuovo e dell'imprevisto. E sino a quando avverrà questo?

*

Ma forse troppo mi sono già attardato in queste divagazioni; certamente troppo, anzi, potrebbe dirmi chi, con spirito realistico, osservasse che, in fondo, malgrado tutte queste incertezze e queste lacune del nostro sapere, noi conosciamo già a sufficienza il comportamento sperimentale dei materiali ferromagnetici; tanto, da saper prevedere e calcolare che cosa avviene nelle nostre macchine sino ad identificare ogni grammo di materiale teoricamente superfluo, eliminandolo con una cura ed una fretta persino eccessive; che, inoltre, il rendimento del macchinario, e in special modo quello dei trasformatori, è giunto a valori così vicini all'unità, che nessun miglioramento importante potrebbe mai sperarsi da una conoscenza più approfondita della natura dei fenomeni che in quelle macchine avvengono. E, sempre in questo ordine di idee, si potrebbe aggiungere che i problemi tuttora aperti riguardanti i trasformatori sono prevalentemente problemi costruttivi e di funzionamento; e carattere analogo hanno le questioni di importanza attuale riguardanti le sottostazioni, in relazione agli svariatissimi compiti alle quali possono essere chiamate, oltre ai sempre nuovi, sempre mutevoli e vitali problemi concernenti le apparecchiature di manovra, protezione e regolazione, l'automatismo del loro funzionamento e così via.

Il mio interlocutore, Signori, avrebbe pienamente ragione di dirmi tutto questo; ne sono tanto persuaso io per il primo, che proprio alle questioni da lui indicate si riferiscono le insolitamente numerose relazioni che in questo Congresso verranno discusse. Permettete, anzi, che in questa occasione io ringrazi vivissimamente coloro che hanno voluto così cooperare, con una premura superata soltanto dal valore del lavoro compiuto, allo svolgimento tecnico della riunione, Coloro che hanno consentito, con la spontaneità che è tradizionale nella grande famiglia elettrotecnica, a comunicare ai Colleghi tanta parte del tesoro di esperienza personale e di sapere laboriosamente accumulato nei molti anni di studio e di accorta e spesso geniale attività.

Il mio interlocutore dunque, avrebbe ragione dal suo punto di vista delle necessità dell'oggi e dell'immediato domani; ma non egualmente ragione, forse anche per chi guardasse ad un avvenire un po' più lontano. Perchè, se in nessuna parte della tecnica regna lo «stato stazionario», questo accade meno che mai in elettrotecnica, dove il succedersi dei progressi è tale da costringerci a stare sempre, per così dire, come accampati e con le valigie pronte. E di fronte alla constatazione che tante mirabili cose si siano potute ottenere pur ignorando pressochè tutto quello che v'è, non dico nel fondo, ma anche a moderata profondità nell'abisso forse insondabile della conoscenza, non è giustificata, anche in questo campo particolare, la speranza che a ben altre insospettabili meraviglie possa l'uomo prepararsi per il giorno in cui, diventata meno grande la nostra ignoranza intorno alla essenza di questi fenomeni, ci sarà possibile di padroneggiarli meglio, unendo ancora una volta i vantaggi che potremo ritrarne, e le nuove possibilità che all'uomo si apriranno, con quella che è la forma più eletta di godimento: il possesso delle nuove verità conquistate.

Ho ricordato, poc'anzi, come il progresso in elettrotecnica sia continuo. Voi capete, anzi, come proprio per la tecnica delle trasmissioni, e quindi per le sottostazioni di trasformazione, cominci in questi tempi a delinearsi la possibilità di un orientamento nuovo, con la utilizzazione anche nel campo delle grandi trasmissioni d'energia di principii e fenomeni analoghi a quelli che hanno rapidamente conquistato e dominato, con i meravigliosi tubi termoionici, il campo delle piccole trasmissioni di energia, quello delle comunicazioni elettriche con e senza fili. La ragione, difatti, per la quale la corrente continua, astraendo da alcuni casi di distribuzione di modesta entità, è stata fin qui completamente esclusa dalle grandi trasmissioni, malgrado alcuni assai importanti vantaggi ai quali il suo impiego dovrebbe condurre, sta nella impossibilità di convertire la corrente alternata in continua e viceversa e di variare le caratteristiche della corrente continua, con quella semplicità di mezzi e con quei rendimenti altissimi che sono offerti dai trasformatori per corrente alternata.

Ma i progressi costruttivi dei tubi termoionici, quello dei convertitori a vapore di mercurio e l'applicazione anche a questi ultimi del principio del controllo dell'imponente flusso elettrico, che si produce nel loro interno, mediante griglie di comando, fanno sperare possibile la risoluzione, e con le caratteristiche pratiche occorrenti, del problema della conversione statica della corrente alternata in continua, e viceversa. Se queste previsioni saranno confermate in misura sufficiente, rimarrà probabilmente alternato trifase il macchinario generatore dell'energia, e così pure le reti di distribuzione e utilizzazione, ciò che permetterà all'utente di ignorare, per così dire, il cambiamento avvenuto; ma diventeranno a corrente continua le grandi trasmissioni di collegamento. Le sottostazioni minori, le più numerose, resterebbero quindi verosimilmente del tipo che forma l'oggetto della nostra riunione; ma affatto diverse sarebbero le grandi sottostazioni poste agli estremi delle linee di trasmissione, destinate le une a convertire la corrente trifase generata dalle macchine in corrente continua ad altissima tensione, e destinate le altre, ad effettuare la conversione opposta, in prossimità dei centri di distribuzione. E sarà forse compito di uno dei futuri Presidenti della nostra Associazione, fra dieci anni o fra cinque, di mettere nuovamente all'ordine del giorno il problema delle nuove sottostazioni: ed io sono sicuro, Colleghi, che Voi avrete conservato alla elettrotecnica italiana, nella elaborazione delle nuove soluzioni, quel posto altissimo che tutti oggi, per Vostro merito, le riconoscono.

*

Ma temo, o Signori, che se anche avessi avuto la ventura di dirvi cose non del tutto prive di interesse, difficilmente potrei farmi perdonare la colpa, se continuassi, di avere ritardato il momento in cui il geniale Studioso e Statista che abbiamo la rinnovata fortuna di avere fra noi, vorrà con fervida parola ed ispirata eloquenza, dichiarare aperti i nostri lavori; il momento in cui uno dei nostri più illustri Colleghi, l'ingegnere Ferrerio, Direttore d'uno dei gruppi industriali più grandi del nostro Paese, e più benemerito dell'alta cultura, vorrà pronunciare il Suo così atteso discorso inaugurale.

Eccellenze, Signore, Signori,

Nella armonica struttura, così sapientemente elaborata, che il nostro Paese ha assunto in questi anni, salendo nella estimazione altrui ad un livello mai per l'addietro sperato, tutti debbono avere un compito, persone ed enti, e tutti debbono assolverlo portando il loro contributo, piccolo o grande, al raggiungimento di quegli ideali altissimi verso i quali è fisso lo sguardo di Colui che le nuove energie italiche impersona e che, fra gli altri miracoli, ha operato anche quello di ridare a noi stessi la smarrita fiducia, la coscienza della nostra storia, la visione dell'avvenire.

L'Associazione Elettrotecnica Italiana conosce i suoi doveri, è consapevole degli impegni che le derivano dalla nobiltà del suo passato e dai ripetuti, ambiti riconoscimenti della sua opera serena e disinteressata; è convinta della opportunità della collaborazione fra coloro che hanno intenti affini, della necessità di sopprimere i compartimenti stagni fra coloro che lavorando sullo stesso terreno, possono sommare utilmente le loro forze in vista di grandi interessi generali; essa sa ancora che cristallizzarsi in posizioni raggiunte, per quanto elevate, vorrebbe dire allontanarsi a poco a poco dalle correnti più vitali della operosità nazionale.

Così vasto è l'insieme delle questioni alle quali la nostra Associazione dedica la sua attenzione, così legate esse sono da un lato allo sviluppo della scienza e dall'altro alla prosperità di una delle maggiori industrie, così oggettiva, per trentennale tradizione, è l'attività nostra, da consentirmi, o Colleghi, di confidare che non verremo tacciati di soverchia presunzione se il nostro proposito di contribuire al progresso di quelle questioni agitando idee, diffondendo risultati, promuovendo fruttosi dibattiti, se questo saldo proposito noi, dalla città che vide l'inizio dello storica marcia risanatrice, ardiremo oggi confermare rispettosamente all'Artefice maggiore delle rinnovate fortune del nostro Paese, se la affermazione, infine, della più illimitata devozione noi faremo ancora una volta giungere alla Maestà augusta del nostro Re.

LE FUNZIONI DELLE SOTTOSTAZIONI NELLE GRANDI RETI ELETTRICHE

P. FERRERIO

Discorso inaugurale della XXXVI Riunione Annuale

Se ritorniamo indietro col pensiero agli ultimi anni del secolo passato e risaliamo a grado a grado fino ai nostri giorni, non possiamo non restare stupiti del cammino percorso in poco più di un trentennio nel campo dell'industria elettrica. Certamente non esiste nella storia del consorzio umano un altro caso di più rapido e generale perfezionarsi e diffondersi di un potente mezzo creatore di benessere e di civiltà.

La generazione che, come la mia e di molti di voi, ha studiato alla luce del gas illuminante, del petrolio, della candela ed ha anche potuto vedere di uso generale in tutta la nostra campagna la vecchia lucerna ad olio, nella stessa forma, se non dello stesso materiale, di quelle usate dai nostri antenati preistorici, può ben dire di essere passato in breve volgere di anni dall'epoca delle tenebre all'epoca della luce.

Ma una rivoluzione non meno grandiosa si è avuto nel campo delle applicazioni industriali, per la quale dagli asmatici motori a gas povero o dalle solenni motrici a vapore, azionanti interminabili trasmissioni a mezzo di mastodontici congegni di volani, cinghie e funi, si è passati al docile, silenzioso e pulito motore elettrico disseminato qua e là per i saloni delle fabbriche, sovente nascosto sotto il pavimento o appiccicato a soffitti e pilastri, quasi timoroso di farsi vedere o di ingombrare, dal minuscolo motorino incorporato nella macchina di cucire, al motore di qualche decina di migliaia di cavalli che aziona poderosi laminatoi.

Questo risultato, davvero mirabile per la rapidità con la quale fu conseguito, ha potuto verificarsi perchè a poco a poco, ma con ritmo progressivo ed instancabile, le scarse e piccole oasi elettrificate sparse un po' dovunque sulla superficie del nostro Paese sono andate moltiplicandosi e dilatandosi, come tante macchie d'olio sopra un foglio di carta, fino a toccarsi, fino a compenetrarsi, ed a costituire un unico mirabile complesso.

Le varie sorgenti produttrici, sorte un po' dovunque, ma sopratutto là dove esistevano o erano più favorevoli le condizioni per il loro nascere, spinsero gradualmente in tutte le direzioni, sempre più lontano, i loro tentacoli, rendendoli sempre più capaci ed efficienti, fino a intrecciare gli uni con gli altri per darsi aiuti scambievoli, sicchè ne risultò una rete fitta e poderosa che copre il corpo della nostra Italia come un ben congegnato sistema di arterie che portano in ogni parte di essa il fluido vivificatore che allevia la fatica delle genti e dà loro la luce ed il calore.

Ma dappertutto là dove queste arterie si incontrano o si dividono od attenuano la loro tensione si determina una situazione singolare che richiede congegni e meccanismi particolari per regolare gli scambi, il frazionamento e la tensione; nascono così, per scendere dal concetto analogico al concreto oggetto del nostro discorso, i nodi di smistamento,, di interconnessione, di conversione, di regolazione e trasformazione, in una gamma svariatissima per tipo, funzione e importanza, dalle stazioni grandiose per vastità e complicazione più di una grande centrale produttrice, giù giù fino alle piccole cabine delle modeste reti di distribuzione, vasi capillari dell'enorme sistema, fino al minuscolo trasformatorino abbarbicato ad un paletto di legno, sperduto in una deserta campagna a procurare ad un'umile casa l'aiuto della propria forza per la fatica quotidiana, il conforto della viva luce, che scaccia dall'animo umano il terrore del tenebroso nulla.

Se dovessimo rappresentare sopra una vasta carta del nostro Paese tutti questi nodi singolari della grande rete elettrica che lo copre, avremmo una specie di via lattea tanto fitti sarebbero.

Ma le sottostazioni non costituiscono soltanto l'elemento più numeroso e diffuso del complesso organismo elettrico, pur limitando la nostra considerazione a quelle importanti, ma anche il più vario per funzioni e per tipi, il più ampio per il numero e la varietà dei macchinari e degli apparecchi interessati, il più importante per le difficoltà dei compiti che tali apparecchi devono assolvere.

Dal punto di vista elettrico, mentre nel caso di una centrale produttrice (salvo parzialmente per le centrali termiche) non esiste un problema di ubicazione, questa essendo determinata da elementi estranei al problema elettrico (e cioè da elementi di carattere idrologico o da condizioni particolari relativi al rifornimento del combustibile e alla possibilità di avere i necessari quantitativi di acqua che anche una centrale termica richiede) nel caso invece di una sottostazione, specialmente per le più importanti, è luogo a considerare la scelta della località dove essa deve sorgere, scelta che va fatta tenuto presente il problema generale della somministrazione dell'energia elettrica in tutta una vasta regione, e tenendo anche conto di previsioni di futuri sviluppi e possibilità. Sicchè una decisione non sufficientemente ponderata potrebbe in un avvenire anche prossimo risultare causa di oneri, che uno studio più oculato avrebbe potuto risparmiare.

La scelta della località è anche in relazione alla funzione che la sottostazione deve adempiere. Essa infatti può essere destinata a svolgere nelle reti in cui è inserita una funzione di smistamento di linee e di energia, come può invece provvedere all'interconnessione fra sistemi appartenenti a raggruppamenti diversi e che possono anche essere diversi per frequenza e tensione, donde l'installazione di gruppi di conversione o di trasformatori a funzionamento nei due sensi; come invece la sottostazione può semplicemente provvedere alla regolazione della tensione in determinati punti caratteristici della rete, o infine soltanto a trasformare la tensione dell'energia da quella di grande trasporto ad altra intermedia fino ad arrivare alla bassa tensione del minuto consumatore. E la funzione può naturalmente essere complessa, la stessa sottostazione assolvendo contemporaneamente compiti diversi.

Anche nel tipo morfoloico, per così esprimermi, si trova nel campo delle sottostazioni una varietà che non si riscontra nelle centrali. Fra il tipo completamente chiuso e quello completamente all'aperto, abbiamo quelli intermedi semplicemente coperti o quelli misti che chiudono soltanto la parte a una data tensione, oppure soltanto gli interruttori o soltanto i trasformatori. Da noi oramai esistono esempi di ogni genere e può essere utile avere elementi per giudicare circa la convenzione di adottare, a seconda dei casi, uno piuttosto che un altro sistema.

Varia, poi, totalitaria direi anzi, è la materia, ed ampia.

Totalitaria perchè troviamo nelle sottostazioni non solo tutto il macchinario e l'apparecchiatura elettrica di una centrale, compreso l'alternatore rappresentato dai condensatori sincroni e dalle macchine sincrone dei gruppi di conversione, ma dell'altro ancora, come i grossi asincroni degli stessi gruppi di conversione, i dispositivi Scherbius, i convertitori a mercurio; sicchè, se si escludono determinati macchinari ed apparecchi specifici di particolari utilizzazioni dell'energia (come sarebbero i forni elettrici) troviamo nel complesso delle sottostazioni tutta la gamma del materiale elettrico.

Ed ampia è la materia perchè è proprio nelle sottostazioni che è concentrata la maggior parte di tutti gli organi elettrici, se si escludono quelli generatori. Basta riflettere che la potenza di trasformatori in esse installata è almeno doppia di quella installata nelle centrali, e che il numero e l'importanza degli organi di connessione (interruttori e sezionatori) è in esse preponderante di gran lunga.

Ma è sopratutto per la difficoltà e talvolta la durezza dei compiti che sono affidati alle apparecchiature delle sottostazioni che l'oggetto dei vostri studi in questa riunione è del massimo interesse.

Le funzioni alle quali alcuni degli organi delle sottostazioni sono chiamati e le sollecitazioni, per usare un termine a noi tutti famigliare, alle quali sono sottoposti, sono infatti più complesse e difficili, le prime, e più severe, le seconde che non per gli analoghi organi nelle centrali.

La funzione elettrica che compie una centrale è assai semplice ed è andata semplificandosi sempre più. La riduzione del numero delle unità, l'aumento della potenza singola, l'aumento della tensione delle linee di trasporto hanno infatti semplificato e facilitato il compito. Il generatore è diventato pressochè un tutt'uno col trasformatore destinato a sopraelevare la tensione dal valore di generazione a quello necessario alla trasmissione, ed è quindi praticamente scomparso l'ingombrante quadro alla tensione di macchina che rappresentava la parte più complessa e delicata dell'impianto, anche per l'imponenza delle correnti in gioco; ed è noto a voi tutti come la bestia nera di coloro che hanno la responsabilità quotidiana dell'esercizio di un impianto elettrico non sia il *volt* ma *l'ampere*. L'aumento progressivo della tensione in partenza ha consentito di ridurre il numero delle linee, sicchè, siamo passati dalla sei terne per trasportare a 30 km di distanza i 9.000 kW del vecchio impianto di Paderno all'unica terna a 220 kV per trasportare a 250 km i 120.000 kW della potente centrale di Cardano.

La turbina è a sua volta un docile strumento che consente di dosare quasi farmaceuticamente il flusso dell'energia e permette di effettuare le inserzioni in parallelo senza la minima difficoltà e nelle migliori condizioni; sicchè questa operazione che un tempo costituiva il ponte dell'asino per saggiare l'abilità dell'elettricista è diventata un funziona banale, che si affida ad un meccanismo automatico o che può compiere un semplice manovale, su ordini impartitigli anche a distanza.

La regolazione differenziale, i dispositivi limitatori dell'eccitazione ecc., hanno ridotte al minimo le sollecitazioni dei singoli organi dell'impianto e in particolare quelle degli interruttori.

Ben più difficile si presenta la situazione nel caso delle grandi stazioni. In queste il sistema elettrico è andato man mano complicandosi in luogo di semplificarsi. Numerose sono le linee che vi conver-

gono, molteplici le tensioni, e quindi i quadri; manca un docile mezzo per regolare gli afflussi e i deflussi e per sincronizzare le differenti sorgenti; non riesce nè semplice nè facile trovare protezione contro gli eccessi di corrente ed i corti circuiti.

Il problema quindi della inserzione in parallelo, la quale si presenta necessaria ed è correntemente fatta pure nelle grandi stazioni, è assai più delicato anche se affidato ad organi automatici. Ma in esse si presenta sopratutto imponente il problema delle sollecitazioni alle quali i varî apparecchi possono venire sottoposti.

Nelle più importanti infatti concorrono numerose linee, provenienti da sorgenti molteplici e copiose, anche di sistemi diversi, sicchè nel caso di un corto circuito sono potenze di parecchie centinaia di migliaia di kW che tendono a riversarsi insieme nell'unico punto dove il guasto si è determinato; e guai se esso è nella stazione o in vicinanza di questa! Si producono allora dei fenomeni imponenti, contro i quali sembra perfino impossibile un rimedio.

E' nota infatti a chiunque abbia pratica dell'esercizio degli impianti di produzione e distribuzione il fenomeno della progressiva insufficienza degli interruttori. Interruttori che fino ad una certa epoca assolsero convenientemente la loro funzione, si dimostrano in un dato momento inadatti; sostituiti con altri più potenti, anche questi risultano subito o dopo qualche tempo inadeguati. E questo fenomeno non tanto si verifica nelle centrali quanto nelle sottostazioni. La spiegazione è nota: l'aumento dei quantitativi di energia che possono in caso di inconvenienti affluire ad un nodo in conseguenza dell'aumento del numero e della potenza delle centrali che possono inviarvi la loro energia o sulle preesistenti linee o per effetto di nuovi collegamenti. E il fatto può assumere un aspetto così catastrofico da non potersi più trovare un interruttore adatto, se non cambiando la tensione del sistema per adottarne una più elevata.

Il vertiginoso aumento della tensione di trasmissione verificatosi dal principio del secolo ad oggi non è infatti soltanto una necessità *economica* imposta dal progressivo aumento dei quantitativi da trasportare e della distanza del trasporto, ma è anche una necessità *tecnica* dell'aumento dei quantitativi di energia in gioco. In un certo senso la tensione è funzione del volume di energia che interessa o può interessare, sia pure in circostanze patologiche, la rete; si devono quindi adottare valori tanto più elevati quanto più elevato è tale volume. Diversamente il servizio riesce penoso, difficile e cattivo.

La materia dunque che la Direzione Generale della nostra Associazione ha posto questa volta all'ordine del giorno della riunione annuale è quanto mai ampia ed importante sotto ogni punto di vista.

Grande è quindi l'utilità di una discussione approfondita, e di raccogliere, dalla viva voce di coloro che hanno il quotidiano tormento dell'esercizio, i dati di fatto e le informazioni che giovino a tale discussione.

Anche il momento scelto è opportuno.

Sembra ottenuta la possibilità industriale di trasformare con mezzi statici la corrente continua in corrente alternata, alla frequenza che si desidera, sia utilizzando anche in questo campo il triodo, questa novella divinità che tanti miracoli ha compiuto, sia adottando dei raddrizzatori a mercurio muniti di griglia anodica. Potrà questo fatto rivoluzionare il sistema attuale per il trasporto dell'energia a grande distanza? Si ritornerà cioè per esso come una volta alla corrente continua, salvo a convertirla in corrente alternata per le applicazioni, alle quali questa ultima meglio si presta? Non è da escludere, e sarebbe veramente interessante se anche nel campo fisico si dovesse presentare un così caratteristico fenomeno di « ricorso ».

Questa nostra riunione potrebbe quindi risultare la pagina finale di un capitolo della storia del progresso elettrico mentre se ne inizia uno nuovo.

Ma siamo forse anche all'inizio di una svolta importante per l'organo più delicato e diffuso degli impianit elettrici: l'interruttore.

Sembra infatti che l'olio, elemento indispensabile per gli importanti interruttori e pur così colpevole di guai, stia per perdere la situazione di privilegio in cui si trova.

Gli interruttori in aria con soffiatore magnetico e rompiarco a piastre, quelli con getti d'aria compressa e quelli cosidetti ad espansione, cioè con rottura d'arco mediante vapore d'acqua, pare siano usciti dall'incubazione di laboratorio per tentare i primi passi sulla via della pratica applicazione. Voi tutti comprendete quale importanza avrà tale nuova soluzione del problema se i risultati corrisponderanno alla speranza. Gli inconvenienti ed i pericoli derivanti dalle ingenti masse di olio, talvolta di alcune decine di tonnellate, racchiuse in capaci casse metalliche dove si svolgono fenomeni di una imponenza grandiosa come è quello della interruzione istantanea di potenze elevatissime, hanno sempre preoccupato coloro che hanno la responsabilità del servizio della fornitura dell'energia elettrica. Questi inconvenienti sono frequenti nella vita di ogni azienda elettrica e talvolta sono causa di veri disastri. Potersi affrancare da tale schiavitù sarebbe indubbiamente un progresso importante.

E poichè ho accennato all'interruttore permettetemi, a conclusione del nostro discorso, di soffermarmi ancora un momento su questo congegno che si presta a sintetizzare in un certo senso il progresso elettrico.

Ritorniamo un istante col pensiero ad una piccola via accanto al Duomo di Milano, a quella via S. Radegonda che fu la culla dell'industria elettrica italiana della quale anzi ricorrerà il prossimo anno il cinquantenario. Cerchiamo di vedere quel misterioso locale dove muoveva i primi passi l'elettrica dea, che aveva allora tutti i capricci di una bimba; e vedremo un aggeggio, una tavoletta di legno, alla quale era applicata una leva grossolana imperniata ad un estremo, provvista, all'altro, di una manopola e di tre coltelli affiancati che sposavano tre corrispondenti pinze fissate alla tavoletta, in modo da costituire la continuità del circuito fra queste ultime. La manovra di quell'apparecchio veniva effettuata con una certa sospensione di animo. Saltiamo mezzo secolo e, risalendo l'Adige maestoso, che il valore dei nostri soldati ha restituito per intero alla Patria, e l'Isarco poi, fermiamoci a Cardano. Quella linea che, nel nostro cammino ideale avremo visto scavalcare, senza preoccuparsene, valli e monti, nasce lassù da una poderosa struttura di tre grossi cilindri di ferro che nascondono nel loro interno il congegno che dà o chiude il passo all'energia, ben nascosto in alcune decine di tonnellate di olio, e pronto al comando che, da lontano, la mano di un uomo o un minuscolo relais gli impartisce. Non troviamo in questo ideale avvicinamento fra il rudimentale piccolo apparecchio della vecchia Via S. Radegonda di Milano e quello perfetto e grandioso di Cardano sintetizzato il cammino fatto dalla nostra industria e come perfezione e come mole?

E quale mirabile congegno è l'interruttore e quanto vario. Pensate. Dal minuscolo bottoncino, che un bimbo movente i primi passi può azionare, permettendo ad un portentoso meccanismo di raccogliere, per inondarne la stanza, melodie e voci che vengono attraverso l'etere centinaia e migliaia di chilometri lontano, al grandioso apparecchio di Cardano, che scaraventa sul piano insubro potenze che misurano in centinaia di migliaia di chilowatt, quale gamma svariata! E in quanta parte della nostra vita entra l'interruttore e quante volte nella giornata è connesso alla nostra zaione, dal piccolo gingillo che premete il mattino svegliandovi perchè vi portino la tazza fumante di caffè, al telefono che chissà quante volte nella giornata avrete benedetto o maledetto, all'altro aggeggio che premete la sera dopo un'ultima occhiata al giornale prima di prendere sonno. Sicchè la nostra epoca potrebbe perfino caratterizzarsi come l'epoca dell'interruttore.

E come ognuno compie docilmente la sua azione. Un piccolo bottone od una piccola leva, azionabili senza sforzo da un bambino, basta ad attivare un grandioso congegno e a togliere o dare l'energia a una intera provincia. E quel congegno, anche il più poderoso, non solo è pronto alla volontà dell'uomo, ma è pronto anche al comando di un minuscolo apparecchio, attento e sensibile a sua volta ad una qualsiasi perturbazione.

Ma più si resta stupiti se pensiamo al fenomeno che si svolge all'atto che l'interruttore rompe un circuito.

Una potenza enorme, capace di dare la luce e il moto ad una intera città, di consentire il lavoro febbrile delle sue officine, di animare l'incessante andare delle sue tramvie, di illuminare a giorno gli innumeri locali delle sue case; questa galoppata fantastica di migliaia e migliaia di valchirie, venute giù giù dal sole per folleggiare nelle chiare acque di un fiume od assopirsi nei neri strati di una miniera, tolte dai loro trastulli o svegliate dal loro sonno millenario da un piccolo uomo, Sigfrido sempre insoddisfatto, sempre curioso, sempre anelante a progredire, è di colpo a un suo cenno, arrestata, annientata, anzi, da un congegno che, di fronte alla grandiosità del fenomeno, è pur sempre un piccolo aggeggio, se anche misurato da alcune tonnellate di materia.

Colleghi,

L'argomento che la Presidenza ha sottoposto alla vostra discussione è vasto ed interessante; voi tutti qui adunati potete portarvi un efficace contributo di idee e di esperienza vissuta; il risultato di questa riunione sarà quindi, indubbiamente, un valido contributo all'ulteriore progresso dell'industria elettrica, la quale nel nostro Paese è veramente basilare ed ha assunto, per il coraggio e l'intelligenza dei suoi capi e dei suoi finanziatori ed il valore dei suoi tecnici, il primo posto fra tutte, e maggiore importanza assumerà in avvenire, se non le verrà a mancare la fiducia del risparmiatore sotto la vigile e benevola cura del Governo Nazionale e del suo instancabile Capo.

LETTERE ALLA REDAZIONE

La correttezza linguistica e gli scritti tecnici.

Le considerazioni che esponevamo a pag. 576 del n. 23-24 del giornale circa la correttezza della lingua negli scritti di carattere tecnico hanno suscitato interesse e raccolto consensi. Ne è esempio la lettera dell'Ing. Errera che pubblichiamo:

Torino, 5 settembre 1931-IX.

Spettabile Redazione.

OMISSIS.

Non ci consoleremo certo col pensiero che il malo scrivere è lamentato anche in altri paesi, e che nel nostro esso non è certo privilegio degli scrittori di scienze fisiche e di ingegneria; dei quali però è naturale che si occupi specialmente L'Elettrotecnica.

A me pare che di fronte alle non infrequenti sgrammaticature, o quasi, ed allo zoppicare della sintassi, la preoccupazione della eleganza sia alquanto prematura. Tanto che, tenuto inoltre presente che i cultori delle lettere al concetto di eleganza annettono spesso alcuni pregiudizi che sono di ostacolo alla chiarezza e semplicità richieste dallo stile tecnico (troppa avversione alle ripetizioni di parole e di costrutti; studio del periodare lungo, che certo consente una maggiore varietà e venustà di stile, ma tende troppi trabocchetti agli scrittori non esperti) non sarei sfavorevole alla revisione letteraria degli scritti degli studenti, se non fosse che anche insegnanti di materie scientifiche e tecniche cadono abbastanza spesso nei difetti, che ci occupano. Quindi vada pure per il duplice revisore, ma sia bene inteso che quello letterario dovrà in primissima linea occuparsi, oltre che, naturalmente, della grammatica e della sintassi, della proprietà delle espressioni, della semplicità, chiarezza e quadratura dello stile, e molto, ma molto moderatamente, della eleganza letteraria.

Io ritengo poi che, con adatti esercizi di composizione in quasi tutte le materie di insegnamento, comprese le scientifiche, anche gli allievi delle scuole secondarie dovrebbero essere instradati a esporre le idee con chiarezza, ordine e proprietà. I cosidetti temi di italiano, ai quali sono ora limitate quasi esclusivamente le esercitazioni scritte, non servono se non incompletamente allo scopo, perchè non vertono su concetti ed idee ben definiti e ben noti all'insegnante, il quale quindi non è in caso di sufficientemente controllarli e correggerli secondo il fine sopra indicato.

Mi permetterò poi di raccomandare due... rimedi, che secondo la mia esperienza sono molto efficaci per ottenere scritti corretti e chiari:

1°) *Rileggere con pazienza, ripetutamente* e, se si può, a distanza di tempo; *e non stancarsi di sfrondare e correggere.*

2°) *Se si può, far leggere lo scritto a qualcuno, facendogli segnare i punti che appaiono per qualsiasi riguardo difettosi od oscuri. Anche persone di molto ingegno, quando questo non è anche didattico, anzi spesso appunto queste, non si rendono conto abbastanza delle difficoltà, che incontrano nella comprensione le persone di intelligenza comune.*

Aggiungo che anche da noi dovrebbe essere curata maggiormente la buona esposizione orale, della quale è pure cenno nella citazione dal « The Electric Journal »; *e per questo in tutti gli ordini di scuole si dovrebbe esigere che le risposte verbali siano non solo scevre da errori, ma esposte in forma chiara e corretta.*

LUIGI ERRERA.

* *

Sulla fondazione dei pali in ferro.

Riceviamo:

All'invito dell'Ing. Cangia contenuto nel n. 25 del 5 settembre de L'Elettrotecnica, *mi richiamo, per quanto riguarda la priorità dell'idea, a quanto già scrissi nella mia breve memoria pubblicata nel n. 20 del 15 luglio; e che cioè l'idea di fissare i sostegni ai blocchi già fatti non era nuova.*

L'Ing. Salerni stesso riconosce che fu l'articolo dell'Ing. Cangia pubblicato negli Atti dell'A. E. I., anno 1913 *che lo convinse della convenienza del sistema.*

Circa l'accenno ai risultati poco favorevoli dei sistemi precedenti esso non deve intendersi rivolto in modo particolare al sistema dell'Ing. Cangia, il quale ha risolto molto bene il problema dal lato tecnico.

Ciò premesso, devesi riconoscere che il sistema ideato dall'Ing. Salerni (applicato nelle linee da me enumerate nell'antecedente memoria, misuranti un percorso complessivo di circa 700 *km) è diverso e certamente più semplice; in quanto tutto l'amarraggio si annega nel blocco durante la gettata e non occorrono vani di forma speciale nel blocco stesso. E' tale altresì da permettere di effettuare piccoli spostamenti necessari per correggere l'allineamento della palificazione.*

Il Piazzoli, nel suo memoriale « *Tecnica degli Impianti Elettrici* », *edizione Hoepli,* 1929, *vol. II, parte I, pagg.* 686-687, *parlando dei tentativi e delle applicazioni effettuate in Italia, per l'attuazione del sistema di stabilire i blocchi di fondazione con dispositivi atti ad ancorarvi più tardi i sostegni, si sofferma con una particolare annotazione a precisare la priorità ed il divario dei sistemi più sopra accennati.*

Scrive infatti:

« *Così è stata eseguita la palificazione del Volturno (Ing. Cangia, Atti A. E. I.,* 1913, *pag.* 1069) *come pure alcune palificazioni in sede ferroviaria.*

« *In pratica si è urtato a qualche difficoltà; per esempio è disagevole far combinare con precisione le parti metalliche annegate nel blocco con quelle di sostegno, e consentire, a sostegno eretto, dei piccoli spostamenti praticamente necessari per correggere l'allineamento della palificazione; sembrano superate col sistema di ancoraggio dell'Ing. Salerni* (L'Elettrotecnica, 1920, *pag.* 42); *il quale, con qualche modificazione, pare si potrebbe applicare anche ai* 4 *blocchi separati di fondazione del sistema svizzero* ».

Con la massima osservanza

Trieste, 29 settembre, 1931 - IX. I. BONAZZI.

SUNTI E SOMMARI

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

J. B. MC NEILL — **Tendenze nello sviluppo degli interruttori.** (Elect. Eng., aprile 1931, 260-265, 5 figure).

L'A. passa in rivista i diversi tipi moderni di interruttori cominciando da quelli senza olio. Osserva anzitutto che in America praticamente tutte le installazioni sopra i 25.000 V sono all'aperto cosicchè gli interruttori possono essere divisi in due classi: per tensioni inferiori a 25.000 V e installazioni interne, e per tensioni superiori a 25.000 V all'aperto. Descritte le caratteristiche degli interruttori Deion in aria, di quelli a gas compresso, a esplosione, e nel vuoto, rileva come essi siano tutti soggetti alle limitazioni inerenti alle sollecitazioni massime ammissibili nei materiali isolanti. In generale l'A. ritiene che questi tipi di interruttori senza olio siano convenienti per tensioni non superiori a 25.000 e preferibilmente per installazioni interne. A parità di altre condizioni sono poi da preferire quelli interruttori che non richiedono per il loro funzionamento uno speciale mezzo per la rottura dell'arco (aria compressa, vapori d'acqua, ecc.).

Per le elevate tensioni l'A. è decisamente favorevole agli interruttori in olio dei quali ricorda brevemente i continui progressi costruttivi. Mette in particolare evidenza l'utilità degli interruttori in olio con griglia Deion messi da pochissimo tempo sul mercato e che si sono dimostrati molto soddisfacenti e dei quali cita tipi per tensioni fino a 230 kV.

R. S. N.

APPLICAZIONI VARIE.

C. REINARZ — **Impianto di distribuzione a bassa tensione, per una cava di pietra da calce.** (A. E. G. Mitteihungen, ottobre 1930, pag. 6 6).

L'A. descrive e illustra l'impianto di distribuzione di una cava di pietra della Renania nella quale, tranne la ferrovia di trasporto, tutti i servizi sono comandati elettricamente. La pietra è estratta a mezzo di escavatrici comandate in parte da motori a corrente continua in connessione Leonard, e in parte da motori trifasi normali. Il minerale è portato con una ferrovia e poi con un piano inclinato ai concasseurs e quindi, o direttamente, o dopo lavaggio, alle tramogge di caricamento dei vagoni. L'energia è fornita da tre trasformatori a 10.000/500 V, dei quali due da 640 kVA e uno da 320 kVA. L'impianto di distribuzione è fatto con armadietti blindati. Questo tipo di costruzione costituisce una protezione efficace degli apparecchi contro l'umidità, la polvere, o i danni meccanici ed evita così la necessità di locali di comando speciali riservati soltanto al personale elettricista. La distribuzione principale comprende 15 pannelli che contengono tra l'altro due interruttori a massima e minima per intensità nominale di 1000 A. Le sbarre omnibus della distribuzione principale sono sezionate per mezzo di coltelli per 600 A, pure in armadietti fusi. L'A. descrive quindi abbastanza dettagliatamente l'impianto di distribuzione principale, quello secondario e quello luce, e termina notando come l'impianto abbia finora dato completa soddisfazione, malgrado le condizioni ambientali infelici (molta polvere) e il servizio molto severo al quale è sottoposto.

A. Bs.

R. C. HITCHCOCK — **Azionamento dei segnali pel traffico per mezzo di raggi luminosi.** (Elec. Eng., marzo 1931, pag. 182).

Vengono descritte alcune installazioni eseguite per comandare i segnali di traffico ai crocicchi per mezzo di un sistema di celle fotoelettriche e di raggi luminosi che vengono interrotti dai veicoli in moto. Il metodo è specialmente utile in quanto, al contrario degli altri metodi automatici, permette di mantenere sempre il segno di via libera nelle arterie principali finchè non sopraggiungono effettivamente dei veicoli dalle strade trasversali.

Le prime esperienze furono eseguite con raggi luminosi verticali ma si incontrarono troppi inconvenienti per la sporcizia che si depositava sugli apparecchi. Si usarono allora raggi orizzontali collocati a una altezza tale da essere interrotti da qualunque tipo di veicolo. Le prove hanno dimostrato che il sistema è pratico e sicuro. La più re-

cente installazione del genere venne effettuata a Wilkinsburg (Pa. S.U.). L'organo sensibile è costituito da una lampada a luminiscenza con griglia; il condensatore e il trasformatore connessi sono contenuti in una cassetta a perfetta tenuta contro l'umidità. La ampolla in vetro della lampada sensibile è interamente annerita fuorchè su una ristretta zona destinata a ricevere il fascio luminoso, in modo che la luce del giorno non disturba il funzionamento. Per concentrare il fascio luminoso si fa uso di un piccolo riflettore parabolico che si è dimostrato preferibile e più economico di un corrispondente sistema di lenti.

Uno speciale relais ritardato impedisce che il segnale di arresto del traffico agisca quando un veicolo, non deve attraversare la strada principale, ma soltanto svoltare nella via secondaria; perchè il segnale d'arresto funzioni bisogna che il veicolo si fermi qualche secondo in attesa intercettando il raggio luminoso.

L'esperienza ha dimostrato che con questo metodo il traffico sull'arteria principale si svolge molto più liberamente che non coi soliti sistemi automatici a tempo regolato. Gli apparecchi vanno riveduti e puliti almeno una volta al mese. *R. S. N.*

CONDUTTURE.

H. Moreau — **Calcolo delle fondazioni dei pali.** (La Traction Électrique, N. 1, gennaio 1931, pag. 23-25, fig. N. 2).

L'A. imposta il calcolo ammettendo che il momento resistente sia eguale alla somma del momento del peso del masso di fondazione rotante intorno allo spigolo inferiore più caricato e del momento dovuto alla spinta delle terre. Il primo momento viene calcolato in modo semplice in funzione delle dimensioni del masso e del peso specifico del medesimo. Per la valutazione del momento dovuto alla spinta delle terre vengono fatte alcune ipotesi sulla deformazione del terreno al disotto ed al disopra di un piano orizzontale da determinarsi. Seguono alcune applicazioni delle formule dedotte. *V. D. Ma.*

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

M. Thomson — **La saldatura a resistenza migliora le carcasse dei motori.** (Elect. Eng., aprile 1931, pag. 273-275, 5 figure).

I metodi di costruzione delle macchine elettriche mediante saldatura si sono ormai largamente diffusi. L'A. descrive in particolare le operazioni di costruzione delle carcasse dei motori mediante saldatura col metodo a resistenza, il quale ha permesso di realizzare forti economie nelle spese di costruzione e di ottenere carcasse che hanno, rispetto a quelle ottenute col vecchio metodo per fusione, una maggiore uniformità sia nelle dimensioni che nella struttura. Le lamiere, all'arrivo in officina vengono prima passate a una pressa idraulica da 1200 tonnellate per regolarizzarle, poi tagliate e piegate ad anello. Con un trasportatore meccanico gli anelli vengono inviati alle saldatrici tipo Thomson-Gibbs: la saldatura si effettua sotto una pressione di 50 tonnellate applicata con pressa idraulica; la saldatura riesce compatta e perfetta perchè tutte le particelle fuse, scorie, ecc. vengono energicamente espulse per effetto del campo magnetico generantesi.

Gli anelli saldati vengono passati a un forno di riscaldo che li porta a circa 750° e poi ad una pressa cilindrica che dà loro la forma e le dimensioni esatte. La costruzione della carcassa è completata con l'attacco dei piedini che viene pure effettuato mediante saldatura all'arco.

Con questo sistema si è arrivati a risparmiare dal 25 al 50 % nel costo delle carcasse rispetto a quelle in acciaio fuso, oltre a sensibili economie nelle successive lavorazioni alle macchine utensili grazie alla maggiore uniformità raggiunta. *R. S. N.*

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

E. Regener — **Radiazione penetrante (ultraradiazione) e formazione cosmica.** (E. T. Z., N. 14, del 29 gennaio 1931, pag. 97).

Da circa 18 anni è nota l'esistenza di una radiazione assai strana, che in Germania è nota anche come radiazione di Hess, dal nome dello scopritore. Attualmente però si tende a chiamarla ultraradiazione. Le proprietà di essa sono tali che il suo studio è molto difficile: oggi si sa che questa radiazione è molto penetrante e che la sua origine si deve ricercare fuori della terra, nell'universo. Però sulla sua origine non esistono che ipotesi: si spera per altro che lo studio di questa radiazione possa portare alla conoscenza di processi atomici elementari sconosciuti. Dai nostri sensi è direttamente percepibile solo una piccola parte della radiazione dello spettro. Ora conosciamo le onde della telegrafia senza fili, i raggi infrarossi, i raggi ultravioletti, i raggi Röntgen e i raggi gamma delle sostanze radioattive: tutte queste radiazioni vengono considerate come onde elettromagnetiche, che si differenziano le une dalle altre solo per diversa lunghezza. Anche le ultraradiazioni si ritengono oggidì radiazioni elettromagnetiche di lunghezza d'onda assai corta, inferiore a quella dei raggi gamma. Si può ritenere essere questa lunghezza d'onda più di cento volte più piccola di quella dei raggi gamma, inferiore a 10 cm.

Vicino alla superficie terrestre in una camera chiusa si nota una ionizzazione che dipende dalla presenza di sostanze radioattive in forma di gas negli strati inferiori dell'atmosfera. Se per altro si sale in pallone portando la camera di ionizzazione, verso gli strati superiori dell'atmosfera queste cause di ionizzazione cessano. Hess ha per altro scoperto nel 1911 e 1912 che, se si sale in pallone, nei primi chilometri questa ionizzazione diminuisce, poi nei successivi strati aumenta.

Kolhörster nel 1913 ha potuto registrare tale ionizzazione fino a 9,3 km di altezza; è perciò evidente l'esistenza di una radiazione che dall'alto colpisce l'atmosfera, che a 9 km dalla superficie terrestre ha un'intensità 50 volte maggiore che non alla superficie. Hess fino dal 1912 ha stabilito che le ultraradiazioni non possono venire dal sole, perchè nè durante la notte, nè durante eclissi di sole non si ha una diminuzione di esse: non si può per altro con precisione ancora stabilire donde provengano. Vicino alla terra questa radiazione è molto attenuata ed è soverchiata dalla radiazione delle sostanze radioattive esistenti alla superficie. Perciò per rilevare tale radiazione bisogna operare in camere protette da piombo o ferro di almeno 10 cm di spessore oppure si deve affondare gli apparecchi stessi nei ghiacciai o nell'acqua. E quando anche la radiazione circostante è completamente schermata, si deve lottare con una debole radioattività della camera di ionizzazione.

L'A., attenendosi alla teoria che questa radiazione sia di carattere elettromagnetico, pone la questione se la ultraradiazione sia omogenea, cioè se sia costituita da una serie di radiazioni di una sola lunghezza d'onda o di diversa lunghezza. Considera inoltre il problema della esatta determinazione della lunghezza d'onda.

Le ultime indagini hanno mostrato che le lunghezze d'onda sono diverse: perciò si può ritenere che l'ultraradiazione possa avere diverse origini.

La lunghezza d'onda non può però essere misurata direttamente, ma solo per mezzo dei coefficienti di assorbimento: quanto maggiore è il potere di penetrazione tanto più piccolo è il coefficiente di assorbimento e tanto più corta è la lunghezza d'onda.

La questione della lunghezza d'onda dell'ultraradiazione sarebbe risolta si si potesse stabilire una formula che desse la relazione fra il coefficiente di assorbimento o di diffusione e la lunghezza d'onda. Sfortunatamente le formule tentate non danno ancora sicuro affidamento. Però si è potuto stabilire che la componente dell'ultraradiazione registrata in alcune misure eseguite dall'A. aveva una lunghezza di onda di circa $1 \cdot 10^{-13}$ cm.

Questo consente di fare almeno delle ipotesi sulla origine della ultraradiazione, naturalmente ammettendo che l'ultraradiazione sia una radiazione di tipo ad onde. Si sa che le lunghezze d'onda dei raggi gamma delle sostanze radioattive corrispondono alla rottura dell'atomo radioattivo e si sa che le energie relative sono notevoli. Si sa che dalla scomposizione di 1 gr di radio si ha l'energia di 1 miliardo di kgm. Nell'ultraradiazione si hanno lunghezze d'onda che sono mille volte più corte dei raggi gamma: secondo Nernst è stata fatta l'ipotesi che si tratti di atomi di una sostanza avente un peso atomico maggiore dell'uranio e che per la scomposizione di tali atomi si abbia l'ultraradiazione. Però sulla terra un tale elemento semplice è sconosciuto; non è escluso per altro che si possa trovare in altri corpi celesti. *T. S.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

L. Accatino — **L'illuminazione pubblica di Milano.** (Ill. R., gennaio e febbraio 1931, pag. 7-10 e 30-35, 13 fig.).

Dopo aver tracciato la storia dell'illuminazione pubblica di Milano, l'A. descrive l'impianto d'illuminazione stradale quale risulta dopo la radicale riforma iniziata fin dal 1926. Prima di quest'epoca anche nelle arterie di grande traffico si aveva un'illuminazione media di solo 2,5 lux, mentre oggi si raggiungono i seguenti valori: 1) vie e piazze del centro da 7 a 8 lux; 2) vie e piazze in prossimità del centro fino alla cerchia dei Navigli da 5 a 6 lux; 3) vie e piazze comprese fra la cerchia dei Navigli e la vecchia circonvallazione da 3 a 4 lux; 4) oltre la vecchia circonvallazione, a seconda l'importanza del traffico, da 3 a 1 lux; 5) strade di campagna alla periferia della città illuminazione a carattere indicativo.

A riforma ultimata si avranno otto centri di alimentazione principali, con una potenza globale installata di oltre 5000 kW. Sui circuiti principali alimentati, attraverso trasformatori autoregolatori da $25 \div 35 \div 80$ kVA inseriti sulla rete a 8600 V, si trovano inserite direttamente lampade da 20.000 a 4000 lumen e trasformatori serie che danno origine a circuiti secondari per l'alimentazione di lampade da 4000 a 500 lumen. L'alimentazione di singole lampade da $20.000 \div 15.000 \div 10.000$ lumen poste su candelabri avviene a traverso appositi trasformatori serie, rapporto $9,6 \div 20/9,6 \div 20$ A, inseriti sui circuiti principali. Sui circuiti alimentati a corrente costante 6,6 A con trasformatori autoregolatori da 4 kVA, derivati dalla rete a 160 V, vengono inserite lampade da 4000 a 500 lumen.

Dopo aver detto dello speciale sistema di comando dei centri di alimentazione, delle armature, dei portalampade e degli apparecchi d'illuminazione adottati, l'A. viene a parlare dei tipi di lampade, tutte del tipo in gas inerte rarefatto, e dell'altezza dal suolo del centro luminoso variabile da m 12,50 (Piazza del Duomo), a m 5,50 (lampade da $2000 \div 1000$ lumen), a m $4 \div 4,50$ per lampade montate su candelabri. Attualmente sono installate 17.200 lampade con una potenza luminosa complessiva di 54.500.000 lumen, mentre che, a riforma ultimata, l'A. prevede in 20.000 lampade la consistenza dell'impianto. *G. Co.*

IMPIANTI.

La parte costruttiva delle sottostazioni all'aperto. (A. E. G., Das Kraftwerk, ottobre 1930, pag. 153-163, 18 illustrazioni).

Lo sviluppo delle sottostazioni all'aperto è dovuto principalmente al minor costo della parte costruttiva rispetto a quella delle sottostazioni collocate entro edifici. Ma l'economia totale si ottiene solo con una scelta molto accurata della località, una costruzione molto economica dei supporti, della carpenteria e delle fondazioni, e una soluzione favorevole del problema dei trasporti e del montaggio. Uno dei problemi fondamentali è certamente la scelta della località e l'adattamento al terreno. L'A. esamina e illustra molto largamente ed efficacemente alcuni casi tipici: da quello della livellazione, a quello del taglio a gradini, e perfino a quello della sistemazione della sottostazione sul tetto piano della centrale nei casi di spazio particolarmente ristretto come può capitare nelle centrali idrauliche senza condotta forzata, incassate nella vallata. Si distinguono in generale tre tipi di sottostazioni all'aperto: quello piatto coi coltelli montati al livello del suolo, quello rialzato coi coltelli a circa m 2,20 di altezza; e infine quello sopraelevato, coi coltelli montati a notevole altezza e comandati meccanicamente a distanza. L'articolo illustra le tre soluzioni per uno stesso tipo di sottostazione, mettendo in evidenza le differenze dell'area occorrente, del peso della carpenteria in ferro e di quello delle fondazioni in cemento relative che sono rispettivamente 3960 m^2, 40 tonn, 280 m^3 nl primo caso; 2520 m^2, 60 tonn. e 220 m^3 nel secondo; 1920 m^2, 80 tonn., 190 m^3 nel terzo.

C'è quindi da risolvere il tipo di armatura: metallica a traliccio, in ferri profilati; a putrelle chiodate; a quadro rigido, o in cemento armato o centrifugato; e l'articolo accenna alle singole caratteristiche che, caso per caso, possano giustificare la scelta, quando essa non è causata da ragioni speciali tecniche o estetiche.

Le armature si distinguono ancora in continue o sciolte a seconda che la carpenteria formi un insieme reso solidale da opportune traverse, oppure sia costituita da pilastri e traverse isolate. Si adotterà quella sciolta specialmente nei casi di fondazioni a traverse nei quali è impossibile un allineamento molto preciso, e sono da aspettarsi dei costipamenti successivi del terreno che potrebbero provocare nelle strutture continue degli sforzi enormi. *A. Bs.*

MACCHINE A COLLETTORE.

R. M. BAKER — **Derivazione di corrente in atmosfera di idrogeno.** (Elect. Eng., aprile 1931, pag. 266-267).

L'introduzione progressiva del sistema di raffreddamento delle macchine elettriche con circolazione di atmosfera di idrogeno, rende necessario studiare anche il comportamento, in tale condizione, delle spazzole di carbone sui collettori o sugli anelli. A tale scopo vennero eseguite apposite esperienze di controllo verificando l'usura relativa di spazzole e relativo collettore, in aria e in idrogeno. Si riconobbe che se le condizioni della commutazione non sono buone, in modo che si abbia un forte scintillamento, il comportamento delle spazzole è molto influenzato dal grado di umidità dell'atmosfera di idrogeno: il consumo delle spazzole è sempre maggiore che in aria e cresce rapidamente quando l'umidità sale oltre il 10 %. Se invece si hanno buone condizioni di commutazione senza formazione di scintille al collettore, si ottiene una buona durata delle spazzole anche col funzionamento in atmosfera di idrogeno. La resistenza di contatto può riuscire minore, anche in misura sensibile.

Altre esperienze furono eseguite con spazzole di carbone, non su collettori, ma su anelli continui. Con anelli di acciaio da utensili non si riuscì ad ottenere un risultato soddisfacente. Con anelli di ottone si ottenne un buon comportamento delle spazzole e una forte diminuziaone della resistenza di contatto; in qualche caso tale diminuzione risultò eccezionalmente elevata senza che si potesse precisare la causa di questo fenomeno. *R. S. N.*

MISURE.

A. M. BAMDAS — **Un nuovo metodo per caricare i motori ad induzione.** (E. u. M., N. 5, 1 febbraio 1931, pag. 86-88, fig. N. 2).

Il metodo ideato dall'A. e, contemporaneamente, da S. B. Eliaschewitch, è basato sulla doppia alimentazione del motore di cui si vuol fare il carico. Lo statore ed il rotore della macchina vengono alimentati da due reti differenti in modo da fare sì che i due campi rotanti generati negli avvolgimenti abbiano lo stesso senso di rotazione. Il motore viene in tal modo sdoppiato in due e, dipendentemente dal senso di rotazione dell'albero del motore, lo statore od il rotore funzionano da freno. Nel primo caso, il rotore viene allacciato alla rete e, quando l'albero ha raggiunto la sua velocità normale, lo statore viene inserito, a sua volta, sulla rete corrispondente e la sua corrente regolata, mediante resistenza col suo valore normale. Esaminando la sovrapposizione delle correnti nei due avvolgimenti si deduce facilmente che, nello statore, le perdite nel rame sono assai prossime a quelle reali, mentre le perdite nel ferro sono inferiori a quelle che si hanno in condizioni di carico effettivo. Nel rotore le perdite nel rame e nel ferro hanno un valore maggiore di quello che si ha con carico reale. Le perdite meccaniche sono eguali a quelle reali.

Nel secondo caso lo statore viene inserito sulla rete ed il rotore, dopo che ha raggiunto la sua velocità normale, viene collegato sulla rete corrispondente regolando poi al suo valore normale la corrente che alimenta lo statore. Confrontando le perdite che si hanno con questo collegamento con le perdite reali, si trova che quelle nel ferro dello statore coincidono mentre quelle nel rame, con carico fittizio, sono maggiori che col carico effettivo. Lo stesso avviene nel rotore. Ne consegue che, col secondo collegamento, — funzionamento del rotore da freno — le condizioni di riscaldamento nel ferro corrispondono quasi a quelle reali, e che l'approssimazione ottenuta con esso è maggiore di quella che si può avere cogli altri metodi di carico fittizio. Per quanto concerne il riscaldamento degli avvolgimenti, il secondo collegamento si può ritenere forse più approssimato del primo.

Queste deduzioni sono confermate dalle prove eseguite sopra un motore trifase da 20,5 kW, 215 V, 73,3 A, 960 giri/min. caricando direttamente il motore oppure caricandolo in modo fittizio col metodo anzidetto, facendo funzionare il rotore o lo statore come freno oppure applicando il metodo del freno elettromagnetico. I valori delle temperature misurate nel ferro e negli avvolgimenti sono riportati in una tabella. *V. D. Ma.*

MOTORI PRIMI.

F. MUNZINGER — **Perdite di tiraggio e trasmissione del calore delle superfici riscaldanti in contatto con il fumo.** (A. E. G. Das Kraftwerk, ottobre 1930, pag. 140-153, 26 illustrazioni).

L'importante e interessante articolo sviluppa un metodo per la predeterminazione del grado di tiraggio necessario per caldaie, economizzatori, e preriscaldatori ed esamina le cause che fanno spesso variare entro larghi limiti tale caratteristica tra caldaie dello stesso tipo. Il tiraggio necessario dipende soprattutto dalle perdite per attrito, cambiamenti di direzione, cambiamenti repentini della sezione della conduttura e cioè della velocità del gas ed eventuali aspirazioni dall'alto in basso. Sulla prima causa fanno testo le formule di Reiher e Fritzsche aumentate però da 1,7 a 2,5 volte per tener conto che la superficie dei tubi non è liscia; le seconde e le terze si possono calcolare come una perdita di una frazione più o meno grande dell'energia cinetica dei gas, le ultime dipendono dall'entità del tiraggio, dal peso specifico e dalla direzione dei gas. L'A. esprime in formule queste perdite il cui totale rappresenta il tiraggio necessario.

L'A. riferisce quindi sui risultati di 84 prove eseguiti su 22 caldaie differenti che hanno dato una sufficiente concordanza con quelli risultanti dal calcolo e sull'applicazione del calcolo teorico per controllare l'opportunità della disposizione della superficie riscaldante e della conduttura del fumo in due caldaie differenti. Passa quindi ai riscaldatori d'aria a tubi o a placche per i quali pure le esperienze hanno dimostrato una sufficiente rispondenza col calcolo, ciò che non fu verificato invece nel caso di economizzatori a tubi alettati, probabilmente a causa delle diverse condizioni di pulizia.

L'A. termina esaminando il problema del rapporto tra le perdite per il tiraggio e la trasmissione del calore per tirarne delle conclusioni sulla costruzione delle caldaie sottoposte a grandi sforzi. *A. Bs.*

RADIOTECNICA.

A. BLONDEL - P. BESSON — **La segnalazione radioelettrica degli allineamenti.** (Tech. Mod., 1 aprile 1931, pag. 209-218, fig. 31).

Per determinare una direzione fissa, da seguirsi p. es. da una nave o da un aeroplano, si può costituire un sistema emittente tale che la sua curva polare di radiazione, ottenuta portando lungo ogni direzione un raggio vettore proporzionale all'intesità della radiazione stessa, comporti uno o più assi di intensità nulla. Maggior precisione si può ottenere facendo oscillare la retta d'intensità nulla tra due posizioni estreme a egual distanza angolare dell'asse da determinarsi. In tal caso, se n è il numero delle oscillazioni per minuto, l'apparecchio ricevente quando è sull'asse percepisce un suono continuo intercalato da n silenzi per minuto ad uguali intervalli, mentre se si trova distanziato riceve $\frac{n}{2}$ gruppi di due silenzi tanto più ravvicinati quanto maggiore è l'allontanamento dell'asse. Per individuare il senso della deviazione si invia un suono supplementare quando la direzione di silenzio passa per l'asse medio, p. es. da sinistra verso destra; in tal caso l'apparecchio ricevente percepisce questo suono prima o dopo i due silenzi a seconda che si trova a sinistra o a destra dell'asse.

Un dispositivo per realizzare quanto sopra può essere la riunione di due antenne, la prima alimentata direttamente da un generatore di oscillazioni; la seconda dalle radiazioni della prima o con accoppiamento allo stesso oscillatore; la prima antenna emette una onda costante, la seconda una onda modulata; si ottengono per interferenza delle direzioni di silenzio che possono esser fatte oscillare variando la fase dell'onda modulata con un condensatore variabile.

Curve polari con assi di silenzio si possono ancora ottenere in vario modo da due antenne eguali distanti una certa parte della lunghezza d'onda e sfasate una certa frazione del periodo.

Con un altro sistema si possono determinare degli assi ricorrendo a due emettitori tali che i suoni dell'uno riempiono esattamente gli intervalli di silenzio dell'altro Nelle direzioni in cui le curve polari dei due radiatori hanno ugual intensità si riceve un suono continuo, nelle altre suoni di diversa intensità alternati. I due radiatori possono essere costituiti da due quadri perpendicolari, oppure il primo da due an-

tenne distanti mezza lunghezza d'onda e alimentate in fase, il secondo dalle stesse antenne sfasate di $\pi/2$. Con onde cortissime si possono utilizzare due antenne proiettandone le radiazioni in fasci d'ampiezza piccola.

Si adatta per la navigazione, dove occorre una precisione maggiore ed è utile poter usare per la ricezione gli ordinari apparecchi delle navi, l'associazione di un quadro con un'antenna. Il primo ha una curva polare formata da due cerchi tangenti, avendo l'irraggiamento nell'uno fase opposta all'altro; un'antenna situata nello stesso punto ha per curva polare una circonferenza col centro nel punto di tangenza delle precedenti, secondo che la radiazione dell'antenna ha la fase dell'una o dell'altra circonferenza si ottengono due cardiodi simmetriche come risultanti, che presentano delle direzioni di egual intensità. Si può avere il campo dell'antenna in fase con quello del quadro accoppiandola allo stesso generatore in modo tale che la corrente nell'antenna sia sfasata di $\pi/2$ su quella del quadro; si devon invertire le connessioni per passare del funzionamento come primo a quello come secondo emettitore. Variazioni nell'accordo del quadro o dell'antenna e variazioni di frequenza del generatore, influiscono soltanto sulla portata e la precisione dell'allineamento, non sulla sua direzione.

S. S.

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

W. H. Arrison - A. E. Silver — **Servizio telefonico e trasmissione di energia e effetti di induzione.** (Elec. Eng., marzo 1931, pag. 176).

Gli AA. esaminano le questioni di maggiore attualità e le odierne tendenze negli impianti telefonici e nelle linee di trasmissione di energia, considerandole sotto l'aspetto della loro importanza riguardo ai disturbi sulle linee telefoniche dovuti a effetti di induzione. Uno degli aspetti più caratteristici della tecnica telefonica attuale è il diffondersi della telefonia automatica, ma non ha nulla a che vedere coi disturbi in questione. La adozione su vasta scala dei cavi telefonici porta vantaggi decisivi, per quanto le comunicazioni fra due punti lontani siano sempre affette dai disturbi causati sui tronchi di linea aerea di collegamento al cavo principale. Il perfezionamento degli apparecchi mentre giova a una migliore riproduzione della parola estendendo la gamma delle frequenze trasmissibili, estende perciò stesso il campo dei fenomeni perturbatori della trasmissione. L'uso dei ripetitori migliora le condizioni. La telefonia su onde guidate è molto meno sensibile ai disturbi.

Da parte delle reti di energia il problema è reso più difficile dall'estendersi delle connessioni fra reti, dall'aumento delle tensioni in uso e delle potenze trasmesse. Invece i progressi compiuti per aumentare la stabilità dei sistemi (interruttori ultrarapidi, regolazione rapida dell'eccitazione, ecc.) tendendo a ridurre la durata dei fenomeni transeunti, riducono l'entità dei disturbi prodotti; il contrario si può dire però della tendenza a mettere a terra il neutro. In senso favorevole agiscono i provvedimenti di protezione contro le fulminazioni (fili di terra, ecc.), l'uso di cavi per trasmissione di energia, e il miglioramento della forma d'onda dei generatori specialmente se connessi direttamente alle linee. Le difficoltà sorte dall'uso dei raddrizzatori a vapori di mercurio sono state soddisfacentemente superate.

Per l'interesse generale gli AA. auspicano una stretta collaborazione fra i termini della trasmissione d'energia e quelli dei servizi telefonici.

R. S. N.

R. N. Cowell - H. S. Warren — **Induzione a bassa frequenza.** (Elect. Eng., aprile 1931, 296-279).

La questione dei disturbi arrecati per effetto di induzione dalle linee di trasmissione di energia alle linee telegrafiche è oggetto, in America, di studio da parte di uno speciale Comitato della NELA e del Bell System. Come è noto i disturbi dipendono specialmente dal verificarsi di guasti (corto circuiti, messa a terra) sulle linee di energia: le conseguenze che ne derivano per gli impianti di comunicazione possono essere: interruzione di servizio, falsi segnali, distorsione dei segnali telegrafici o telefonici, danni agli apparecchi, lesioni all'orecchio o anche fulminazioni.

Le misure da prendere sulle linee di energia sono in generale quelle intese a ridurre di numero e di durata i casi di guasti quindi: distanziamento dei conduttori, buona resistenza meccanica delle linee, scelta opportuna del tracciato, ecc. L'inserzione di reattanze o di resistenze nella messa a terra del neutro, riducendo l'intensità delle correnti di terra, ha effetti favorevoli. I fili di terra riducono l'intensità delle tensioni indotte, in caso di guasto, sulle linee di comunicazione. Gli interruttori e i relais ultrarapidi offrono premettenti prospettive non ancora del tutto realizzabili in pratica.

Sulle linee telefoniche il Bell System ha studiato speciali dispositivi di protezione contro le fulminazioni e le tensioni e correnti derivanti da accidentali contatti con linee di energia. Sono ancora allo studio gli apparecchi di protezione contro le lesioni auricolari prodotte dai bruschi rumori accompagnanti le scariche. In certi casi si sono ottenuti buoni risultati con un metodo di «drenaggio» consistente nel collegare a terra in certi punti le linee telefoniche. Sulle linee telegrafiche sono usati i così detti trasformatori neutralizzatori che introducono una tensione in opposizione a quella indotta. Un certo effetto di schermo si può ottenere con speciali fili di terra e con analoghi dispositivi.

La soluzione razionale del problema nell'avvenire è afferta specialmente da una opportuna coordinazione fra linee di comunicazione e linee di energia sia per la scelta del tracciato che dei dispositivi di protezione.

R. S. N.

H. L. Wills - O. B. Blackwell — **Induzione a frequenza acustica.** (Elect. Eng., aprile 1931, 279-281).

Il comitato misto della NELA e del Bell System ha esaminato a parte il problema degli effetti induttivi a frequenza acustica fra linee di trasmissione di energia e linee di comunicazione. Dove non è possibile realizzare un sufficiente distanziamento fra i due sistemi di linee (che per eliminare i disturbi a frequenza acustica può bastare sia di un centinaio di metri o poco più) restano 3 metodi per rimediare ai disturbi prodotti: separazione delle frequenze, equilibratura dei circuiti, schermatura. Il primo sistema dipende nella sua applicazione dalla forma d'onda nella linea di energia e dalle potenze in gioco sulle due linee; le potenze relative alle armoniche sono piccole rispetto alla potenza totale in gioco sulla linea d'energia, ma sono grandi rispetto a quelle circolanti sulle linee telefoniche, le quali poi sono ancora grandi rispetto alle potenze emesse da chi parla o ricevute da chi ascolta. Onde il problema della separazione diviene particolarmente difficile. Così pure in pratica è assai difficile avere dei circuiti perfettamente equilibrati sia nelle linee di energia che di comunicazione. La schermatura perfetta si ottiene colla posa in cavo; un effetto parziale si raggiunge con fili di guardia.

Il problema può essere considerato sotto un triplice aspetto: influenza delle linee di energia, suscettanza della linee di comunicazione, fattori di accoppiamento. Il primo elemento dipende essenzialmente dalla forma d'onda e in modo precipuo dalla presenza della terza armonica. Il secondo dipende dallo squilibrio nei circuiti (prodotto dalle resistenze dei giunti, dalle irregolarità nelle trasposizioni, dalle differenze nelle impedenze degli apparecchi in serie o in derivazione, ecc.), dalla sensibilità degli apparecchi riceventi e dalle potenze in gioco sulle linee telefoniche. Il fattore di accoppiamento dipende da una quantità di elementi ed è molto diminuito dalla esecuzione di opportune trasposizioni nei circuiti; studi in proposito sono attualmente in corso.

R. S. N.

TRASFORMATORI.

R. B. George — **La riduzione dei rumori provenienti dai trasformatori.** (Elec. Eng., marzo 1931, pag. 194-197, 4 figure).

E' noto come i trasformatori diano luogo ad un ronzio che può essere anche fastidioso, causato dalle pulsazioni elettromagnetiche prodotte dalle alternazioni della corrente; le vibrazioni meccaniche hanno origine di solito nel complesso nucleo-avvolgimento e si trasmettono poi all'olio e da questo alle pareti del cassone e all'aria esterna. L'A. rende conto di rilievi sperimentali eseguiti per riconoscere le caratteristiche di comportamento di questi rumori al variare delle condizioni. Si sono a tale scopo effettuate numerose misure di intensità delle vibrazioni mediante il dispositivo per l'analisi dei suoni costruito dal Foltz (vedi *L'Elettrotecnica* del 5 agosto 1929, pag. 530).

Come era da aspettarsi la frequenza fondamentale è risultata doppia di quella della corrente d'alimentazione; si è anche riscontrata la presenza di armoniche ma in generale con ampiezza trascurabile. Si è studiato l'effetto della regolazione della tensione, riscontrando una variazione di intensità all'incirca proporzionale a quella della tensione. L'ampiezza delle vibrazioni varia invece circa come il quadrato dell'intensità della corrente di carico.

Interessanti sono le osservazioni circa la diffusione dei rumori intorno al trasformatore; le misure hanno dimostrato che essi non si propagano egualmente in tutte le direzioni e che molto sensibili sono gli effetti delle particolari condizioni locali, come pareti riflettenti, direzione del vento, ecc.

Come mezzi per ridurre i rumori in casi particolarmente delicati, come in vicinanza di ospedali, ecc., vengono consigliati i seguenti accorgimenti: proporzionamento abbondante della carcassa e piccola densità magnetica, irrigimento degli organi di attacco e ancoraggio, introduzione di cuscini elastici fra le diverse parti del trasformatore, studio delle condizioni acustiche locali per limitare la propagazione delle onde sonore.

R. S. N.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

E. R. Stauffacher — **Evoluzione di un moderno sistema di protezione con relais.** (Elect. Eng., aprile 1931, pag. 268-272, 2 figure).

Fino al 1923 le linee ad alta tensione della South Calif. Edison Co. funzionavano a 150.000 V senza protezione con relais. All'atto del cambiamento a 220.000 V venne introdotta una protezione con relais di fase a induzione disposti in collegamento differenziale fra le due linee in parallelo. Successivamente si introdussero anche dei relais di corrente di terra che acceleravano il distacco dei tronchi di linea nel caso di gravi guasti e inoltre provocavano lo scatto degli interruttori anche in casi nei quali la corrente di terra era troppo debole per far agire i relais di fase. Accurati studi eseguiti in seguito a qualche inconveniente riscontrato dimostrarono l'opportunità di vari provvedimenti: stendimento di una terza linea, dispositivo di regolazione rapidissima dell'eccitazione delle macchine, dispositivi per rendere il più pronto possibile il distacco dei tronchi di linea guasti. Come ultimo perfe-

zionamento su una delle linee che si trovava nelle condizioni di funzionamento più difficili per una efficace protezione, si è introdotto un sistema analogo a quelli con filo pilota ma funzionante invece a onde guidate; il sistema, messo in servizio da poco, ha funzionato soddisfacentemente in 26 casi su 28 dando luogo soltanto a due casi di non corretto intervento.

Per le linee a 66.000 V derivate da quelle a 220.000 V si sono pure introdotte modificazioni; le cabine a 66.000 erano prima collegate a gruppi in anelli chiusi su quelle a 220.000; a questa disposizione si è sostituita quella a linee di collegamento radiali protette con relais differenziali di corrente. Viceversa per le cabine a 16.000 e 11.000 V che prima erano collegate con semplici linee radiali a quelle a 66.000, si è adottata la disposizione in anelli chiusi realizzando sensibili miglioramenti nella sicurezza e continuità del servizio.

R. S. N.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

E. L. MORELAND — **L'elettrificazione della linea di Lackavvanna migliora il servizio suburbano.** (Elec. Eng., marzo 1931, pag. 185).

Questa elettrificazione è un nuovo esempio della diffusione che ancne in America vanno prendendo i raddrizzatori a vapori di mercurio per l'alimentazione delle linee di trazione a corrente continua. La linea comprende più di 250 chilometri di binario, con servizio di treni passeggeri e anche di pesanti treni merci. L'energia è acquistata come corrente trifase a 60 periodi a diverse tensioni (13-26-33-66 kV) e trasformata in cinque cabine a funzionamento parzialmente automatico. Due cabine sono fornite ciascuna di 4 raddrizzatori a 12 fasi da 3000 kW, le altre tre hanno ciascuna due unità analoghe. Una sola cabina è a funzionamento interamente automatico. I raddrizzatori, a 6000 V di corrente continua, possono sopportare un sovraccarico del 50 % per due ore, e del 200 % per 5 minuti. Essi sono provveduti di griglia per l'eccitazione dell'arco.

Le automotrici sono fornite ciascuna di quattro motori da 170 kW, in serie fra loro all'avviamento e poi disposti in due gruppi in parallelo, ciascuno di 3 motori in serie. I motori isolati per la piena tensione di 3000 V, sono autoventilati. Ogni vettura ha 2 pantografi. L'impianto di riscaldamento a resistenza, è inserito sull'alta tensione.

Per il servizio merci in continuazione su linee non elettrificate, si fa uso di speciali locomotori che possono anche funzionare in modo autonomo mediante un motore Diesel connesso a una dinamo da 200 kW e 750 V; aiutato da una batteria di 360 elementi da 242 kWh (340 Ah). Ogni locomotore, che pesa circa 30 tonnellate, è quipaggiato con 4 motori da 300 kW. Essi sono capaci di rimarchiare un treno da 2500 tonnellate alla velocità di 45 km/h se connessi alla linea a 3000 V, e a 20 km/h quando funzionano col motore Diesel. *R. S. N.*

TH. BOVERI — **I locomotori B_0+B_0 della Ferrovia Vascongados in Spagna.** (Révue B. B., N. 2, febbraio 1931, pag. 99-102, fig. N. 11).

La rete della Compagnia di Los Ferrocarriles Vascongados di Bilbao comprende la linea principale Bilbao-San Sebastiano, lunga 110 km, ed alcune linee secondarie, tutte con scartamento di un metro. Le linee sono assai accidentate, presentano curve con raggio minimo di 60 m ed hanno una pendenza massima del 28 per mille. L'elettrificazione della rete fu decisa nel 1926 e venne proposta l'adozione del sistema di trazione a corrente continua a 1500 V.

I locomotori descritti vennero messi in servizio nella seconda metà del 1928. Essi sono del tipo B_0+B_0 ed hanno un peso totale di $45 \div 46$ tonn. ($11 \div 11{,}5$ tonn/asse). La lunghezza fra i respingenti è di 11.200 mm, la larghezza massima di 5330 mm e l'altezza del piano del ferro di 3800 mm. L'interasse fra le ruote di un carrello è di 2400 mm; la distanza fra le ralle dei due carrelli di 5200 mm ed il diametro delle ruote di 1000 mm.

Ciascun asse è comandato da un motore con sospensione tipo tram, della potenza continuativa di 141 kW, corrispondente ad una velocità del locomotore di 53,5 km/h; la potenza oraria è di 190 kW e 47,5 km/h. Queste potenze sono riferite ad una tensione ai morsetti di 750 V; essendo i motori sempre accopiati due a due in serie. Un controller centrale a camme con venti elementi di interruzione consente il funzionamento del locomotore con 9 posizioni «serie», 5 di «parallelo» e 2 posizioni con campo indebolito: non sono state previste posizioni di freno elettrico. Il controller centrale è comandato meccanicamente con rinvii dai tavoli di manovra situati nelle cabine di testa. L'invertitore di marcia si compone di due parti: la prima, comandata pneumaticamente, realizza l'inversione del senso di rotazione dei motori; l'altra, azionabile a mano con maniglia, consente la messa fuori circuito di un gruppo di motori in caso di avaria.

La corrente viene captata alla linea di contatto da due pantografi a due archetti e, attraverso ad una bobina di autoinduzione, all'interruttore principale a massima ed a tensione nulla ed al controller, va ad alimentare i quattro motori.

Completano l'equipaggiamento elettrico: un gruppo moto-compressore col relativo regolatore di pressione; un gruppo moto-ventilatore per la ventilazione dei motori di trazione; una dinamo d'illuminazione comandata dal motore del gruppo moto-ventilatore; una batteria d'accumulatori ed il gruppo moto-pompa per il freno a vuoto.

Tutto il macchinario e le apparecchiature ausiliarie sono convenientemente disposti nell'interno della cassa oppure nelle due cabine di manovra e nei cofani di testa. L'A. illustra in dettaglio questa disposizione e riporta uno schema delle connessioni che permette di seguire facilmente i differenti circuiti. *V. D. Ma.*

CRONACA

Il Congresso Internazionale di Elettricità a Parigi nel 1932.

Come già abbiamo altra volta annunciato (vedi *L'Elettrotecnica* del 5 agosto 1931, pag. 541), si sta organizzando a Parigi per il prossimo anno un Congresso Internazionale di Elettricità, nell'occasione del cinquantenario di quello del 1881, tenuto nella stessa città e che fu il primo del genere; in quel Congresso vennero, come è noto, prese importanti decisioni circa le unità elettriche che trovarono poi così larga applicazione.

Un gruppo di enti culturali e tecnici francesi hanno ritenuto, come è detto nel bando ufficiale del Congresso, che fosse opportuno dopo mezzo secolo di attività riassumere l'opera svolta, sottomettendola ad un esame riassuntivo e sintetico che permetta possibilmente di rivelare regole generali utili per l'avvenire, come è avvenuto nel 1881. Partendo da questo concetto, il Comité Electrotechnique français, la Societé française des Electriciens, la Societé française de Physique, l'Union des Syndicats de l'Electricité hanno preso appunto l'iniziativa di organizzare un nuovo Congresso internazionale sotto gli auspici e con l'approvazione della Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Il congresso che nella mente degli organizzatori è destinato a riprendere la tradizione dei grandi congressi precedenti (Parigi 1881, Chicago 1883, Parigi 1900, Saint Louis 1904) dovrà occuparsi delle principali questioni concernenti l'elettricità scientifica e l'elettrotecnica.

I lavori del Congresso saranno divisi in 13 Sezioni di cui diamo qui l'elenco:

1ª) Scienza dell'Elettricità e del Magnetismo;
2ª) Misure elettriche;
3ª) Produzione e Trasformazione dell'energia elettrica;
4ª) Trasmissione e Distribuzione dell'energia elettrica;
5ª) Trazione elettrica e applicazioni meccaniche;
6ª) Illuminazione elettrica e Fotometria;
7ª) Elettrochimica ed Elettrometallurgia;
8ª) Telecomunicazioni per filo;
9ª) Radioelettricità e Radiocomunicazioni;
10ª) Radiologia e Elettrofisiologia;
11ª) Elettricità atmosferica e Magnetismo terrestre;
12ª) Applicazioni diverse dell'elettricità;
13ª) Insegnamento e Storia dell'elettricità.

Il Presidente del Comitato Francese di Organizzazione ha invitato la Presidenza del Comitato Elettrotecnico Italiano a costituire in Italia un Comitato di organizzazione che fosse incaricato di studiare la partecipazione italiana al Congresso, ed a suggerire i nomi delle personalità italiane da includere nel Comitato straniero di Patronato.

Le designazioni vennero già effettuate in accordo colla Presidenza dell'A. E. I. e sottoposte alla approvazione del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Ne diamo qui l'elenco:

Personalità italiane designate a far parte del Comitato straniero di Patronato.

1) S. E. Guglielmo Marconi, Senatore del Regno, Presidente della R. Accademia d'Italia e del Consiglio Nazionale delle Ricerche.
2) S. E. Prof. Giancarlo Vallauri, Vicepresidente della R. Accademia d'Italia, Presidente del Sottocomitato per le Costruzioni Elettriche nel Consiglio Nazionale delle Ricerche.
3) On. Prof. Antonio Garbasso, Senatore del Regno, Vicepresidente della R. Accademia dei Lincei.
4) On. Prof. Orso Mario Corbino, Senatore del Regno, Presidente del Comitato Superiore di Sorveglianza su le Radioaudizioni.
5) On. Antonio Benni, Deputato al Parlamento, Presidente della Confederazione Generale dell'Industria.
6) On. Ing. Giacinto Motta, Deputato al Parlamento, Presidente della Unione Nazionale Fascista delle Industrie Elettriche.
7) On. Ing. Giangiacomo Ponti, Deputato al Parlamento, Consigliere Delegato del Gruppo idroelettrico telefonico e radiofonico Sip.
8) Professore Ugo Bordoni, Presidente Generale della Associazione Elettrotecnica Italiana.
9) Professore Quirino Maiorana, Presidente della Società Italiana di Fisica.
10) Professore Giuseppe Pession, Direttore Generale delle Poste e Telegrafi.
11) Ingegnere Luigi Velani, Direttore Generale delle Ferrovie dello Stato.
12) Conte Ingegnere Luigi Cozza, Presidente del Comitato per l'Ingegneria nel Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Designazioni per la costituzione del Comitato Italiano di Organizzazione.

1) Professore Luigi Lombardi, Presidente del Comitato Elettrotecnico Italiano - *Presidente.*
2) Professore Angelo Barbagelata, Segretario Generale dell'Associazione Elettrotecnica e del Comitato Elettrotecnico Italiano - *Segretario.*

3) Dott. Prof. Giovanni di Pirro, Direttore dell'Istituto Superiore Postale Telegrafico.
4) S. E. Professore Enrico Fermi, Accademico d'Italia.
5) S. E. Professore Francesco Giordani, Accademico d'Italia.
6) Ingegnere Giuseppe Bisazza, Presidente della Unione Nazionale delle Aziende Elettriche Municipalizzate.
7) Ingegnere Alessandro Taccani, Presidente della Sezione Tecnologica della U.N.F.I.E.L.
8) Padre Giuseppe Gianfranceschi, Presidente della Pontificia Accademia delle Scienze Nuovi Lincei.
9) Professore Ferdinando Lori, Ex Presidente Generale dell'Associazione Elettrotecnica.
10) Professore Giuseppe Sartori, Ex Presidente Generale dell'Associazione Elettrotecnica.
11) Professore Oscar Scarpa.
12) » Gino Rebora.
13) Ingegnere Giuseppe Cenzato.
14) » Carlo Clerici.
15) » Luigi Emanueli.
16) » Renzo Norsa.
17) » Cristianino Sardi.
18) » Marco Semenza.
19) » Ernesto Vannotti.

Un programma dettagliato venne redatto a cura dei Presidenti preconizzati per le diverse Sezioni del Congresso, sopra elencate. Per ciascuna Sezione vennero stabiliti i principali temi da trattare, parecchi dei quali vennero già assegnati a Relatori di speciale competenza.

Diamo qui l'elenco dei temi che furono già assegnati a studiosi italiani, col nome dei rispettivi relatori.

Prof. FERMI - Stato attuale della Fisica del nucleo atomico.
Prof. A. BARBAGELATA - Misure da laboratorio a corrente alternata.
Ing. RONCALDIER - Interconnessione delle grandi reti e scambio della energia attiva e reattiva.
Ing. EMANUELI - Evoluzione della tecnica dei cavi sotterranei.
Ingg. CERILLO e FOCACCIA - Messa a terra del neutro nelle reti ad alta tensione.
Ing. G. BIANCHI - Evoluzione e sviluppo della elettrotrazione a corrente continua in Italia.
Ing. G. BIANCHI - Progressi realizzati in Italia nella costruzione di motori per trazione a corrente continua ad alta tensione.
Prof. LORI - Insegnamento dell'Elettricità.
Prof. PESSION - Misura del campo di irradiazione - Metodi impiegati per la misura dell'ampiezza del campo verticale - Misura della polarizzazione.
Dott. VECCHIACCHI - Applicazioni diverse degli ultrasuoni.
Prof. BORDONI - Un tema in materia di illuminazione.
Ten. U. RUELLE - Utilizzazione delle lampade a 3 elettrodi per misure di laboratorio diverse da quelle per radio-telegrafia.

Altri temi saranno probabilmente in seguito ancora affidati a relatori italiani.

Il lavoro di collegamento col Comitato organizzatore francese si svolge attraverso il Comitato Elettrotecnico Italiano. Perciò i Soci dell'A.E.I. che intendano partecipare al futuro congresso o presentare delle memorie, sono invitati a mettersi in relazione colla Presidenza del C.E.I. o coll'Ufficio Centrale dell'A.E.I. (Milano - Via San Paolo, 10).

* *

Riconoscimenti esteri della tecnica italiana.

Nello scorso anno la Institution Electrical Engineers di Londra invitò l'Ing. G. Bianchi delle Ferrovie dello Stato italiane a tenere una lettura sul tema: «Some data concerning the railway electrification in Italy».

Recentemente, la Institution, in riconoscimento della importanza della memoria presentata dall'Ing. Bianchi, ha conferito allo stesso il 1° premio.

All'egregio Collega porgiamo le più vive congratulazioni per la meritata distinzione che torna ad onore di tutta la tecnica italiana.

* *

APPLICAZIONI VARIE.

Una rassegna sui sistemi di guida aerea è stata presentata da L. Framy, in un rapporto al primo Congresso della sicurezza aerea e riprodotto da *R. G.E.* (14 febbraio 1931, pagg. 269-273). Le soluzioni differiscono a seconda che si tratta di apparecchi liberi o di aeronavi da linea con rotte fisse. L'A. discute sulla scelta degli apparecchi relativi e sulla loro installazione ed esamina pure le questioni del sondaggio aereo, della protezione degli aeroporti contro la nebbia, dei segnali di pericolo, delle indicazioni di atterramento, ecc.

Un altro problema altrettanto importante per la sicurezza della navigazione aerea: quello delle segnalazioni delle linee di trasmissione ad alta tensione è indicato da H. Givelet in *R. G. E.* (4 aprile 1931, pag. 547-548) il quale illustra l'uso di proiettori, tubi al neon, apparecchi basati sull'effetto corona, non senza accennare alla soluzione radicale che consiste nel sostituire le linee aeree con cavi sotterranei. *G. Cc.*

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXXVI RIUNIONE ANNUALE

PERUGIA - 9-15 Ottobre 1931

Cronaca della Riunione.

Nello stendere una rapida cronaca della XXXVI Riunione annuale non possiamo a meno di manifestare anzitutto il compiacimento vivissimo per l'ottimo successo di essa, sia dal lato tecnico sia dal lato turistico. Il rilevante numero di congressisti, oltre 350, ha ancora una volta riconfermato l'attaccamento dei Soci all'A.E.I., e le ragioni di intima e feconda vitalità che costituiscono la promessa più sicura del prosperoso avvenire della nostra Associazione.

La bella Sala del Consiglio nel Palazzo del Podestà, a Perugia, dove si svolsero le sedute tecniche, fu sempre affollata di congressisti che seguivano attenti la esposizione delle relazioni e prendevano parte numerosissimi alle animate discussioni che ne seguivano e che si svilupparono quest'anno con una ampiezza ed un interesse anche maggiori che nelle precedenti riunioni. Prova questa che i nostri congressi non costituiscono una sterile manifestazione o meno che mai, come qualche volta avviene, un semplice pretesto a ritrovi festaioli o turistici, ma hanno un intrinseco valore tecnico e scientifico e portano un reale contributo al progresso applicativo e teorico dell'attività degli elettrotecnici italiani.

Ma se brillante è stato il successo dei lavori svolti, ciò non costituisce cosa nuova, anzi la continuazione di una tradizione ormai solidamente fondata. Ciò che ha impresso invece alla riunione di Perugia una sua particolare caratteristica, una fisonomia nuova che resterà indimenticabile in quanti vi parteciparono, fu l'ambiente suggestivo e singolarissimo nel quale essa si svolse, l'atmosfera così impregnata di visione interiore e di spirituale elevazione che accompagnò giorno per giorno, quasi ora per ora, l'attività dei congressisti.

Dalle sale, dalle vie, dai palazzi splendidi d'arte e saturi di storia, dai ricordi francescani per ogni dove spiranti riflessi di umana perfezione e di religioso misticismo, dalle ampie, feconde terre dell'Umbria ammantate di sole e sonanti di fervido lavoro, si rifletteva negli animi di tutti una luce di ideale che avvolgeva i cuori e le menti e dava dentro una suggestione profonda a cui lo spirito non poteva sottrarsi.

Così la riunione di Perugia perdette tutto quanto di aridità vi può essere in un convegno di tecnici, per divenire, sotto certi aspetti, una sintesi viva e vissuta dell'umana attività, dove l'arte e la storia, la religione e la scienza portarono insieme il loro contributo di opere e di elevazione.

Coloro che furono a Perugia comprendono e sanno quanto di verità vi sia in ciò che noi scriviamo, non per manierato entusiasmo ma con meditato pensiero.

*

Venerdì 9 ottobre. — La mattinata fu dedicata alla riunione del Consiglio Generale della quale ci riserviamo di dare larga notizia prossimamente e a quella del Comitato Elettrotecnico Italiano.

L'inaugurazione ufficiale del Congresso avvenne nel pomeriggio, alle ore 17 nella grande e bellissima Sala dei Notari nel Palazzo del Podestà. L'ambiente non poteva essere più solenne e più splendido, nella sua naturale fastosità, senza bisogno di addobbi.

I valletti del Comune nei loro caratteristici costumi medioevali accoglievano i congressisti che presto affollarono la sala. Ai seggi di onore presero posto, oltre alla Presidenza della A.E.I., l'Accademico d'Italia S. E. Vallauri, il Podestà di Perugia, e molte altre Autorità. Il Governo aveva voluto essere anche quest'anno rappresentato da S. E. Pennavaria, Sottosegretario alle Comunicazioni, che già parecchie volte è intervenuto in veste ufficiale all'inaugurazione dei nostri congressi.

Prese per primo la parola il Podestà Comm. *Giovanni Buitoni* il quale portò con calorose parole il saluto della sua città. Rilevata la importanza che l'elettrotecnica ha acquistato in tutti i campi dell'attività sociale, rilevò l'esempio di fattiva e volenterosa collaborazione offerto dall'A.E.I., esaltando l'opera dei tecnici, di vitale importanza per il progresso della nazione. Chiuse applauditissimo rinnovando il saluto cordiale di Perugia e bene augurando ai lavori del Congresso.

Accolto da una vibrante manifestazione di simpatia da parte dell'assemblea, si alzò poi a parlare il Presidente generale della A.E.I., *Prof. Bordoni* pronunciando il discorso che riproduciamo per intero in altra parte di questo giornale, e che non vogliamo perciò sciupare riassumendolo qui. Il discorso, che fu accolto con la più deferente attenzione, riscosse lunghi e calorosi applausi.

Questi si ripeterono insistenti quando accennò a parlare *S. E. Pennavaria,* il rappresentante del Governo. Dopo avere espresso il proprio compiacimento per trovarsi a presenziare ancora una volta ad un congresso della nostra Associazione, per la quale ebbe parole di lusinghiero apprezzamento, S. E. tracciò a rapide linee un quadro della im-

portanza dell'Umbria nel sistema idroelettrico italiano. Questa regione che viene quarta in Italia come potenza installata per abitante (336 W), è caratterizzata da una altissima utilizzazione annua degli impianti, la quale è arrivata nel 1926 ad un massimo di 5200 ore, con una media di 4380 ore nel decennio 1920-29; valori assai superiori alla media degli impianti italiani. Insieme al Lazio e agli Abruzzi costituisce proprio nel centro della penisola un complesso idroelettrico il quale sia per la potenza installata (500.000 kW), sia per la produzione annua raggiunta (1.670.000.000 kWh), sia per la posizione geografica, acquista una importanza rilevantissima nella economia del Paese. Passando poi a rievocare con alata parola le vicende artistiche e storiche dell'Umbria e della città di Perugia, S. E. Pennavaria riaffermò con calda perorazione l'inestinguibile fede nel luminoso avvenire della nazione. Chiuse il suo dire, dichiarando aperta, nel nome augusto del Re, la 36ª riunione.



Un gruppo di congressisti davanti al Palazzo del Podestà a Perugia.

Cessati gli applausi che salutarono il discorso del rappresentante del Governo, prese la parola l'Ing. *Ferrerio* per il discorso inaugurale; di esso pubblichiamo in altra parte di questo giornale il testo integrale e ci dispensiamo perciò di darne qui il raissunto. L'Ing. Ferrerio fu seguito nella sua esposizione con attento interesse e salutato alla fine da calorosi applausi. Così si chiuse la seduta inaugurale che ebbe carattere di austera e solenne semplicità.

*

Alla sera dello stesso giorno i congressisti si ritrovarono nuovamente insieme per una manifestazione di tutt'altro genere. La U.N.E.S. con signorile cordialità volle avere suoi ospiti i congressisti offrendo loro nelle sale del Grand Hôtel Brufani un sontuoso banchetto, al quale parteciparono anche le principali autorità cittadine.

Il facile affiatamento e la simpatica cordialità che caratterizzano le nostre riunioni regnarono anche durante il banchetto che prese presto l'aspetto di amichevole riunione. Allo spumante parlò l'Ing. *C. A. Molinari*, Direttore della Unione Esercizi Elettrici, che portò il saluto della U.N.E.S. e l'augurio cordiale per la buona riuscita del Congresso.

A lui rispose il Prof. *Bordoni* il quale espresse con felici parole, il ringraziamento vivissimo di tutti gli intervenuti per l'invito squisitamente signorile e cortese; prese poi l'occasione per rinnovare, come già aveva fatto nel discorso della cerimonia inaugurale, l'espressione della gratitudine dell'A.E.I. e dei congressisti in particolare, al Podestà di Perugia, alle Autorità ed agli Enti cittadini, che con tanta amichevole larghezza e sollecitudine si erano prestati in ogni modo a favorire la buona riuscita del congresso e a circondare i congressisti di una atmosfera di cordiale accoglienza.

I prolungati e calorosi applausi che accompagnarono la chiusa del discorso del Presidente Generale, dimostrarono con quanta verità egli avesse saputo interpretare il pensiero dei presenti e come le sue parole rispecchiassero in realtà il sentimento dei congressisti.

Dopo il banchetto, la riunione, alla quale conferiva una nota di squisita gentilezza ed eleganza la presenza di numerose signore e signorine, si protrasse in festosa adunanza nelle sale dell'Hôtel Brufani, dove presto si iniziarono le danze. Ma esse furono interrotte da un nuovo atto di cortesia della cittadinanza perugina. Avendo fatto sapere l'Accademia dei Filedoni che sarebbe stata lieta di ospitare nella propria sede i soci dell'A.E.I., l'invito fu prontamente accolto e i congressisti, colle loro signore e signorine, sciamarono a poco a poco alle eleganti sale dell'Accademia dove vennero riprese le danze che si protrassero fino a tarda ora nella notte.

*

Sabato 10 ottobre. — La prima seduta tecnica ebbe inizio alle ore 8,30 nella Sala del Consiglio nel Palazzo del Podestà, sotto la presidenza del Presidente Generale Prof. *Bordoni* che diede lettura di un telegramma di saluto del Prefetto della Provincia, assente da Perugia.

Stabilito, con rapida procedura, l'ordine dei lavori, l'Ing. *San Nicolò* riassunse la propria relazione sullo sviluppo delle sottostazioni, dando occasione al Prof. *Rebora* di fare qualche rilievo circa il comportamento dei vari tipi costruttivi nel caso di incendi.

La relazione riassunta dall'Ing. *Motti* sui criteri di studio e di progetto delle grandi sottostazioni, diede lo spunto ad una discussione cui presero parte gli Ingg. *S. Silva, Selmo* e *Del Buono*, circa la convenienza relativa delle cabine chiuse o all'aperto in relazione alla tensione di esercizio.

Seguì l'Ing. *Bessi* riassumendo la sua relazione sulle piccole cabine; nella discussione che ne derivò circa l'uso degli scaricatori, intervennero gli Ingg. *Fracanzani, Motti, Rebora, Selmo* e *Del Buono*, manifestandosi in generale contrari all'uso di tali apparecchi.

Vennero poi riassunte, rispettivamente dagli Ingg. *Santi, Musso* e *Virgili* tre relazioni di carattere ferroviario sulle stazioni di trasformazione ambulanti o fisse e sulle cabine di conversione a corrente continua nell'elettrotrazione. Dopo un breve scambio di idee fra l'Ing. *Gonzales*, l'Ing. *Urbinati* e l'Ing. *Virgili*, venne esposta la relazione dell'Ing. *Abbo* sulle cabine di trasformazione per carica di accumulatori usate dalle FF. SS., dando occasione a qualche rilievo dell'Ing. *Silva* e dell'Ing. *Palestrino*.

Sulla relazione dell'Ing. *Orler*, riassunta dall'Ing. *Montagni*, circa le cabine in cemento armato centrifugato, si accese un'amichevole discussione fra il relatore e gli Ingg. *Taccani* e *Santuari*, dando occasione all'Ing. Montagni di portare altre considerazioni e dati di fatto sulla convenienza tecnica ed economica di questo tipo costruttivo.

La discussione sulle cabine all'aperto che si era iniziata colla relazione Motti, si riaccese più ampia dopo che l'Ing. *Mainardis* ebbe illustrato sotto l'aspetto tecnico ed economico alcune cabine a 150.000 V della Soc. Adriatica. L'Ing. *Santuari*, il Prof. *Rebora*, e l'Ing. *Fogliani*, interloquirono su diverse questioni particolari e specialmente sui dispositivi di comando e sulla manutenzione delle strutture metalliche.

Quest'ultimo argomento formava particolarmente oggetto della relazione riassunta dall'Ing. *Strambi*. La grande importanza pratica dell'argomento fu messa in evidenza dal largo scambio di idee che seguì la esposizione del relatore, e al quale parteciparono gli Ingg. *Picchi, Donati, Cerretelli, Palestrino*, il Prof. *Bordoni* e il Prof. *Rebora*. Particolarmente interessanti furono le notizie fornite dall'Ing. *Santi* circa osservazioni ed esperienze eseguite dalle FF. SS.

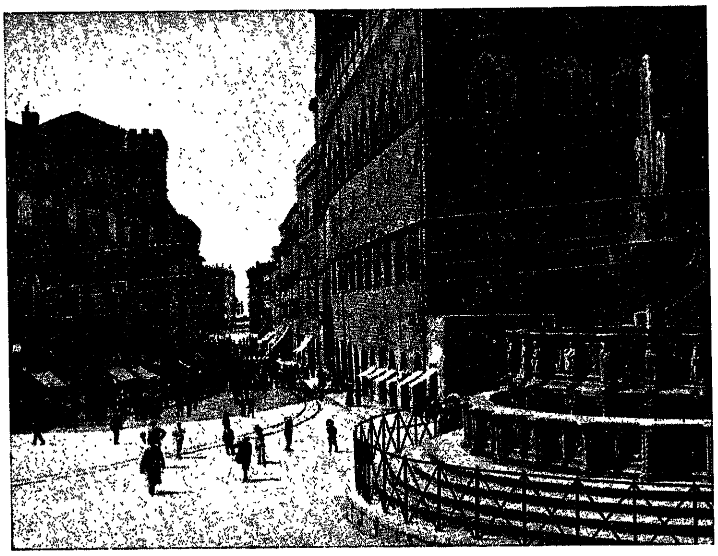
La seduta mattutina si chiude colla relazione dell'Ing. *Azzarello* sulle prove degli olii da trasformatori.

*

I lavori venivano ripresi nel pomeriggio puntualmente alle ore 14. Essi si iniziarono con una discussione fra gli Ingg. *Fracanzani*,

Santuari, Vannotti e il Prof. *Bordoni* alla quale diede lo spunto il Prof. *Pugno Vanoni* comunicando alcune proprie osservazioni sulle perdite dielettriche degli olii, secondo le quali l'olio andrebbe, sotto questo aspetto, migliorando nel tempo quando sia mantenuto sotto una forte differenza di potenziale.

Seguì poi un gruppo di relazioni sui trasformatori. Prima fu quella del Prof. *Morelli* che riferì sui recenti progressi costruttivi, dando occasione agli Ingg. *Finzi, Fracanzani* e *Cerretelli*, di recare altri contributi di dati e di osservazioni. Sui trasformatori a 3 e a 5 colonne avevano presentato una relazione il Prof. *Lombardi* e l'Ing. *Asta;* essa fu riassunta dal Prof. Lombardi e venne seguita da qualche notizia dell'Ing. *Cerretelli.*



Perugia - Corso Vannucci col Palazzo del Podestà e la Fontana maggiore. (Fot. Alinari).

Una più ampia discussione si aprì dopo la relazione dell'Ing. *Correggiari*, sui trasformatori per regolazione di tensione, specialmente nei riguardi dei trasformatori a tre avvolgimenti, circa la loro convenienza, il calcolo delle cadute di tensione e la ripartizione delle perdite in sede di collaudo. Interloquirono sull'argomento, oltre al relatore, gli Ingg. *Finzi, Palestrino, Selmo, Santuari, Cerretelli, Motti, Focaccia, Caminiti* e *Fracanzani.*

Dopo che l'Ing. *Brunetti*, impossibilitato a trattenersi più a lungo a Perugia, ebbe anticipato il riassunto della sua memoria sulle nuove cabine di conversione della A. E. M. di Torino, l'Ing. *Cuzzer* espose brevemente una relazione compilata in collaborazione coll'Ing. *Altieri*, sull'isolamento, le sollecitazioni e le protezioni dei trasformatori. La relazione, che ha il carattere di una obbiettiva esposizione di quanto si fa, in modo particolare all'estero, sull'argomento, generò una discussione abbastanza animata specialmente in riguardo ai sistemi e ai dispositivi di protezione. Vi presero parte, insieme al relatore, gli Ingg. *Fracanzani, Rebora, Campos* ed essa valse a mettere in luce la disparità di orientamento fra le direttive della tecnica italiana e quella di altri paesi, specialmente d'America.

Le ultime due relazioni riassunte nella seduta pomeridiana furono quella del Prof. *Pugno Vanoni* sui passanti per alte tensioni, che diede luogo a un interessante scambio di idee fra il relatore e gli Ingg. *Fracanzani* e *Palestrino*, e quella dell'Ing. *Banfi* sul trattamento degli olii isolanti in esercizio; anche questa relazione fu seguita da osservazioni del Prof. *Rebora* e degli Ingg. *Giorgi, Bonati* e *Selmo.*

*

La seduta pomeridiana di sabato 10 ottobre, venne tolta alle ore 17 perchè un altro impegno attendeva i congressisti.

Questi si andarono infatti raccogliendo molto numerosi nella grande Sala dei Notari, per ascoltare la conferenza del Prof. *Giovanni Polvani* su Antonio Pacinotti. L'oratore che ebbe la ventura di poter consultare e riordinare gli incartamenti lasciati dal grande inventore, ha potuto sulla scorta di tali documenti ricostruire una magnifica rievocazione del Pacinotti, che fu ascoltata con commossa e raccolta attenzione e salutata alla fine da applausi calorosi.

*

Alla sera dello stesso giorno il Comune di Perugia volle dare una altra prova della signorile e cordiale accoglienza della città ai soci dell'A.E.I. Venne infatti organizzata in loro onore al teatro cittadino dell'Opera una serata di gala, alla quale i congressisti intervennero numerosi assistendo ad una recita dell'«Otello», data con inappuntabile dignità artistica. L'atto cortese del Comune di Perugia fu assai gradito dai congressisti ed altamente apprezzato.

*

Domenica 11 ottobre. — Questo giorno, dedicato alla gita a Terni ed a Rieti, costituì una lieta parentesi turistica fra il susseguirsi delle sedute tecniche.

La Ferrovia Centrale Umbra aveva, con signorile larghezza, messo a disposizione un treno speciale sul quale si raccolsero in gaie brigate i congressisti e le loro Signore, in grande numero. Partito puntualmente alle ore 7,15, con una rapida corsa che diede ai gitanti una prima visione degli stupendi panorami dell'Umbria, passando accanto all'Ipogeo dei Volummi, rievocazione della prima nostra gente, salutando, alta sul colle, Todi austera avvolta nel medioevale mantello di mura turrite, il treno addusse i congressisti alla industre Terni, fervida di moderne energie e sonante di opere.

Dopo brevissima sosta, il treno proseguì risalendo la valle del Nera, passando senza fermarsi accanto alle grandi acciaierie di Terni, poi agli stabilimenti di Papigno e di Galleto, per arrestarsi finalmente in vista della famosa cascata delle Marmore. I gitanti si affollarono sulle sponde del fiume, di fronte alle cascate, ammirando il superbo spettacolo delle grandi masse d'acqua precipitanti a valle in una fantasmagoria di schiume e di spruzzi candidissimi cui facevano elegante cornice le falde boscose dei colli che l'autunno dipingeva di mille colori.

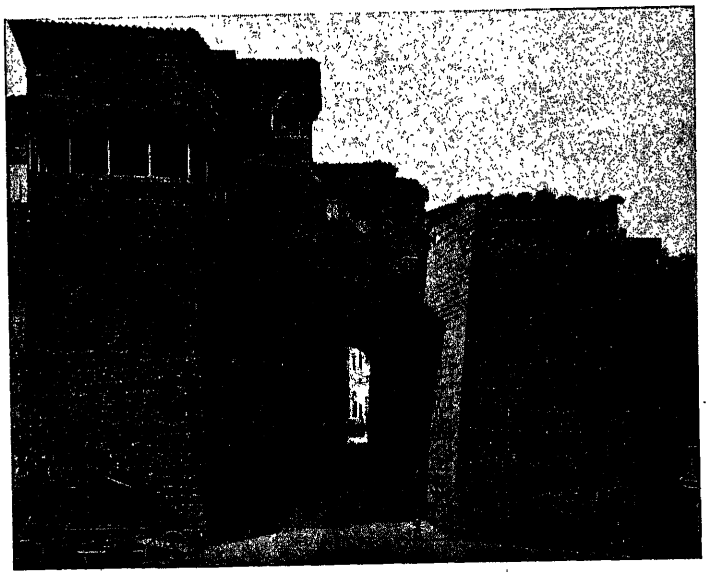
La Società Terni aveva così voluto ripristinare per breve tempo a favore dei congressisti dell'A.E.I. una delle più belle scene naturali che possa offrire al viaggiatore l'Italia centrale, e che purtroppo si è dovuta sacrificare alle necessità dello sfruttamento idroelettrico del Velino. L'atto cortese fu molto gradito dai congressisti che, dalla massa d'acqua fluente, poterono apprezzarne il costoso significato.

Dopo una breve fermata, i gitanti ripresero posto sul treno che li ricondusse a Galleto per la visita a quella centrale idroelettrica. L'imponente edificio, che fu dettagliatamente descritto sul nostro giornale, venne minutamente visitato dai congressisti che ne ritrassero una impressione di grandiosità d'insieme e di perfezione di particolari, non certamente comune. Sotto la guida cortese degli ingegneri della Terni, venne poi anche visitato il laboratorio di prove dove i convenuti poterono anche assistere ad alcune prove di scariche ad altissima tensione. Una interessante e curiosa appendice di carattere tecnico-scientifico fu costituita da alcune esperienze, eseguite dai tecnici della Terni, coll'uso dell'aria liquida.

Un'altra breve corsa col treno speciale addusse i gitanti fino alle Acciaierie, dove la signorile ospitalità della Terni aveva imbandito per essi le mense nel grande locale del refettorio degli operai, elegantemente addobbato per l'occasione. La gita mattutina aveva aguzzato l'appetito dei congressisti che fecero allegramente onore alla colazione servita con sontuosa larghezza.

Al tavolo d'onore sedevano col Comm. Medici, Direttore centrale della Terni e altri dirigenti della Società, la Presidenza della A. E. I, parecchie Autorità locali, fra cui anche il Prefetto di Terni.

Allo spumante il Segretario Federale di Terni, Prof. *Marchini*, porse con accesa intonazione il saluto della città, fiera di ospitare gli elettrotecnici italiani e di poter mostrare ad essi i propri impianti, fra i maggiori di Europa. Felici parole ebbe il Prof. *Bordoni*, rendendosi interprete di tutti i presenti nel ringraziare la Terni per la cordiale e larga accoglienza e nell'esprimere a tutte le Autorità presenti il profondo gradimento prodotto dal loro cortese intervento.



Perugia - L'Arco di Augusto. (Fot. Brogi).

Da ultimo parlò *S. E. Pennavaria* esaltando le industri energie di Terni e auspicando al sicuro brillante avvenire dell'industria elettrica nel quadro generale della immancabile prossima ripresa dell'economia nazionale; chiuse il suo dire proponendo l'invio a S. E. Mussolini del seguente telegramma:

«*Presentiamo all'E. V. il saluto devoto e riconoscente dei quattrocento congressisti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, i quali in Terni ammirano oggi il grandioso impianto del Galleto, che dal cuore dell'Italia centrale irradia un miliardo di kw-ora, apportatori di luce e di vita civile in questa terra nostra, che nel Fascismo ha ritrovato la fede, la disciplina, il lavoro e la certezza del suo divenire sotto la guida del Duce*».

La proposta fu accolta da generali calorosi applausi di tutti i presenti.

Il lungo programma della giornata non permetteva indugi e perciò appena consumata la colazione, i gitanti presero posto in numerosi torpedoni che erano venuti ad attenderli.

Risalendo l'erta china che chiude la conca dove si adagiano, colla centrale di Galleto, i grandi stabilimenti di Papigno, e sorpassando il caratteristico villaggio appollaiato su uno stretto sperone roccioso, la colonna degli automezzi sboccò ben presto nella conca del Lago di Piediluco, pittoresca visione d'azzurro nel lento pomeriggio autunnale. Il lago, col pittoresco villaggio e il nero rudere della rocca in vetta all'aspro colle, fu presto sorpassato e la corsa continuò nell'ampia piana reatina, che offerse un riposante quadro agreste coi lunghi filari delle viti ostentanti la rigogliosa vecchiezza dei pampini maturi e delle frondi rosseggianti nella tristezza della tarda stagione.

Mèta della gita era lo stabilimento della Supertessile per la fabbricazione della seta artificiale, presso Rieti. Accolti molto cortesemente dalla Direzione dello stabilimento, i congressisti poterono visitare, in una necessariamente rapida corsa, i diversi reparti del grandioso impianto formandosi una idea delle successive lavorazioni che permettono di passare dal grossolano cartone di cellulosa alle morbide matasse di seta. La visita interessò così anche le numerose Signore che avevano preso parte alla gita.

La Direzione della Società aveva predisposto un ricco servizio di rinfreschi ai quali i visitatori fecero onore con uno slancio giustificato dalla lunga corsa automobilistica sulle strade polverose.

Già il sole calava all'orizzonte quando la colonna degli automezzi si riformava. Il ritorno a Terni fu allietato dallo spettacolo meraviglioso di un forgorante tramonto che vestiva di rosso tutto l'orizzonte e imprimeva alla piana e ai declinanti colli lontani, suggestivi riflessi infocati che si andavano a poco a poco smorzando nelle nebbie della sera mentre le autovetture sfilavano nuovamente sulle rive del Lago di Piediluco.

Alla stazione di Terni era in attesa il treno speciale che accolse ancora i gitanti i quali furono ben presto occupati a consumare i cestini da viaggio che l'organizzazione della gita aveva fatto trovare pronti alla partenza.

Il viaggio di ritorno passò rapido fra i lieti commenti della bella giornata, finchè si giunse, a sera inoltrata, a Perugia.

*

Lunedì 12 ottobre. — La stanchezza della gita domenicale non trattenne i congressisti dall'intervenire numerosi alla successiva seduta tecnica, iniziatasi puntualmente alle ore 8,30.

Essa si aprì colle due relazioni dell'Ing. *Altmann* (riassunta dall'Ing. *Siebzehner*) sugli isolatori portanti, e dell'Ing. *Cerretelli* sul raffreddamento dei trasformatori. A questo proposito alcune domande di schiarimenti avanzate dall'Ing. *Motti* sulle modalità di esercizio con refrigerazione a ventilazione forzata provocò un interessante dibattito fra gli Ingg. *Selmo, Santuari, Crivellari, Fracanzani, Finzi, Bordoni, Barbagelata* e il relatore, dibattito che valse a mettere in luce parecchi aspetti dell'importante questione.

Sullo stesso argomento del raffreddamento dei trasformatori riferì anche l'Ing. *Panbianco;* alcune osservazioni dell'Ing. *Selmo* diedero lo spunto per una nuova discussione che vertè specialmente sui sistemi di refrigerazione a circolazione d'acqua e alla quale presero parte gli Ingg. *Vannotti, Motti, Santuari* e *Taccani*. Un'ulteriore scambio di idee fu provocato da rilievi dell'Ing. *Finzi* circa la costante di tempo dei trasformatori; sull'argomento interloquirono anche il Prof. *Neri* e gli Ingg. *Crivellari, Rebora, Fracanzani* e *Motti*.

I regolatori a induzione formarono poi oggetto, oltrechè di una relazione dell'Ing. *Gerli,* di una discussione fra il relatore e gli Ingg. *Finzi, Selmo* e *Santuari*.

Dopo la relazione dell'Ing. *Bonati,* sull'apparecchiatura blindata e quella *Barbagelata-Usigli* sulle misure nelle cabine, riassunta dal Prof. Barbagelata e dopo qualche rilievo dell'Ing. *Selmo,* si ebbe la relazione del Prof. *Neri* sui fenomeni transitori nei trasformatori. Sull'interessante argomento presero anche la parola il Prof. *Focaccia* e l'Ing. *Palestrino.*

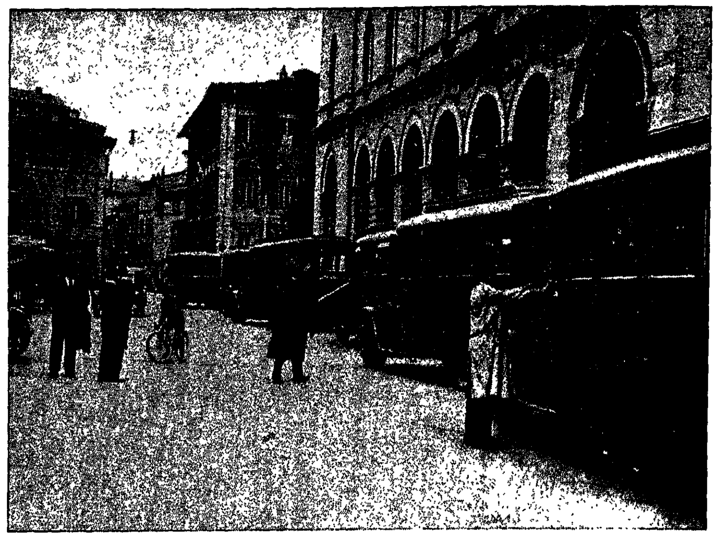
Un'ampia e profonda discussione si accese intorno all'efficacia dei sistemi di protezione contro le sovratensioni, dopo la relazione dell'Ing. *Caminiti* sulle bobine di self. Vi diedero occasione alcune dichiarazioni dell'Ing. *Campos* e osservazioni del Prof. *Neri* e dell'Ing. *Crivellari* alle quali rispose il relatore. Il Prof. *Lori* intervenne nel dibattito rilevando l'inapplicabilità dei metodi ordinari alla trattazione dei fenomeni ad alta frequenza e la necessità di affrontarne su nuove basi lo studio. Dopo un'ulteriore discussione fra gli Ingg. *Crivellari, Campos, Palestrino, Pugno Vanoni, Neri* e *Bordoni,* si passò alla relazione del Prof. *Revessi* sulla protezione delle cabine, che diede occasione a qualche rilievo degli Ingg. *Crivellari, Selmo* e *Rebora.*

La seduta mattutina si chiuse dopo che il Prof. *Barbagelata* ebbe riassunto la sua relazione sulla selezione preordinata nella protezione degli impianti elettrici, e quella dell'Ing. *Marin* (assente) sulla protezione contro le sovracorrenti.

*

Il programma primitivo della XXXVI Riunione contemplava nel giorno di lunedì 12 ottobre anche una seduta pomeridiana. Ma essa dovette poi essere sacrificata davanti alla cortese insistenza del Comune di Perugia, il quale volle nel pomeriggio di quel giorno avere propri ospiti i congressisti per dar loro modo di prendere conoscenza dei tesori di bellezza della città che li accoglieva con tanta cordialità.

Alle ore 14 un gruppo di autovetture adunato davanti all'Hôtel Brufani accoglieva i congressisti e si disperdeva poi in varie direzioni, secondo itinerari opportunamente studiati in modo che ogni gruppo potesse successivamente visitare i principali monumenti della città. La visita fu resa anche più interessante perchè il Comune aveva fatto accompagnare ogni gruppo da una guida competente che potesse illustrare convenientemente le cose visitate.



Le autovetture pronte per la partenza.

La corsa, necessariamente rapida, effettuata attraverso la città permise di formarsi una idea generale degli inesauribili tesori artistici e storici di cui Perugia va giustamente fiera. La soddisfazione generale era dimostrata più che altro dal proponimento, che si sentiva frequentemente ripetere dall'uno all'altro dei congressisti, di voler presto ritornare nella capitale dell'Umbria per visitarla con maggiore calma e più amorosa cura.

Quando già il tramonto infocava di fantastiche luci l'orizzonte, le autovetture ricondussero i congressisti al Palazzo del Podestà dove il Municipio aveva preparato in loro onore un ricevimento nelle magnifiche sale della Pinacoteca.

Il fasto degli ampi locali, la suggestione spirante dalle tele preziose che parevano ricantare nei secoli l'inno gioioso degli sponsali fra il genio umano e l'ideale eterno della bellezza, davano alla riunione un tono di solennità austera al quale il signorile rinfresco offerto ai convenuti recava una nota di composta gaiezza.

Non erriamo certamente nel dire che il ricevimento del Municipio di Perugia nelle sale della Pinacoteca rimase fra i ricordi più graditi ed apprezzati della XXXVI Riunione e valse indubbiamente a lenire, e forse a sopire, anche nel cuore dei tecnici più tenaci e intransigenti, il rammarico per la seduta sospesa!

*

La visita ai monumenti della città, e il ricevimento nella Pinacoteca avevano singolarmente disposto i Congressisti a gradire la conferenza sull'arte umbra, che venne tenuta la sera dello stesso giorno, nella sala dei Notari, dal Prof. *Bertini-Calosso,* Sovraintendente per l'Umbria all'arte medioevale e moderna.

Con rapida sintesi, resa efficace dalla profonda competenza, l'oratore tracciò la storia dell'arte umbra dal primo medioevo ai tempi nostri, illustrandone le profonde radici italiche, e mostrandone in ottime proiezioni luminose, i frutti più caratteristici e più gloriosi. La eloquenza, riscaldata da un intimo profondo entusiasmo, del Prof. Bertini-Calossi seppe tenere avvinta a sè per quasi due ore l'attenzione vivissima del numeroso uditorio che manifestò, alla fine, l'intenso godimento intellettuale provato con un calorosissimo applauso all'oratore.

*

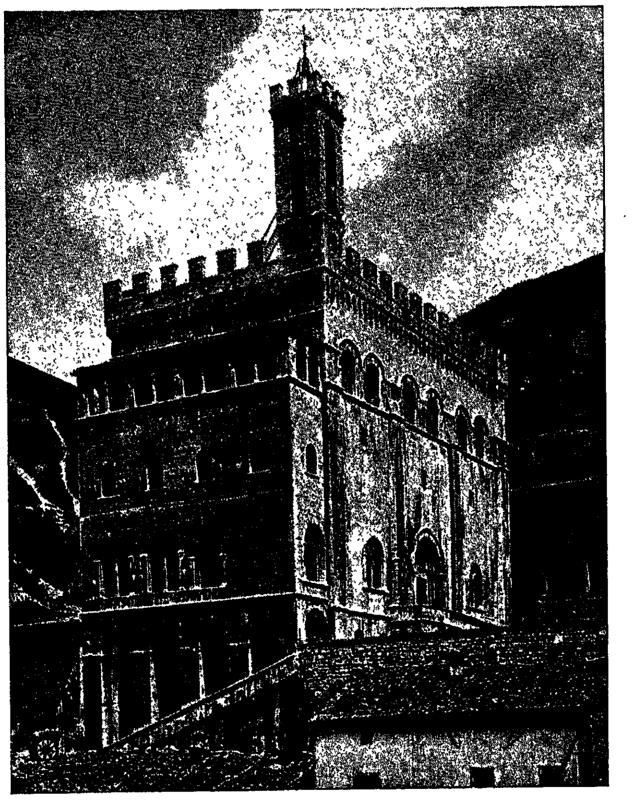
Martedì 13 ottobre. — La parentesi storico-artistica ai lavori del Congresso, aperta dal pomeriggio e dalla serata del lunedì, ebbe una felice continuazione nella gita a Gubbio effettuata il giorno seguente. Di buon mattino, alle ore 7,15 una lunga carovana automobilistica raccoglieva i congressisti e si snodava per la bella strada che conduce a Gubbio.

Varcato sul caratteristico ponte ad arco rampante, il corso del Tevere dalle scure acque impigrantesi fra le verdi sponde, il panorama si andò facendo sempre più ampio ed aperto mentre la strada risaliva l'erta dei dossi e si svolgeva per lungo tratto sulla cresta di essi seguendo con docile corso l'irregolare svolgersi delle piccole catene dei colli.

Lo spettacolo delle vaste campagne ancora verdeggianti di vigneti, o abbrunate dall'aratura recente, sparse di casolari e di vil-

laggi, con la persistente visione di Perugia in fondo lontanante nella chiarità della luce mattutina, diede a tutto il percorso una intonazione di suggestiva bellezza che fu grandemente goduta dai gitanti.

A Gubbio la prima fermata fu dedicata al Teatro Romano di cui i ruderi furono visitati con attento interesse. Si passò poi alla visita della città alta e specialmente dell'imponente Palazzo dei Consoli. Era ad attendere i congressisti il Podestà di Gubbio che volle essere loro guida cortese.



Gubbio - Palazzo dei Consoli. (Fot. Anderson).

I gitanti sciamarono per le vastissime sale salendo in gran numero fino alla torretta, altissima sulla piana sottostante, donde la vista spazia a perdita d'occhio. Molta curiosità suscitarono le bronzee «tavole eugubine» incise di strani caratteri, famoso e antichissimo documento, fra i primi scritti di nostra gente. L'austero aspetto medioevale del Palazzo e della piazza prospiciente imprimeva negli animi un senso di austerità severa che si andò poi rinforzando nella visita agli altri monumenti della città, e nel percorrere le vecchie strade e gli oscuri vicoli, quasi nascosti fra le alte mura brune degli antichi edifici dai quali sembra spirare un'aura di mistero e sussurrare una voce favoleggiante di romantiche istorie e di faide sanguinose. Mentre, all'animo fatto pensoso, di quando in quando ampi squarci di sfondi luminosi o rapide visioni d'azzurro, apparenti improvvisi da un porticato basso o attraverso una volta aperta, dicono una parola di pace e ricordano, nel tempo ferrigno, ammansito dalla serena mitezza di Francesco perfino il lupo rapace!

Questi contrasti singolari che incantano il visitatore di Gubbio avrebbero certamente a lungo trattenuto i gitanti se l'insistente richiamo delle trombe delle autovetture non li avesse raccolti per la partenza. Il programma contemplava infatti il ritorno a Perugia per la colazione, cosicchè alle ore 11 la carovana automobilistica si riformava e, raccolti gli ultimi inevitabili ritardatari, si rimetteva in moto rifacendo veloce la strada percorsa poche ore prima.

*

Nel pomeriggio alle ore 14 l'Ing. Salvatore *Attal,* noto cultore di studi francescani, parlò nella Sala dei Notari, di San Francesco illustrandone la figura storica e morale in una interpretazione talvolta originale e personale. La fatica della gita mattutina non aveva trattenuto i congressisti dall'accorrere in buon numero ad ascoltare il consocio e la loro diligenza fu ben premiata dal godimento prodotto dall'esposizione dell'oratore che fu vivamente applaudito.

*

Subito dopo la conferenza dell'Ing. Attal, venne aperta la quarta seduta tecnica; essa ebbe inizio colla relazione dell'Ing. *Colonna* su la protezione selettiva delle reti, intorno alla quale si svolse una breve discussione fra il Prof. *Barbagelata,* l'Ing. *Santuari,* l'Ing. *Selmo* e il relatore.

L'Ing. *Someda* riferì sulle cabine per alimentazione di circuiti in serie, dopo di che il Prof. *Focaccia* riassunse la prima parte della relazione compilata insieme all'Ing. *Tolomeo* sugli impianti di illuminazione a corrente costante. Le due relazioni diedero lo spunto a una interessante discussione intorno al calcolo e al funzionamento dei trasformatori serie, nella quale intervennero, insieme ai relatori, gli Ingg. *Bertazzoni, Tolomeo* e *Cerretelli.*

Un vasto scambio di idee venne anche provocato dalla relazione del Prof. *Rebora* circa le prese di terra. Gli Ingg. *Motti, Bordoni, Fracanzani, Selmo* e *Del Buono* portarono interessanti dati di esperienze e di esercizio, a cui altre notizie relative agli impianti ferroviari aggiungero gli Ingg. *M. Semenza* e *Santi.*

Seguirono alcune relazioni di carattere descrittivo. L'Ing. *Crivellari* riassunse quella, compilata insieme all'Ing. *Dalla Verde,* sulle cabine all'aperto del gruppo S.I.P.; l'Ing. *S. Silva* illustrò le cabine in cemento armato della Sardegna; l'Ing. *Motti* quelle della Soc. Meridionale, e l'Ing. *Amara* riassumendo la relazione compilata insieme agli Ingg. Di Giuseppe e Ruggeri, parlò delle recenti cabine della Elettricità e Gas di Roma.

*

Un intermezzo di grande interesse ai riassunti delle relazioni fu costituito dalla esposizione fatta dal Prof. *Barbagelata* dei risultati del quinto ciclo di tarature, organizzato, come è noto, dall'A.E.I. in confronto fra parecchi laboratori elettrotecnici italiani, come già negli scorsi anni. Questa volta, oggetto delle prove, era stato un motore Marelli da 3.6 kW.

Colla scorta di parecchi grafici riassuntivi il Prof. Barbagelata diede notizia dei risultati raggiunti dalle prove mettendo in evidenza gli scarti percentuali delle misure ottenute dai vari sperimentatori e commentando brevemente tali risultati.

Dopo alcune osservazioni dell'Ing. *Vannotti* e qualche domanda di schiarimenti degli Ingg. *Finzi, Colombo* e *Someda* ai quali il Prof. Barbagelata rispose esaurientemente, il *Presidente* diede lettura di una lettera del Prof. *Lombardi* il quale proponeva di non continuare nel prossimo anno questa iniziativa, e chiese il parere dell'assemblea in proposito.

Interloquì il Prof. *Revessi* osservando come fosse opportuno che la questione, come già aveva accennato il Presidente, venisse discussa in una riunione privata fra i Direttori dei laboratori, ma esprimendo tuttavia il proprio personale parere favorevole alla continuazione dei cicli di tarature; l'Ing. *Selmo* e parecchi altri dei presenti si dichiararono pure favorevoli alla continuazione dei cicli di tarature ritenendo ben provata l'utilità di essi.

Il Presidente si riservò di riesaminare la questione, e prendere le sue decisioni in merito.

*

Venne poi ripresa l'esposizione delle relazioni.

Di carattere particolare furono le relazioni dell'Ing. *F. Bordoni* sulle cabine per teatri e quella dell'Ing. *Carati* sull'esercizio delle sottostazioni nelle reti urbane.

Il problema della manutenzione delle cabine fu invece trattato nella sua relazione dall'Ing. *Selmo.* La discussione che ne seguì e alla quale presero parte il Prof. *Rebora,* e gli Ingg. *Motti, Cerretelli, Colombo, Pugno Vanoni, Selmo, Crivellari* e *Santuari* giovò a lumeggiare alcuni aspetti particolari della questione e a portare un interessante contributo di notizie e di pratica.

*

La sera trovò i congressisti lietamente raccolti nelle sale dell'Hôtel Brufani per il tradizionale pranzo sociale. La consueta, composta, allegria regnò sovrana nella schietta cordialità dei presenti ormai completamente affiatati dai precedenti giorni di lavoro e di gite in comune.

Alla tavola d'onore avevano preso posto anche le maggiori Autorità cittadine che avevano cortesemente aderito all'invito loro rivolto.

Il lieto clamore dei convitati cessò quando allo spumante si alzò a parlare il Presidente, Prof. *Bordoni.* Con facile ed elegante parola evocò i sentimenti di amichevole colleganza che stringono i soci della A.E.I. e rilevando l'ottima riuscita del congresso e l'importanza dei lavori svolti, trasse lieto auspicio per l'avvenire della nostra Associazione. Con felice pensiero volle poi ancora una volta esprimere la profonda soddisfazione e la sincera gratitudine dei congressisti per l'accoglienza larga, cordiale, premurosa di tutte le Autorità e gli Enti locali.

Un caloroso prolungato applauso espresse la comunione di pensiero di tutti i presenti col loro Presidente ed ebbe anche il chiaro significato di una dimostrazione di deferenza e di simpatia all'oratore.

Rispose, pure molto aplaudito, il Vice Podestà di Perugia Prof. *Guardabassi* riconfermando il compiacimento della città nell'accogliere i congressisti ed esprimendosi con simpatiche parole nei riguardi dell'A.E.I.

Levate le mense, i convitati si trattennero a lungo nelle sale in amichevoli conversazioni; ma un buon numero non mancò di approfittare ancora una volta della simpatica ospitalità dei Fideloni, e migrò, accompagnando le Signore e le Signorine, nelle eleganti sale dell'Accademia, dove ben presto le danze si iniziarono e si protrassero fino a tarda ora nella notte.

*

Mercoledì 14 ottobre. — Alle ore 8 e 30 si aperse l'ultima seduta tecnica del Congresso.

L'Ing. *Tolomeo,* dopo avere riassunto la seconda parte della relazione compilata insieme all'Ing. *Focaccia,* sugli impianti di illumina-

zione a corrente costante, rispose ad alcune osservazioni dell'Ing. *Selmo*.

La relazione compilata in collaborazione coll'Ing. *Cusani-Confalonieri* dall'Ing. *M. Semenza*, e da questi riassunta, diede luogo ad una interessante discussione circa la prevenzione, la protezione e lo spegnimento degli incendi negli impianti elettrici. I contributi di notizie e di osservazioni portati dai Prof. *Neri* e *Focaccia* e dagli Ingg. *Santuari, Rebora*, e *Virgili*, giovarono a mettere in evidenza l'importanza dell'argomento e le singolari difficoltà che si incontrano per una pratica soluzione.

Un po' fuori dall'argomento del Congresso ma di grande interesse tecnico fu la relazione dell'Ing. *Bianchi* su la unificazione delle locomotive elettriche a corrente continua.

L'ultima relazione esposta fu quella dell'Ing. *Fiorentini* su l'automatismo nelle sottostazioni.

Non essendo presenti i relatori si dovettero dare per lette le relazioni dell'Ing. *Dupuis* sui materiali metallici resistenti alla ruggine, dell'Ing. *G. Silva* sulle installazioni di macchine rotanti all'aperto, e dell'Ing. *Lamma* sui trasformatori negli impianti con raddrizzatori a vapore di mercurio.

Venne poi annunciata la presentazione di una relazione dell'Ing. *Paris* sul confronto economico fra le strutture metalliche e quelle in cemento armato.

❋

Esaurite così le discussioni particolari sulle singole relazioni, il Presidente aprì la *discussione generale*.

L'Ing. *Correggiari* interloquì a proposito dei trasformatori a 3 avvolgimenti e specialmente sulla definizione di potenza e sulle prove per ripartire le perdite e le reattanze. Sull'argomento si allargò la discussione coll'intervento degli Ingg. *Palestrino, Santuari, Del Buono, Crivellari, Colombo* e *Finzi*, giovando a mettere in evidenza parecchie questioni inerenti all'esercizio dei trasformatori a più avvolgimenti e i metodi di prova ad essi inerenti.

Dopo un breve scambio di idee fra l'Ing. *Correggiari* e l'Ing. *Tolomeo* circa le conseguenze di corto circuiti su condutture alimentate da trasformatori a corrente costante, l'Ing. *Picker* illustrò un sistema proposto per la refrigerazione dell'olio dei trasformatori a circolazione, senza impiego di pompe, utilizzando il principio del termosifone.

Sui trasformatori a tensione variabile per servizio di impianti teatrali presentò qualche considerazione l'Ing. *Finzi*, trovando conferma in alcune osservazioni riferite dal Prof. *Pugno Vanoni*.

La discussione generale fu chiusa da rilievi dell'Ing. *Jacobini* sulla importanza delle sottostazioni di conversione nei rispetti della economia generale con accenni alle nuove prospettive che si vanno aprendo col raggiungimento della reversibilità degli apparecchi statici di conversione.

Il *Presidente* diede poi lettura di una lettera del Prof. *Lombardi* tendente a promuovere, in collaborazione fra Istituti scientifici nazionali e Società elettriche, una programma di ricerche e di osservazioni che potesse condurre ad una migliore conoscenza dei fenomeni relativi alle sovracorrenti e alle sovratensioni.

Dopo qualche osservazione degli Ingg. *Jacobini, Crivellari, Santuari* e *Picker* venne in generale riconosciuta l'utilità che simile collaborazione potrebbe presentare.

❋

Esaurita così la parte tecnica della XXXVI Riunione, il Presidente dichiarò aperta la Assemblea Generale della A.E.I.

Secondo la consuetudine, il *Presidente*, fra il religioso silenzio dei presenti lesse i nomi dei Soci defunti mandando un commosso saluto alla loro Memoria. Ricordò in particolare l'Ing. Cusani-Confalonieri, che doveva essere insieme all'Ing. M. Semenza, relatore all'attuale Congresso e l'Ing. Fano del quale esaltò le nobili doti di uomo e di tecnico, e il fattivo attaccamento alla A. E. I.

Passando poi a parlare dell'attività delle Sezioni si compiacque di poter constatare un sensibile incremento. Ciò è tanto più confortante in quanto l'intensificazione della vita delle Sezioni è la forma più efficace di propaganda per attirare nuovi soci, il numero dei quali si mantiene da qualche tempo stazionario, certo in rapporto alle difficoltà economiche generali del momento.

Ricordò l'inaugurazione del Sacrario Ferraris, di cui è già stato data notizia sul giornale.

Comunicò che l'A.E.I. era stata rappresentata a Londra alle onoranze a Faraday dal Senatore Marconi, e il C.E.I. dal Prof. Lombardi. Avvertì che l'A.E.I. ha aderito alla nuova costituzione della Conférence des Grands Réseaux e in proposito riconfermò il proponimento di continuare a propugnare le direttive sempre seguite dall'A.E.I. per il progressivo coordinamento e concentramento degli organi internazionali di studio.

Annunziò che nel 1932 sarà tenuto a Parigi un Congresso mondiale di Elettrotecnica nell'occasione del cinquantenario del primo Congresso di Elettrotecnica del 1881.

Diede notizia dell'opera svolta dall'A.E.I. per agevolare l'iniziativa di un gruppo di tecnici ferroviari inglesi per visitare nel prossimo anno i nostri impianti di elettrotrazione; l'A.E.I. si è fatta opportunamente tramite fra essi e la Amministrazione delle FF. SS.

Nei riguardi del giornale, il Presidente, accennò alle modificazioni avvenute e già annunciate, nella composizione della Redazione, ed esortò tutti i Soci a una viva ed efficace collaborazione assicurando che ogni proposta ed ogni desiderio espresso riescono graditi alla Redazione e sono sempre presi in attenta considerazione. Ricordò le novità in corso di attuazione, invitando in particolare i soci che vogliono profittare dell'iniziativa presa per la ristampa a parte dei Sunti e Sommari a iscriversi sollecitamente versando la quota di L. 15.

Gli Ingg. *Bianchi* e *Crivellari* avanzarono al riguardo qualche proposta alla quale rispose il Prof. *Barbagelata*. Restò convenuto di inserire nella rubrica dei Sunti e Sommari anche le recensioni degli articoli pubblicati sul nostro giornale e a questo proposito il *Presidente* rilevò la opportunità che, in testa ad ogni articolo, fosse inserita una breve parafrasi volgarizzatrice che illustrasse, almeno dal lato qualitativo l'argomento trattato sull'articolo stesso; questa opportunità venne confermata da qualche osservazione del Prof. *Rebora* e del Prof. *Pugno Vanoni*.

Riprendendo le sue comunicazioni il *Presidente* rilevò la necessità di dare la massima diffusione possibile ai volumi dei Rendiconti dei nostri congressi, volumi che costituiscono il complemento di quelli del giornale. Si cercherà di facilitarne la diffusione praticando un prezzo speciale molto basso per quei Soci che si prenotino all'atto del versamento della quota sociale.

Comunicò che sono state approvate dal Consiglio Generale le Norme per i cavi e quelle pei motori primi idraulici, compilate dal C. E. I.

Non avendo ancora i commissari potuto ultimare il loro lavoro, non fu possibile procedere all'assegnazione del premio Jona durante l'Assemblea generale.

Ultimate le comunicazioni, il Presidente presentò, illustrandoli brevemente, i bilanci, rilevando come il consuntivo 1930 si sia chiuso alla pari come farà quasi certamente quello 1931; per l'anno prossimo invece si è previsto un disavanzo di 10.000 lire, perchè si è voluto tener conto di una probabile contrazione nel numero dei Soci, in vista delle attuali condizioni economiche.

I bilanci vennero approvati all'unanimità senza osservazioni. Su proposta dell'Ing. *Del Buono* furono poi riconfermati in carica i Revisori dei conti che scadevano per anzianità.

Il *Presidente* passò poi a parlare del prossimo congresso, per la sede del quale si è avuto un cortese invito della Sezione di Firenze. Per il tema sono state fatte parecchie proposte di argomenti: macchinario idroelettrico, reti a bassa tensione, flussi elettronici e applicazioni relative. La Presidenza si riservò una certa libertà di azione sia per la scelta della sede che per quella del tema.

L'Ing. *Del Buono* avanzò il dubbio che l'argomento dei flussi elettronici rivesta ancora un carattere troppo strettamente scientifico e l'Ing. *Santuari* disse di ritenere che per l'anno prossimo non sia ancora possibile portare dati di esercizio relativi a tali applicazioni. Nettamente favorevoli a quel tema si dichiararono invece l'Ing. *Campos* e l'Ing. *Selmo* provocando nell'assemblea un diffuso consentimento del quale il *Presidente* prese atto pur riserbandosi ogni decisione in proposito.

Comunicò poi che la Signora Semenza aveva inviato un telegramma di augurio per la buona riuscita della riunione e propose, fra il deferente consentimento dell'assemblea, di rispondere ringraziando.

Avvertì infine che erano giunti telegrammi di risposta a quelli inviati all'atto dell'apertura dei Lavori, da parte del Conte Cozza, presidente della Sezione d'Ingegneria del Consiglio Nazionale delle Ricerche, dell'Ing. Velani, Direttore generale delle FF. SS., dell'Ing. Calletti, Presidente del Consiglio Superiore dei lavori pubblici, del Sen Marconi, presidente del Cons. Nazionale delle Ricerche, di S. E. Balbino Giuliano, Ministro della Educazione Nazionale, ecc.; e finalmente uno di S. M. il Re, a firma personale.

Quest'ultimo, accolto da una vibrante manifestazione di entusiasmo diceva così:

« *Ricevo con vivo compiacimento il saluto dei congressisti dell'Associazione Elettrotecnica e rispondo con grato animo al cortese pensiero* ». VITTORIO EMANUELE.

Cessati gli applausi vivissimi che salutarono la lettura del telegramma di S. M., il Presidente espresse ancora una volta sensi di gratitudine alle Autorità locali e rivolse un ringraziamento ai Colleghi della Presidenza, all'Ufficio centrale che ha curato la organizzazione del Congresso, alla Redazione del giornale e a tutti i Soci che in un modo o nell'altro hanno contribuito alla buona riuscita della Riunione.

L'Ing. *Del Buono* molto opportunamente si rese interprete del sentimento dell'assemblea esprimendo al Prof. Bordoni il ringraziamento dei congressisti, dando modo ai presenti di manifestare con un vivissimo e prolungato applauso i loro sentimenti di cordiale deferenza al Presidente.

❋

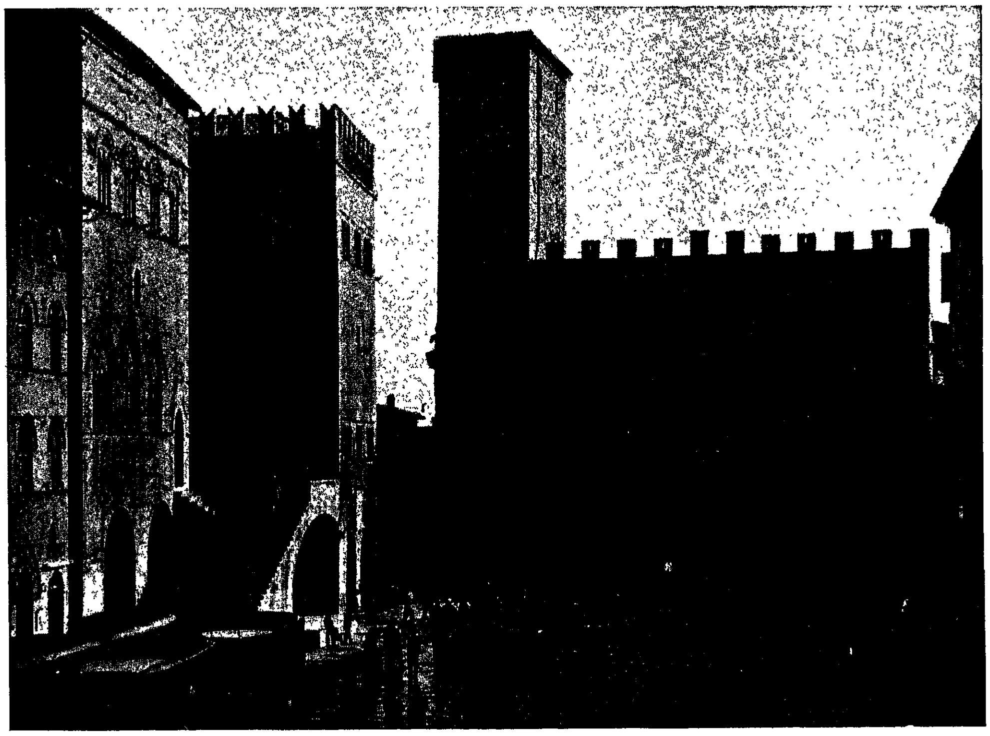
Il pomeriggio fu interamente dedicato ad una escursione. Prima meta della solita carovana automobilistica, partita da Perugia alle ore 13, fu Todi. Rifacendo in automobile la strada già percorsa in treno la domenica mattina, fu possibile meglio ammirare l'interessante panorama delle campagne. L'ascensione del colle di Todi, lungo la strada svolgentesi in ripido pendio intorno alle pendici precipiti, costituì uno spettacolo indimenticabile. Di mano in mano che la strada saliva il panorama si apriva e l'orizzonte si dilatava, in un susseguirsi ininterrotto di colli addossantisi come in una strana marea

bruna, sfumanti a poco a poco lontano sullo sfondo dei monti di Abruzzo ammantati della luce meridiana: panorama veramente magnifico e caratteristico dell'Umbria.

La austera cittadetta accolse fra le sue mura la lieta brigata che sfilò nelle anguste strade medioevali dove pareva ad ogni tratto che dovesse affacciarsi il volto ispirato di Jacopone, corrucciato da tanto frastuono. Una breve fermata sulla piazza del municipio, una delle più caratteristiche e suggestive piazze medioevali d'Italia, permise ai gitanti di visitare rapidamente i principali monumenti della città, riportandone una impressione profonda e un godimento grande. Il Podestà di Todi, era cortesemente ad attenderli e raccolse le espressioni dell'ammirazione e del compiacimento di tutti.

L'ora urgeva e la carovana automobilistica riprese presto la via, ridiscendendo il colle di Todi e dirigendosi alla centrale del Bastardo situata proprio nel cuore dell'Umbria.

La gita fu quanto di più pittoresco si potesse immaginare, sempre in mezzo alle feconde campagne, fra i vigneti stremati dalla vendemmia e fatti tristi e quasi pensosi del veniente inverno, e i colli avvolti nel manto bruno della recente aratura, silenti nel fecondo riposo autunnale. Un'aura come di solenne malinconia spirava dalla vasta campagna e si accordava coll'impressione di severità austera che Todi aveva lasciato nei congressisti.



I congressisti visitano la piazza di Todi.

La fermata alla centrale del Bastardo costituì un intermezzo gradito alla lunga corsa automobilistica, e una visita tecnica di grande interesse.

Erano ad attendere i visitatori l'Ing. Mandò, Direttore della centrale, col Dott. Parmeggiani e gli Ingg. Bruno, Zucchi, Valvassori e Morroni. Divisi in gruppi i congressisti poterono così visitare gli impianti della centrale la quale sfrutta vasti giacimenti di lignite per la produzione di gas Monde che alimenta 3 grandi motori a gas da 3700 kW, e permette il ricupero di parecchi importanti composti chimici come sottoprodotti.

La visita agli impianti di gassificazione della torba, di lavaggio e depurazione del gas fu assai interessante, mentre la centrale elettrica diede una singolare impressione di grandiosità cogli enormi motori a gas che sono fra i più grandi nel mondo.

La Direzione della centrale volle poi offrire un signorile rinfresco che i gitanti gradirono assai dopo il non breve tragitto in automobile.

Il sole già accennava a calare quando i congressisti, presero commiato, vivamente ringraziando, dai dirigenti della centrale e ripartirono per Montefalco.

Il grosso borgo, appollaiato sulla cima di un alto colle, fu raggiunto mentre all'orizzonte si spiegava tutta la pompa maestosa del più sfolgorante tramonto d'autunno che infocava di fantastiche luci il cielo e riverberava strani riflessi rossastri sulla campagna. Smontati sulla piazzetta alla sommità del colle, i gitanti, cortesemente accolti dal Podestà, si affollarono sulla torretta del palazzo comunale dalla quale si gode il panorama più vasto di tutta l'Umbria. La visione, nella rossa luce del tramonto, aveva una nota di grandiosità e di suggestione impareggiabile.

I primi lumi si accendevano nei casolari sparsi della campagna quando la colonna, formatasi ancora una volta, prese a sfilare per la strada che conduce a Foligno. Presto la sera fu completa e sui colli intorno, e sui monti in fronte fu tutto un occhieggiare di luci che punteggiavano per ogni dove l'oscurità ormai profonda.

Foligno fu raggiunta a sera già avanzata, ciò che permise di effettuare soltanto una brevissima fermata nella industre città.

Un'ultima corsa nella notte riconduceva poi i congressisti, un poco stanchi, ma soddisfattissimi della splendida gita, a Perugia per la cena che fu quella sera singolarmente ritardata.

*

Giovedì 15 ottobre. — Una manifestazione così complessa come la XXXVI Riunione nella capitale dell'Umbria, dopo le manifestazioni scientifiche, turistiche, storiche, artistiche, non sarebbe stata completa senza una pennellata di misticismo ed essa fu infatti costituita da una giornata dedicata ad Assisi, che opportunamente la Presidenza aveva stabilito a termine e quasi a sommo delle attività del congresso.

Alle 7 e mezzo del mattino la solita carovana automobilistica imbarcava i congressisti a Perugia per condurli ad Assisi. Una fermata alla basilica di S. Maria degli Angeli, colla visita alla Porziuncola, alla suggestiva Cappella del Transito, al mistico roseto che conserva indelebili le tracce dell'eroica virtù del Santo, diede ai visitatori una prima profonda impressione di religiosa commozione che durò, intensificandosi, tutta la giornata, interamente dedicata alla visita dei ricordi francescani in Assisi e nei dintorni.

Le cose erano state disposte in modo che le autovetture compissero nella mattinata diversi itinerari cosicchè ciascun gruppo potesse successivamente osservare le cose più notevoli evitando ogni affollamento. Ma la suggestione dei ricordi di Assisi è così grande e richiama a un così intimo raccoglimento che molti dei congressisti, appena arrivati in città, preferirono disertare la comitiva avviandosi, solitari o in piccoli crocchi, a visitare per proprio conto le chiese, i conventi e gli eremi antichi di cui Assisi e i dintorni ridondano.

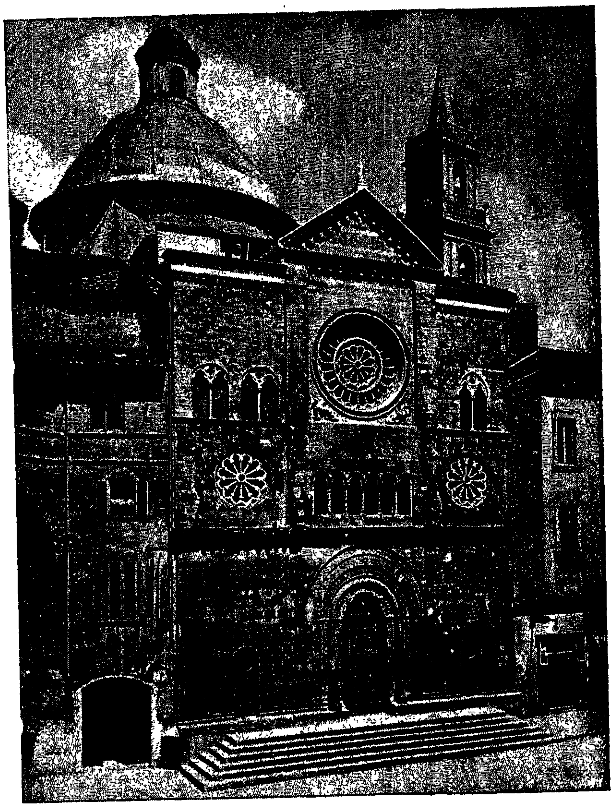
La piccola cripta del Santo, così commovente nel suo chiuso raccoglimento, le imponenti basiliche sovrastanti oscure e quasi crucciose nel contrasto del loro sfarzo magnifico, il convento di San Damiano che conserva nella sua toccante povertà ancora la fragranza del semplice candore di Santa Chiara e delle sue prime sorelle, l'eremo delle Carceri così pieno dei ricordi di S. Francesco e sonante ancora della sua voce nello stormire lene dei lecci antichi che udirono le sue parole, tutti insomma i monumenti della storia francescana che rendono insigne Assisi, furono mèta di prolungate visite, di sostè pensose, di raccolte escursioni.

Qualche cosa di Lui che ogni voce della creata natura amò e tradusse in fattiva virtù nel suo pensiero, di Lui che volle che gli umili frati suoi guadagnassero il loro sostentamento giorno per giorno colla fatica del loro lavoro, qualche cosa di Lui trovava mistica rispondenza nei cuori dei congressiti usi, la maggior parte, ad un diuturno tenace lavoro per meglio interpretare della natura uno dei più fulgenti segreti e tradurlo in vie di umano e civile progresso. Così, come abbiamo detto, la visita ad Assisi opportunamente chiudeva, coronando, la XXXVI Riunione.

Il pellegrinaggio per la città e nei dintorni, ebbe una sosta per la colazione, che era stata preordinata nei diversi alberghi della città nei quali i congressisti si distribuirono, ma continuò nel pomeriggio anche quando il tempo, improvvisamente guastatosi con scrosci di pioggia mista a neve e raffiche di vento gelato, diede ai visitatori occasione di saggiare di lontano quella perfetta letizia che il Santo, altra volta, nella bufera di neve aveva esaltato a frate Leone!

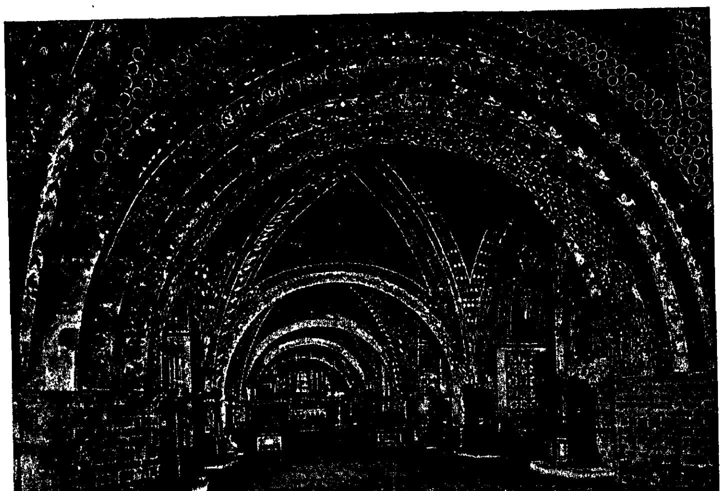
Nella gloria di un radioso tramonto nel cielo rifatto sereno.

mentre la nebbia della pioggia recente permeata dai raggi del sole cadente vestiva ogni cosa di una sfumatura dorata, venne iniziato il viaggio di ritorno a Perugia dove si giunse per l'ora di cena.



Foligno - La Cattedrale. (Fot. Alinari).

Venerdì 16 ottobre. — Colla manifestazione di Assisi si chiudeva ufficialmente la Riunione, ma un piccolo gruppo di congressisti più tenaci, o più gaudenti, approfittò anche dell'ultima gita organizzata quasi a titolo di supplemento o di appendice. E la loro tenacia, se tale fu, venne largamente ricompensata dal godimento della gita veramente magnifica e, salvo un impreveduto arresto di un paio d'ore per un guasto all'autovettura, ottimamente riuscita.



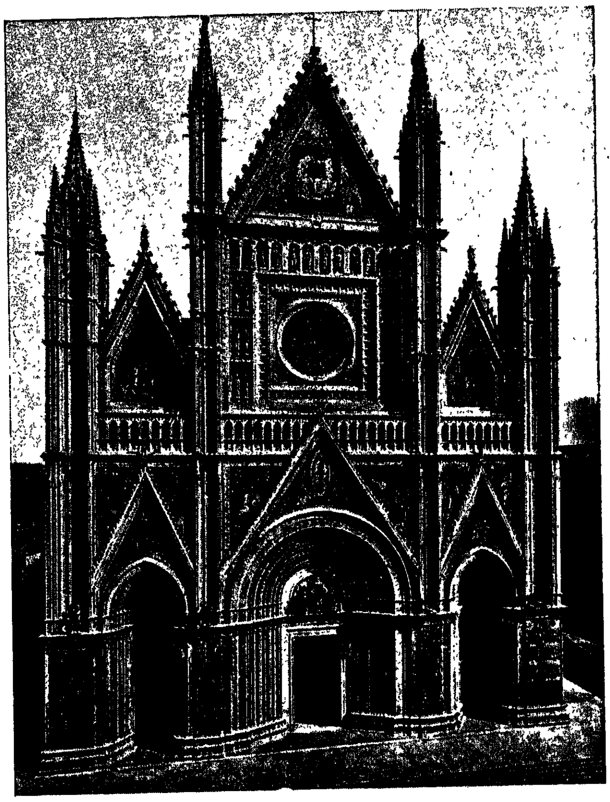
Assisi - La Basilica inferiore. (Fot. Anderson).

Partiti alle 7, il programma prevedeva per le 9 e 30 l'arrivo ad Orvieto, ma per il predetto incidente che richiese il cambio della vettura e causò un notevole ritardo, la bella città fu raggiunta soltanto verso le 11 e 30. Il percorso, nel solito stupendo panorama dell'Umbria, rinnovò il godimento già provato nelle precedenti gite, ma di cui la ripetizione non sapeva generare sazietà. La visione di Orvieto accoccolata in vetta al precipite colle, col caratteristico aspetto di ben munita fortezza, non mancò di causare la nota impressione di ammirata curiosità mentre l'erta strada che conduce in città diede modo ancora una volta di spaziare su un panorama immenso di straordinaria bellezza.

La ristrettezza del tempo costrinse a restringere la visita quasi esclusivamente al magnifico Duomo, famoso gioiello architettonico che suscitò l'ammirazione più viva nei visitatori.

Dopo la colazione, rapidamente consumata in un albergo della città, venne ripresa la corsa che portò i gitanti, attraverso colli arati e vigneti di storica fama, al grosso borgo di Montefiascone, anch'esso appollaiato sulla cima di un colle e dominato dalla maestosa cupola del suo Duomo la cui ampiezza sorprende nel modesto centro.

Fatta una breve sosta, venne iniziata la discesa del colle di Montefiascone e presto apparve l'ampia distesa del tondeggiante lago di Bolsena, mollemente adagiato tra i folti uliveti che ne vestono di pallido grigiore le sponde dando all'insieme del panorama un tono di romantica malinconia.



Orvieto - Il Duomo. (Fot. Anderson).

Costeggiando per lungo tratto il lago, i gitanti poterono ammirare il castello che si erge su una delle isolette; attraversata Bolsena affacendata nei lavori di vendemmia che diffondeva nell'aria il caratteristico aroma della vinatura, la strada riprese a salire sui colli tanto che, ad un tratto, si potè vedere lontano all'orizzonte profilarsi sottile lo specchio del Tirreno.

Raggiunta, dopo una ripida erta, Acquapendente pur essa nel fervore della vendemmia, l'ora tarda persuase di lasciare da parte Radicofani che già si poteva vedere, alta e raccolta come un nido di falco, prospettarsi nera contro lo sfondo dal cielo al tramonto. Si decise di deviare al più presto verso Chiusi passando per San Casciano che fu oltrepassata mentre all'occidente il sole calante in una gloria di luci dava ai gitanti un ultimo saggio dei superbi tramonti.

A Chiusi si giunse a sera e ci si arrestò soltanto per la cena, consumata al ristorante della stazione.

La brigata, ridotta ai minimi termini, poichè alcuni dei gitanti partirono in treno dalla stazione di Chiusi, rientrò a tarda ora a Perugia dove con gli ultimi saluti, si sciolse definitivamente.

*

Così ebbe termine la XXXVI Riunione che, non meno delle precedenti, lasciò in tutti gli intervenuti un lieto, gradito, ricordo e una sottile vena di rimpianto nostalgico.

.. .. ATTIVITÀ DELLE SEZIONI .. ..

SEZIONE DI FIRENZE (Via delle Belle Donne, 5).

5 Novembre - ore 21,30. — Conversazione sul tema : « I pericoli delle Basse tensioni ».

Per il cambio di indirizzo inviare Lire UNA unitamente alla fascetta vecchia.

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.*

(I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 15 Novembre 1931 - ANNO X N. 32

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA S. PAOLO, 10 - MILANO (103) - TELEFONI N. 13-713 - 82-086

COMITATO DIRETTIVO: A. BARBAGELATA, DIRETTORE DELLA RIVISTA - U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

REDAZIONE: R. SAN NICOLO', REDATTORE CAPO - F. NERI - G. SILVA, REDATTORI - M. BOELLA - P. LOMBARDI, COLLABORATORI ORDINARI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

L'automatismo e gli impianti idraulici.

Una delle tendenze più spiccate della tecnica odierna è quella di ridurre al minimo le necessità di diretto intervento dell'uomo nell'esercizio delle macchine o degli impianti, sostituendo in modo sempre più esteso il funzionamento automatico là dove prima occorreva la continua sorveglianza e l'operazione manuale. Questo indirizzo, che corrisponde a un retto concetto di valorizzazione dell'opera dell'uomo riservata ad attività sempre più elevate e di ordine più intellettuale, si è affermato recisamente nei più diversi campi della tecnica.

Un esempio di carattere particolare ma che presenta applicazioni di grande interesse per gli impianti idroelettrici, e per quelli idraulici in genere, è costituito dal comando automatico delle paratoie di sbarramento. Il fatto che in tali impianti abbiamo sempre presente una energia potenziale dovuta alla pressione dell'acqua, offre la possibilità di realizzare l'automatismo nel modo più diretto senza dover ricorrere, come avviene per altri organi meccanici, a sorgenti di energia estranee all'elemento da regolare.

Numerose ed eleganti sono le soluzioni che i diversi costruttori hanno dato al problema meccanico. Esse sono bene illustrate in questo numero del giornale dall'Ing. RUBBO che descrive sotto l'aspetto costruttivo e funzionale le principali applicazioni fatte finora, molte delle quali sono merito della tecnica italiana.

La celebrazione del centenario di Faraday e la partecipazione italiana.

Abbiamo già altra volta accennato nel giornale alla solenne celebrazione, compiuta in Inghilterra, del centenario della scoperta dell'induzione elettromagnetica fatta dal Faraday nel 1831. La importanza della scoperta è tale che la celebrazione non poteva naturalmente restare semplicemente un fatto di importanza nazionale per l'Inghilterra, ma assurgeva al valore di una manifestazione mondiale nel campo della scienza e della tecnica.

Alla commemorazione di Londra perteciparono infatti i rappresentanti di tutte le nazioni civili. L'A. E. I. in particolare era rappresentata nel modo più autorevole da S. E. il Senatore Marconi. Dobbiamo alla cortesia dell'illustre professore Lombardi, che rappresentava a Londra il C. E. I. una completa relazione, che pubblichiamo in questo numero, delle diverse manifestazioni che si svolsero in tale occasione. Oltre alla commemorazione della grande scoperta di Faraday si festeggiarono infatti anche il centenario della Associazione Britannica per il Progresso della Scienza, e il centenario della nascita di Maxwell.

Alla celebrazione di Faraday si ricollega anche l'articolo, che compare in questo numero, dell'illustre Prof. Volterra sull'influenza che le ricerche di Faraday ebbero sui fisici italiani del secolo scorso. L'articolo, che pubblichiamo per cortese concessione, dell'egregio Autore, fu scritto originariamente per una Rivista inglese nella quale comparve pochi mesi or sono. Esso costituisce una assai interessante rievocazione dei molti titoli di vanto di quella Scuola italiana di fisica della quale il Prof. Volterra è oggi fra i più autorevoli cultori.

Le Norme per locali di spettacolo.

Dopo la riforma del Comitato Elettrotecnico Italiano concretata nell'aprile 1930 e di cui demmo a suo tempo ampia notizia, nessuna manifestazione appariscente erasi più avuta delle sue attività, se si toglie la partecipazione di un numeroso gruppo dei suoi membri alla riunione della Commissione Elettrotecnica Internazionale svoltasi lo scorso anno in Scandinavia.

In realtà i numerosi Sottocomitati in cui il C. E. I. si suddivide hanno sempre proseguito i loro lavori; lavori che, per la loro stessa natura, devono essere lenti e che solo ad intervalli possono dare frutti tangibili. Oggi però il lavoro compiuto comincia ad apparire. Pubblichiamo in questo numero lo Schema di Norme per gli impianti elettrici nei locali di pubblico spettacolo, predisposte dal Sottocomitato Impianti, e pubblicheremo probabilmente nel numero prossimo lo Schema di Norme per i Trasformatori di misura, predisposto dal Sottocomitato Istrumenti.

I due schemi vengono così — a norma dello Statuto del C. E. I. — sottoposti al pubblico esame e chiunque abbia osservazioni o proposte da fare è pregato di trasmetterle, entro tre mesi, alla Segreteria del C. E. I. presso l'Ufficio Centrale dell'A. E. I.

Estratti dei Sunti e Sommari - Indice Bibliografico.

Ricordiamo che col mese di ottobre comincia ad attuarsi l'iniziativa per la pubblicazione dei Sunti e Sommari sul giornale, in estratti a parte su fogli stampati da un solo lato. Alla fine di dicembre verrà pubblicato l'estratto dei Sunti e Sommari contenuti nei numeri del giornale dell'ultimo trimestre dell'anno, e così poi successivamente di trimestre in trimestre.

La quota di prenotazione annuale è fissata in L. 15; i Soci che manderanno subito la loro adesione, insieme alla relativa quota, riceveranno anche gli estratti dell'ultimo trimestre dell'anno in corso.

Si raccomanda vivamente a tutti coloro che intendono prenotarsi di farlo con la maggiore sollecitudine, perchè si possa avere una idea del numero di copie che si devono far tirare.

Richiamiamo anche l'attenzione dei Soci su un'altra pubblicazione dell'A. E. I.: l'Indice Bibliografico. Finora esso veniva inviato gratis a tutti coloro che si erano una volta prenotati, anche da molti anni. Ad evitare un eventuale inutile sciupio si è ritenuto opportuno chiedere ai sottoscrittori di riconfermare la loro richiesta, restando inteso che l'invio gratuito sarà continuato a tutti coloro che ne esprimeranno il desiderio.

I soci che vogliono approfittare di questa utilissima pubblicazione sono dunque invitati a mandare la loro adesione all'Ufficio Centrale dell'A. E. I.

Per la Biblioteca Centrale.

Come è noto l'A. E. I. ha provveduto da tempo a costituire una Biblioteca Centrale che ha sede a Roma e alla quale possono ricorrere i Soci, pel tramite delle proprie Sezioni, per ottenere a prestito libri o annate di giornali.

Ma, mentre per le pubblicazioni periodiche, la Biblioteca ha potuto essere abbastanza bene fornita specialmente grazie ai numerosi cambi che *L'Elettrotecnica* effettua colle riviste italiane ed estere, l'approvvigionamento dei libri riesce assai più difficile per evidenti ragioni economiche.

Si è tuttavia pensato che un notevole miglioramento delle condizioni attuali si potrebbe ottenere se tutti i Soci dell'A. E. I. che fanno delle pubblicazioni ne mandassero una copia in omaggio alla Biblioteca Centrale.

E' cosa singolare e, sotto certi aspetti, poco simpatica che la Biblioteca della nostra Associazione non sia provvista almeno delle pubblicazioni dei propri Soci! La produzione libraria degli elettrotecnici italiani è tutt'altro che trascurabile sia come numero sia come intrinseco valore. Giustamente quindi la Biblioteca si ripromette da questa iniziativa un incremento sensibilissimo del proprio patrimonio librario.

Rivolgiamo perciò un caldo appello in questo senso a tutti i Colleghi dell'A. E. I., e confidiamo di vederlo generosamente accolto.

LA REDAZIONE.

DIGHE MOBILI E PARATOIE A FUNZIONAMENTO AUTOMATICO DIRETTO

V. RUBBO

Comunicazione tenuta alla Sezione di Milano il 5 dicembre 1930

Vengono esposte alcune considerazioni in merito alle caratteristiche fondamentali delle dighe automatiche, con particolare riferimento al fenomeno di risonanza, e accennato agli accorgimenti, in massima oggi adottati. Successivamente l'autore illustra alcune installazioni, fra le maggiori, eseguite in Italia, e fa riferimento anche a costruzioni degli altri Paesi.

Generalità.

Gli sbarramenti automatici, come qualunque altro apparecchio automatico destinato alla regolazione del livello di ritenuta o della portata trovano da qualche anno una estesa applicazione tanto negli impianti idroelettrici come in quelli di bonifica ed irrigazione.

Le paratoie automatiche possono essere adottate con grande vantaggio anche per la regolazione di laghi artificiali per smorzare la violenza delle piene nei corsi d'acqua a carattere torrenziale. Naturalmente perchè esse possano rispondere a questa speciale applicazione devono essere munite di dispositivi ausiliari che consentono di manovrarle a mano per potere a volontà regolare il livello del serbatoio in previsione delle piene. Ciò non presenta difficoltà perchè la maggior parte di questi apparecchi automatici si prestano molto bene per ricevere l'applicazione di un comando ad azione idraulica e di un comando meccanico.

Il principio di utilizzare l'energia potenziale esistente in natura e posseduta dall'acqua sotto forma di pressione data da una differenza di livello, è stato applicato le prime volte in America nel secolo scorso alla « Bear-trap », tipo di paratoia a doppia ventola, e pare che la prima paratoia a settore a completo funzionamento automatico sia stata installata nel Michingan nel 1907. L'applicazione integrale del sopraddetto principio è solo di questi ultimi anni e la pratica corrente ha già sanzionato i vantaggi che essa presenta, che consistono essenzialmente nell'aumento del coefficiente di utilizzazione dell'impianto e nella semplicità di esercizio e minima manutenzione richiesta per le paratoie, a messa a punto avvenuta.

Questi organi possono considerarsi abbraccianti due grandi categorie e cioè quelli in cui il funzionamento automatico è ottenuto per azione diretta delle forze agenti e gli altri, che sono muniti di congegni o dispositivi interposti, che costituiscono i tipi a funzionamento automatico indiretto per i quali si hanno pure notevoli applicazioni con geniali ed eleganti soluzioni. Appare però evidente che, in linea generale, questi ultimi per la loro complessità e delicatezza non possono presentare sempre quella garanzia di sicurezza e semplicità di funzionamento che derivano invece in ogni caso dagli automatismi diretti.

La presente trattazione considera fondamentalmente le dighe e paratoie a funzionamento automatico diretto e solo qualche notevole applicazione che si avvicina alla seconda categoria.

Varie sono poi le classificazioni che si possono fare, sia in relazione ai loro tipi e caratteristiche, come in relazione alle forze che ne determinano il funzionamento ed in relazione alle loro applicazioni.

Quest'ultimo modo di considerarle è il più importante e concreto ed in base ad esso si hanno in pratica i seguenti casi:

a) Sbarramenti a funzionamento automatico su fiumi.

b) Scarichi automatici di superficie di serbatoi e laghi artificiali per centrali idroelettriche ed impianti di irrigazione con regolazione su uno o più livelli di ritenuta.

c) Scarichi automatici di canali e vasche di carico delle turbine.

d) Regolatori automatici del livello dell'acqua nei canali di fuga.

e) Scarichi automatici di fondo per sbarramenti e serbatoi.

f) Apparecchi in genere di regolazione automatici della portata sotto pressione comunque variabile.

Oscillazioni pendolari e mezzi atti a correggerle.

Il fenomeno delle oscillazioni pendolari altrimenti detto di surregolazione, iperregolazione o pendolazioni ritmiche, può essere provocato, quando non intervengano altri fattori come appresso diremo, da due cause fondamentali:

a) Dallo stabilirsi di una risonanza fra le oscillazioni della paratoia e quelle del livello d'acqua a monte, nel serbatoio.

b) Dal generarsi di frizioni eccessive, accidentali in qualche parte del sistema.

La causa di cui al punto *b*) è facilmente superata ricorrendo a costruzioni appropriate dei vari organi, specialmente i perni, e adottando razionali disposizioni per le guarnizioni. In linea generale allo scopo di mantenere agile il sistema conviene, in regime normale, di provocare, saltuariamente e per brevi istanti, il funzionamento delle paratoie ed ispezionare le varie parti eliminando eventuali corpi estranei, che aumenterebbero gli attriti.

La causa di cui al punto *a*) da qualche anno viene corretta con successo mercè l'adozione di speciali dispositivi di stabilizzazione asserviti al funzionamento della paratoia.



Fig. 1. — Veduta generale dello sbarramento mobile della Wissota Dam.

Un dispositivo di asservimento, che ha avuto ed ha notevoli applicazioni comprende una valvola di intercettazione dell'alimentazione o dello scarico delle camere contenenti gli organi su cui si esercita la azione dell'acqua che provoca il funzionamento del sistema. Opportune articolazioni collegano questa valvola alla paratoia e sul circuito viene generalmente inserita una molla ed un dash-pot per realizzare un'azione lenta e graduale.

Il funzionamento è così ottenuto: aumentando il livello d'acqua a monte dello sbarramento, entro i limiti di tolleranza prestabilita, la paratoia comincia a scoprire la luce ma tosto interviene l'azione dell'asservimento che arresta il moto del sistema e si ha ripresa solo se la portata aumenta, l'azione si ripete tante volte quanto è necessario per proporzionare l'apertura di una luce strettamente corrispondente alla portata da erogare evitando qualsiasi oscillazione perturbatrice.

Indipendentemente dall'azione derivante dall'applicazione dei dispositivi di asservimento, e quando si prestano le condizioni di installazione e caratteristiche del sistema, può realizzarsi una stabilizzazione delle dighe automatiche determinando in sede di studio un opportuno proporzionamento fra i valori dei momenti delle forze agenti e resistenti con adeguato dimensionamento delle sezioni di passaggio del liquido agente, in modo da creare un sistema statico.

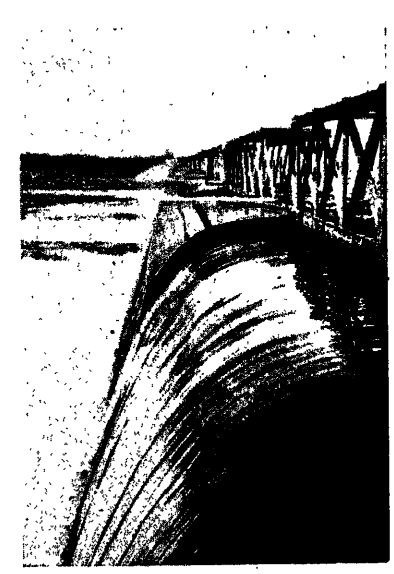


Fig. 2. — Parziale vista in periodo di funzionamento automatico.

Altre cause possono determinare oscillazioni talvolta notevoli o comunque tali da disturbare la regolazione del livello di ritenuta, ed esse possono essere imputabili alla non perfetta esecuzione delle opere connesse con le paratoie. L'organo mobile di chiusura deve essere disposto nella sezione minore del tronco di canale che lo contiene. In caso contrario ne deriverebbero forti oscillazioni nel livello di ritenuta che cesserebbero solo quando la paratoia viene a trovarsi in corrispondenza delle posizioni estreme del suo spostamento. Bisogna quindi avere un condotto con platea razionale e tale da assicurare al deflusso delle acque una sezione sempre superiore a quella che si ha in corrispondenza delle paratoie.

Le pile adiacenti le luci munite di paratoie automatiche devono inoltre presentare struttura razionale in modo da non provocare sovraelevazioni di livello che condurrebbero a battenti diversi da quelli assunti a base nel calcolo con conseguenza di instabile ed irregolare funzionamento del sistema. La necessità quindi che le sovraelevazioni del livello a monte siano assolutamente contenute nei limiti di tolleranza previsti si impone; nel caso di applicazione a dighe in terra, eventuali tracimazioni irregolari potrebbero produrre danni gravissimi.

Piccole oscillazioni saltuarie possono comunque verificarsi senza destare alcune preoccupazioni e senza richiedere particolari accorgimenti, qualche costruttore anzi opina che ciò sia preferibile in quanto si ha un indizio di sicura efficienza e prontezza per il funzionamento di tali organi.

In impianti comprendenti una serie di paratoie qualcuna di esse si muove con maggiore frequenza delle altre, ciò precisamente accade per quella più vicina alle bocche di presa perchè per i piccoli eccessi di portata essa viene influenzata subito e piccole aperture sono sufficienti a smaltire gli aumenti del corso d'acqua. La cosa può inoltre

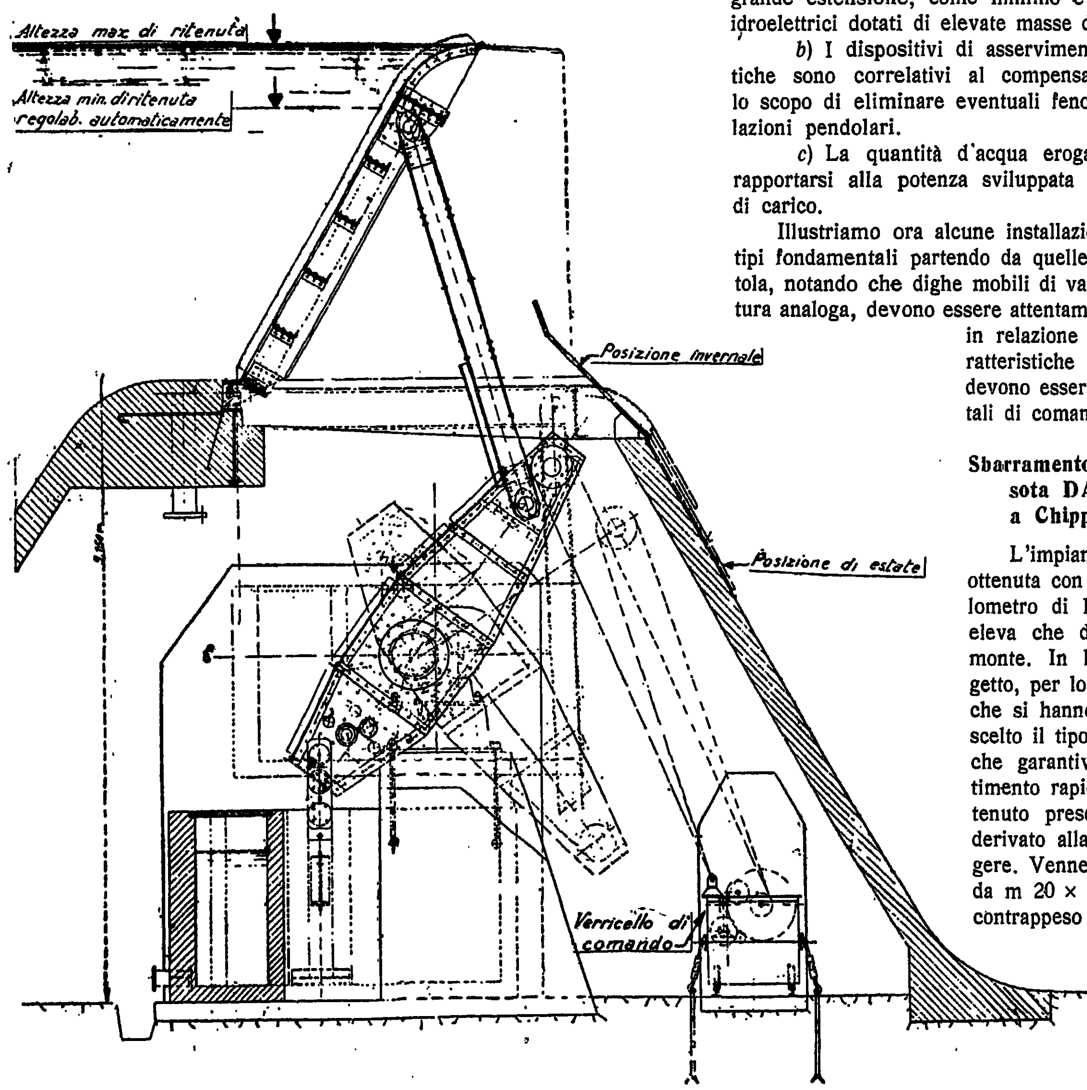


Fig. 3. — Sezione trasversale di una paratoia ed organi di comando.

accentuarsi di proposito aumentando l'azione degli organi di comando come ricorrendo a contrappesi di maggiori dimensioni, a ventole diversamente inclinate, ecc. Munendo poi questa paratoia di dispositivo di asservimento si corregge ed attenua qualsiasi movimento pendolare: qualche importante installazione è appunto inspirata a questo concetto come vedremo avanti.

Il dislivello compreso fra la quota di ritenuta normale e la quota media intorno a cui oscillerà il livello dell'acqua nel serbatoio a paratoia aperta costituisce il campo dello statismo della paratoia, generalmente chiamato tolleranza. Naturalmente il limite di tolleranza per il funzionamento automatico vale per una portata massima che non dovrà superare la capacità corrispondente alla luce coperta dalla paratoia quando questa si trova nella posizione normale.

Nel caso di paratoie di tipo ribaltabile, queste possono essere proporzionate per luci corrispondenti a piene normali, per piene massime eccezionali invece, superata la capacità di scarico delle luci libere, il livello a monte si eleva fino all'esaurimento della portata totale. In virtù dei grandi vantaggi economici che questo sistema presenta tale soluzione trova riscontro in alcune importanti applicazioni, tollerandosi, nei rari casi di piene eccezionali, sovraelevazioni del livello a monte, oltre i limiti dello statismo.

Le variazioni del livello a monte per aversi il funzionamento automatico, indipendentemente dal tipo di paratoia, dalla misura degli attriti da vincere, ecc., sono funzioni della capacità del bacino ed in particolare della superficie libera del medesimo. Queste variazioni cioè, sono minime per bacini di grande estensione appunto perchè si hanno grandi volumi a disposizione per riempire rapidamente i condotti e agire sugli organi di comando, di conseguenza le oscillazioni della paratoia sono ridotte pur esse al minimo e smorzate subito dagli attriti.

Da quanto esposto e per quanto concerne la regolazione e stabilizzazione, emerge immediato un parallelo fra il gruppo idroelettrico destinato a fornire l'energia e le paratoie automatiche:

a) Lo specchio liquido del serbatoio può riportarsi al momento dinamico del gruppo idroelettrico, cioè la tolleranza del livello a monte per ralizzare il funzionamento automatico è minima per bacini di grande estensione, come minimo è lo scarto di velocità dei gruppi idroelettrici dotati di elevate masse di inerzia.

b) I dispositivi di asservimento applicati alle paratoie automatiche sono correlativi al compensatore del regolatore, essi hanno lo scopo di eliminare eventuali fenomeni di surregolazione per oscillazioni pendolari.

c) La quantità d'acqua erogata attraverso le luci libere può rapportarsi alla potenza sviluppata dai gruppi nelle varie condizioni di carico.

Illustriamo ora alcune installazioni di dighe automatiche nei loro tipi fondamentali partendo da quelle equipaggiate con paratoie a ventola, notando che dighe mobili di vari impianti, pur presentando struttura analoga, devono essere attentamente studiate per ogni singolo caso in relazione alle varie diverse esigenze e caratteristiche locali in dipendenza delle quali devono essere determinati gli organi fondamentali di comando e di asservimento.

Sbarramento mobile automatico della Wissota DAM della Light And Power Co. a Chippewa (Wisconsin - U.S.A.).

L'impianto utilizza una caduta di m 17,70 ottenuta con una diga in terra di oltre un chilometro di lunghezza e la cui cresta non si eleva che di un mezzo metro sul livello a monte. In base ad accurato studio del progetto, per lo smaltimento dei 3000 m³/secondo, che si hanno nei periodi di piena, venne prescelto il tipo di paratoia a ventola come quello che garantiva in quell'epoca (1913) lo smaltimento rapido e sicuro delle massime portate, tenuto presente il grave danno che sarebbe derivato alla diga per sommersioni anche leggere. Vennero adottate tredici ventole con luci da m 20 × 3,20 ciascuna e fu scelto il tipo a contrappeso inferiore per evitare ogni ostacolo superiormente e facilitare il passaggio di ghiacci o di eventuali corpi galleggianti (figure 1 e 2).

Il funzionamento automatico delle paratoie a ventola a contrappeso con bilancieri è basato sull'equilibrio fra il momento della pressione dell'acqua sulla superficie della ventola sommato con quello relativo alla componente del peso proprio e il momento opposto del contrappeso.

Il proporzionamento del sistema e, particolarmente, dei bracci dei bilancieri va effettuato in modo che, fermo restando il livello sull'altezza della ritenuta normale, si abbia l'equilibrio fra il momento positivo e negativo per tutte le posizioni della paratoia. In queste condizioni ogni sovraelevazione del livello a monte dà la preponderanza al momento della spinta e provoca per conseguenza un abbassamento della paratoia. D'altro canto ogni abbassamento del livello dell'acqua al disotto della ritenuta normale dà la preponderanza al contrappeso ciò che provoca il sollevamento della paratoia se questa non si trova già nella sua più alta posizione (fig. 3).

Riducendo gli attriti al minimo il funzionamento automatico si attua con variazioni di livello di pochi centimetri.

Nel caso dell'impianto del Wissota il funzionamento è realizzato con una variazione media del livello nel bacino di circa 10 cm.

Ivi il contrappeso è in cemento armato di forma rettangolare ed ha un peso di 110 tonn. I supporti delle ventole sono a metri 2,40 l'uno dall'altro. Il lamierino laterale per le tenute ha lo spessore di 1 mm; la tenuta di fondo, invece, è data da bande di cuoio e lamierino.

Sbarramento mobile automatico sull'Aniene a Fiumerotto.

L'Azienda Elettrica del Governatorato di Roma ha costruito sull'Aniene a circa 6 km da Tivoli, nella località Fiumerotto, uno sbarramento fisso creando un bacino di accumulazione giornaliera per la cen-

trale di Arci, della capacità di 180.000 m³ (fig. 4). L'Aniene è soggetto a forti e rapide piene, esso che in corrispondenza dello sbarramento ha una portata minima di 10 m³ circa nei periodi di magra e una media di 25 m³ è soggetto a piene violenti che possono raggiungere e superare i 600 m³ come si è verificato nel 1929 con una piena di circa 630 m³ che è la massima finora riscontratasi. Da ciò e in relazione alle condizioni di esercizio dell'impianto, nel 1925 la Direzione dell'A. E. M. decise di installare sulla cresta dello sbarramento numero tre paratoie a ventola automatiche, delle dimensioni di 16.70 × × 2,50 di ritenuta ed atte a rispondere alle seguenti condizioni:

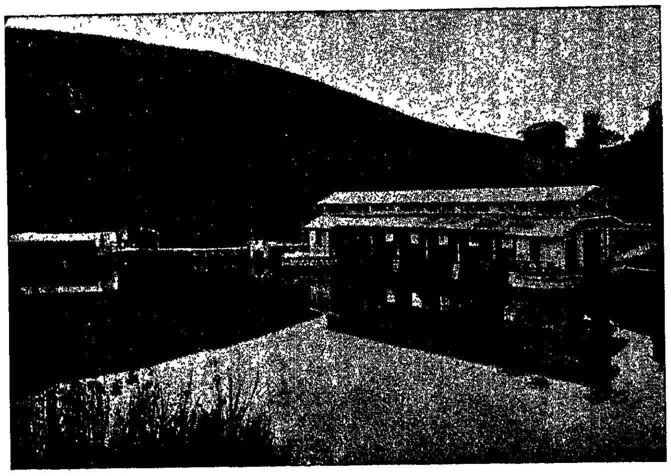


Fig. 4. — Bacino di accumulazione a Fiumerotto.

1) Allorchè il piano d'acqua sale di qualche centimetro più alto della quota normale (cresta delle paratoie) queste devono cominciare ad aprirsi.

2) Le paratoie devono aprirsi solo quanto è necessario, per evacuare il troppo pieno del fiume, mantenendo il livello d'acqua su di un'altezza praticamente costante.

3) Durante il funzionamento automatico delle ventole le variazioni del livello d'acqua non debbono oltrepassare: ± 8 cm per le posizioni comprese fra 60° e 48° rispetto all'orizzontale, ± 10 cm per le posizioni medie comprese fra 48° e 30°, ± 12 cm per le posizioni inferiori a 30°.

4) Tutti i movimenti devono effettuarsi senza scuotimenti, senza urti e senza oscillazioni.

5) Durante le forti piene le tre paratoie automatiche devono restare completamente abbassate in posizione orizzontale, rendendo libere completamente le tre luci.

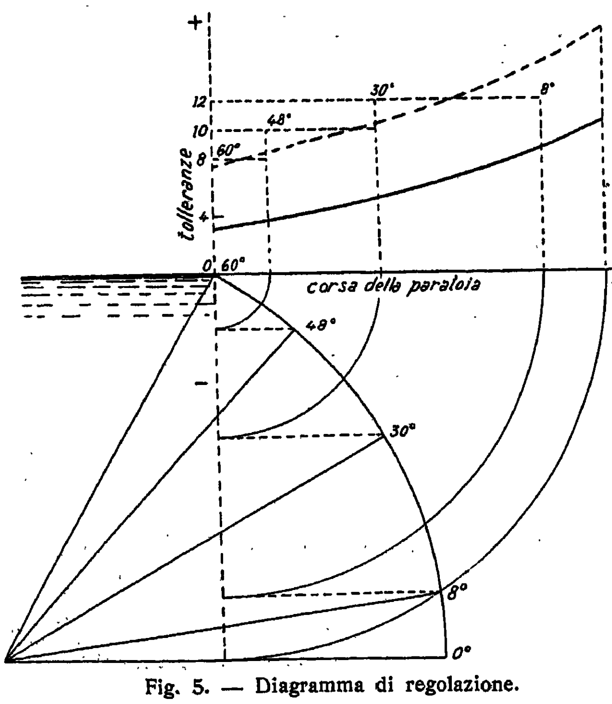


Fig. 5. — Diagramma di regolazione.

Queste paratoie rispondono completamente alle esigenze della cliente realizzando un funzionamento automatico per valori della tolleranza notevolmente inferiori a quelli di garanzia, come riportato nel diagramma in fig. 5 dove la curva è stata completata per interpolazione ed estrapolazione dei valori rilevati all'atto del collaudo, in relazione alle caratteristiche proprie del sistema. La costituzione delle paratoie si rileva dalla fig. 6. Ogni paratoia automatica si compone della ventola propriamente detta comprendente una robusta ossatura in profilati rivestita da un mantello in legno pino carbonizzato di 12 cm di spessore ed oscillante attorno ad un asse orizzontale, fissato alla cresta della diga. I perni portanti sono formati da sopporti a coltello in acciaio da utensile allo scopo di ridurre le frizioni al minimo possibile. Questo sistema offre inoltre il vantaggio di non richiedere manutenzione ed ispezione alcuna. Per ottenere un ancoraggio assolutamente solido la soglia in ferro profilato sulla quale i supporti sono montati è costituita da una trave corrente per tutta la larghezza della luce e appoggiantesi con le estremità sulle pile di circa 2 m di spessore. In tal modo la cresta della diga è sottoposta ad una parte relativamente piccola della spinta idrostatica che si esercita sulla ventola.

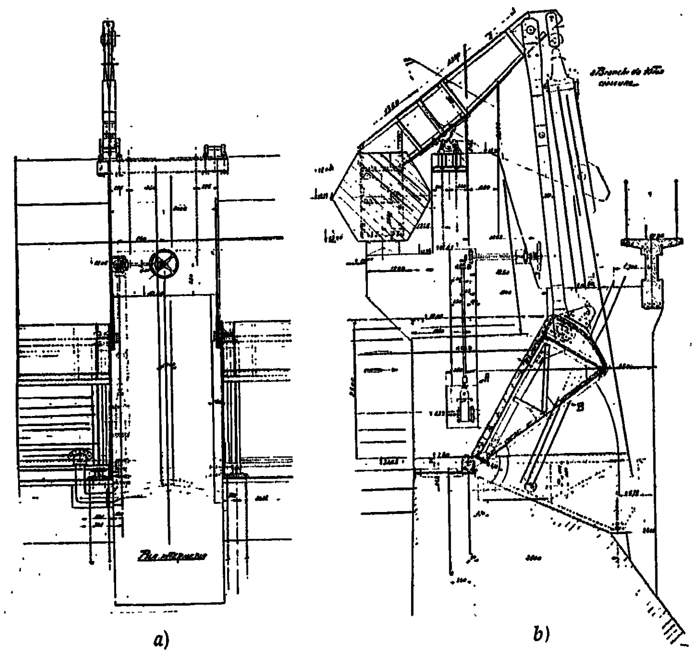


Fig. 6. — a) Vista di fronte.
b) Sezione trasversale della paratoia centrale.

Ogni ventola è sospesa mediante tiranti articolati in ferro piatto alle estremità di due bilancieri oscillanti su supporti rotolanti montati sull'estremità delle pile intermedie. Il tamburo di ogni perno rotolante ha un raggio di 180 mm e porta, su di una larghezza effettiva di 240 mm. il carico corrispondente, 48 tonn. per perno; ne risulta pertanto un carico specifico di 2 tonn/cm corrente della linea di appoggio.

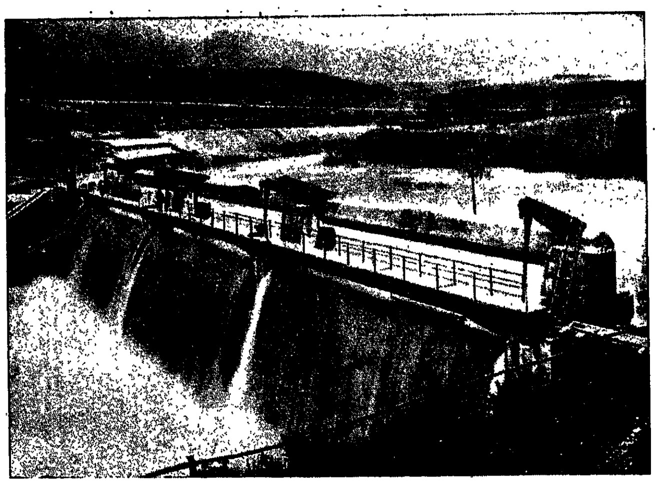


Fig. 7. — Vista d'insieme delle tre paratoie durante una piena dell'Aniene.

La corretta rotazione è assicurata da robusti ingranaggi montati sul tamburo e sul supporto. L'altra estremità di ciascuno dei due bilancieri appartenenti alla stessa paratoia è incastrata in un contrappeso cavo in cemento armato di sezione esagonale, che passa sull'intera larghezza della luce. Ogni contrappeso pesa circa 65 tonn, il peso esatto necessario è stato ottenuto con l'introduzione di sabbia per la taratura, al momento della messa in carico del bacino e collaudo delle paratoie.

Le tenute laterali sono realizzate con lamierino duro, elastico premuto contro la superficie di strisciamento delle pile dalla elasticità pro-

pria e dalla pressione dell'acqua. La tenuta sulla soglia consiste in una banda di cuoio cromato incastrata fra due striscie di lamierino di protezione e premute dalla pressione dell'acqua contro la parete di un cilindro in lamiera a direttrice circolare con l'asse coincidente con quello di rotazione della paratoia e fissato solidamente sui supporti a coltello.

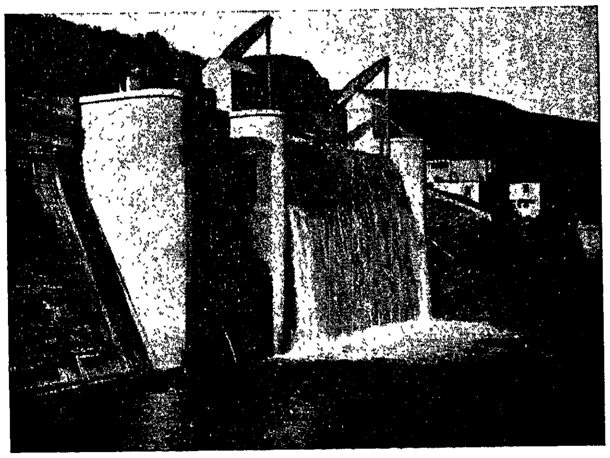


Fig. 8. — Scarico superficiale della camera di carico della centrale del Molinetto.

La tenuta realizzata in tal modo con queste paratoie è perfetta sì che essa può essere considerata stagna o alla goccia, come si dice per magnificare il pregio e la perfezione del sistema.

mento del contrappeso durante il funzionamento, ciò che messo in relazione all'aumento del momento della spinta e della componente del peso della ventola rende la regolazione stabile.

Determinato il proporzionamento generale delle varie parti del sistema in base alle caratteristiche della installazione e garanzie di regolazione, si procede alla verifica di stabilità tenendo presente che le condizioni di massime sollecitazioni per le varie membrature sono così distribuite: trave principale corrente per tutta la lunghezza della luce e tiranti di collegamento fra la ventola ed i bilancieri: nelle condizioni di paratoia prossima ad essere completamente abbattuta con la pressione dell'acqua defluente fino all'altezza di ritenuta normale tolleranza compresa — travi secondarie e di collegamento e mantello: nelle condizioni di paratoia completamente abbattuta — bilancieri: nelle sezioni adiacenti al fulcro di appoggio.

Per i tipi di paratoie a ventola giova richiamare l'attenzione su di un accorgimento particolarmente importante da tener presente. Nel caso di insufficiente aereazione fra la paratoia e la lama stramazzante l'acqua tenderebbe a risalire verso monte rigurgitando e ostruendo le bocche di areazione già scarse. In tal modo verrebbe a formarsi una camera di depressione fra la ventola, le pareti delle pile e la lama sversante e che varierebbe continuamente di capacità perturbando l'equilibrio del sistema e determinando movimenti irregolari della ventola stessa. Si tratta di un inconveniente che va eliminato introducendo l'aria mediante una razionale disposizione delle bocche e principalmente lasciando la platea molto inclinata allo scopo di non agevolare la formazione di onde di rigurgito.

Altre paratoie a ventola, con contrappeso superiore, sono state adottate da vari Enti, fra cui:

Società Idroelettrica del Barbellino, scarico di superficie del bacino di compensazione ai Dossi costituito da una paratoia per luce netta di m 8,50 × 3,50 di ritenuta normale.

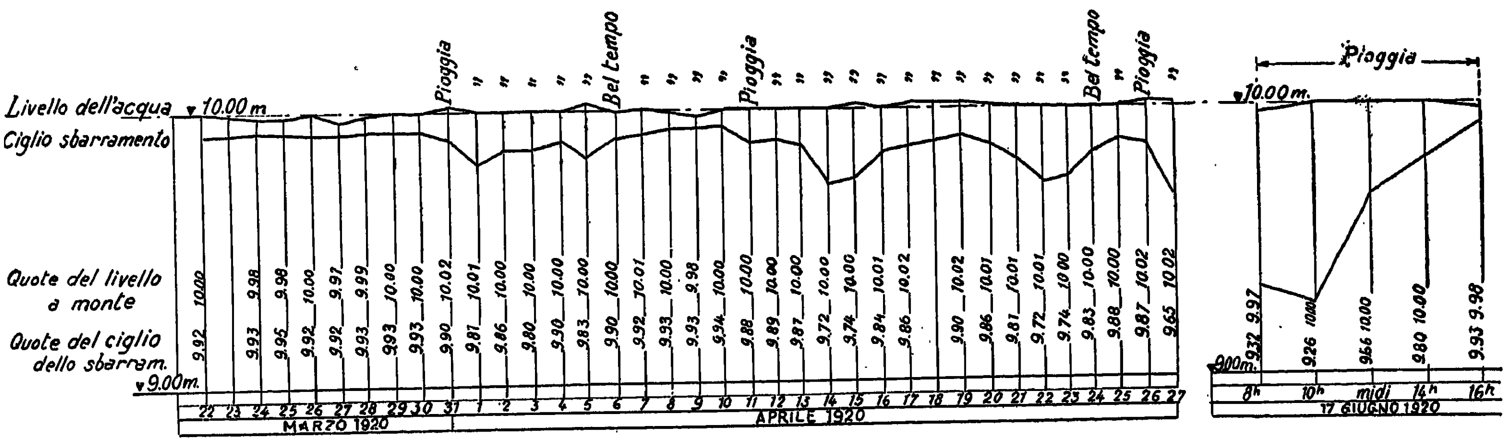


Fig. 9. — Diagramma di regolazione dello sbarramento di Saint Gertraud.

La ventola centrale è munita anche di un dispositivo che permette la sua manovra a mano a volontà. A questo scopo essa porta una camera con luce di alimentazione e di scarico, quest'ultima, sempre aperta, è di sezione minore dell'altra. La manovra è effettuata agendo sulla valvola di intercettazione disposta sulla luce di ammissione e il funzionamento è ovvio.

Con questo dispositivo una sola persona può effettuare in $4 \div 5$ minuti la manovra completa di una paratoia di qualsiasi dimensione. In caso di necessità e in mancanza del livello d'acqua a monte, l'abbattimento può essere compiuto per tutte le ventole mediante paranchi.

La capacità di ciascuna delle tre ventole col livello all'altezza della ritenuta normale è di 125 m³/sec. Durante le massime piene a paratoie ribaltate la portata diventa di 210 m³/sec per ogni luce con una altezza d'acqua sulla soglia di m 3,50. In queste circostanze quindi lo sbarramento mobile automatico consente di smaltire nelle migliori condizioni possibili una portata di circa 650 m³/sec, realizzandosi tutti i vantaggi di cui è fatto cenno nella parte generale della presente trattazione (fig. 7).

I punti fondamentali su cui si basa il progresso ultimo delle paratoie automatiche a ventola a contrappeso con bilanciere, sono i seguenti:

a) Adozione di sopporti a coltello per l'oscillazione delle ventole, di materiale durissimo, generalmente in acciaio da utensili.

b) Disposizione dei contrappesi in cemento armato con incastro diretto all'estremità dei bilancieri.

c) Adozione di supporti a rotolamento per l'oscillazione dei bilancieri.

I punti *b)* e *c)*, influiscono direttamente sulla regolazione. Infatti le due prerogative si sommano nel contribuire all'aumento del mo-

Società Forze Idrauliche della Liguria, scarico ausiliario di superficie della diga Boschi per luce netta di metri 7 × 2,50 di ritenuta normale.

Municipio della Città di Torino, scarichi ausiliari di superficie del Bacino dell'Orco a Ceresole Reale, costituiti da quattro paratoie ciascuna per luce netta di m. 6,98 × 2,50 di ritenuta normale.

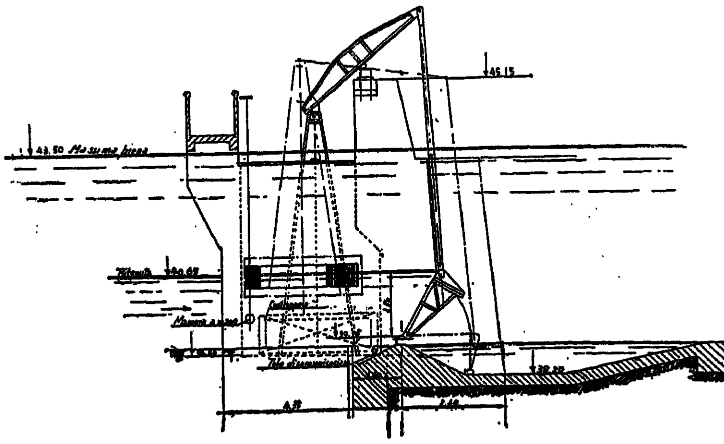


Fig. 10. — Ventola automatica per sbarramento con rigurgito a valle.

La paratoia dello scarico di superficie della camera di carico della Centrale del Molinetto della Società Idroelettrica Veneta (fig. 8) è dello

stesso tipo ed ha una luce di metri 10 × 2, ed analogamente: la paratoia installata nell'impianto di Mori, e quelle per lo sbarramento di Fies sul Sarca.

Un grandioso sbarramento del genere è quello di Tremp in Spagna, con sette luci da metri 10 × 6 cadauna per smaltire una portata

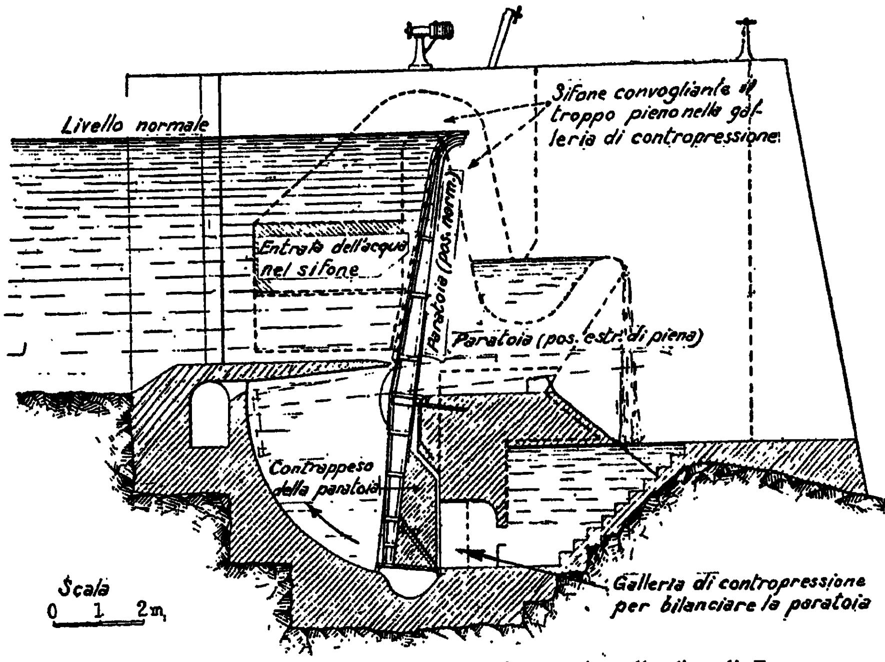


Fig. 11. — Scaricatore di superficie a doppia ventola sulla diga di Eguzon.

di 2000 m^3/sec. Queste paratoie, installate nel 1917, fra le prime del genere, dopo quelle della Wissota Dam, hanno le ventole troppo alte e ciò rende difficile l'ottenimento di una regolazione uniforme su tutto il percorso sì che le oscillazioni sono inevitabili. Le installazioni

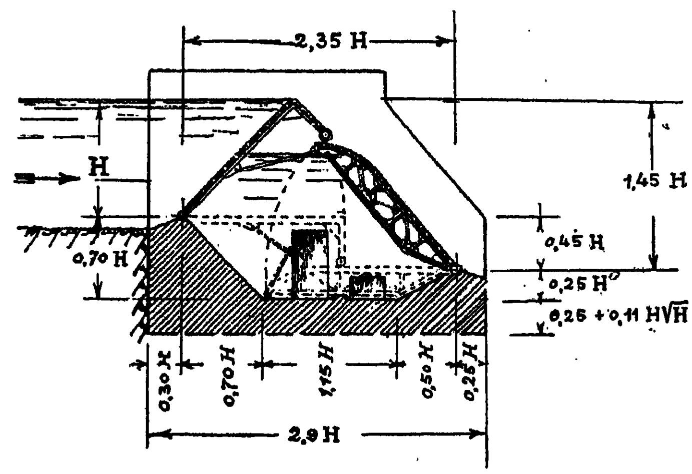


Fig. 12. — Schema di una diga a tetto.

successive con paratoie di questo tipo hanno notevolmente ridotto l'altezza delle luci da esse ostruite.

Un altro sbarramento notevole, pure all'estero è quello di Saint Gertraud sul Levant in Carinzia, con luce da metri 16,50 × 1,50. E' interessante notare il diagramma (fig. 9), dal quale appare la grande

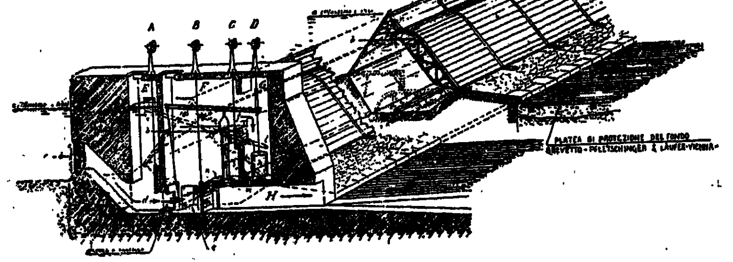


Fig. 13. — Diga a tetto con dispositivo valvola-galleggiante.

precisione con cui si compie la regolazione automatica. Si noti la piccola oscillazione del livello a monte malgrado le estese escursioni della ventola per lo smaltimento delle acque. Il diagramma è stato rilevato in occasione di una piena ed esso offre un interesse particolare. Dello stesso tipo è pure la paratoia installata in Norvegia sulla diga Aamont con ritenuta di m. 2,75.

Si hanno poi altri tipi che più o meno si avvicinano a quello classico considerato: i tipi Voith con catene in luogo dei bilancieri e puleggie spostabili su rulli per realizzare l'equilibrio delle forze agenti durante il funzionamento; i tipi Huber e Lutz, ecc.

Una paratoia a ventola per sbarramento, con rigurgito a valle, rappresentata in fig. 10, ha il contrappeso diviso in due parti e scorrevoli entro pozzi che vengono messi in comunicazione col livello a monte quando l'acqua sale; in queste condizioni i contrappesi venendo influenzati dalla pressione dell'acqua riducono la loro azione contrastante e la pressione dell'acqua sulla ventola vince l'azione del rigurgito.

Sfioratore automatico di superficie dell'Impianto Eguzon sulla Creuse (Francia).

Si tratta di paratoie a doppia ventola con contrappeso inferiore senza bilancieri; la maggiore è alta m. 11,30 di cui m. 6,50 costituiscono il lembo superiore in corrispondenza della luce libera e metri 4,80 la parte inferiore. La larghezza è di metri 7,50. Il sistema è rappresentato in fig. 11.

Il principio di funzionamento di questa paratoia è il seguente: la spinta dell'acqua esercitantesi sul ventaglio superiore ed agente nel senso di abbassamento della paratoia è compensata dalla pressione idrostatica agente sul ventaglio inferiore e dall'azione di un contrappeso in cemento armato di cui il ventaglio inferiore è provvisto, tendendo tutte e due a far abbassare la ventola e rispettivamente a mantenerla nella sua posizione più alta.

Aumentando il livello a monte viene adescato un piccolo sifone laterale e l'acqua defluisce nella camera di contropressione in cui in condizioni normali viene a trovarsi il contrappeso. L'abbassamento della ventola è quindi dovuto alla spinta dell'acqua che si esercita sul lembo superiore, e all'azione dell'acqua sul contrappeso nella camera di contropressione.

Queste paratoie sono munite di comando idraulico a mano e di motore elettrico per le manovre a bacino svasato.

Diga mobile a tetto (Dach wehr).

Appartiene al tipo delle paratoie a ventola senza contrappeso in cui il funzionamento è ottenuto mediante l'azione della pressione dovuta alla differenza di livello fra monte e valle. Essa deriva dal tipo americano « Bear-trap », già noto nel secolo scorso, in merito al quale ed a tutte le sue evoluzioni dovute al White, Du Bois, Marchall, ecc., può consultarsi il classico trattato del Wegmann (The Desing and construction of Dams).

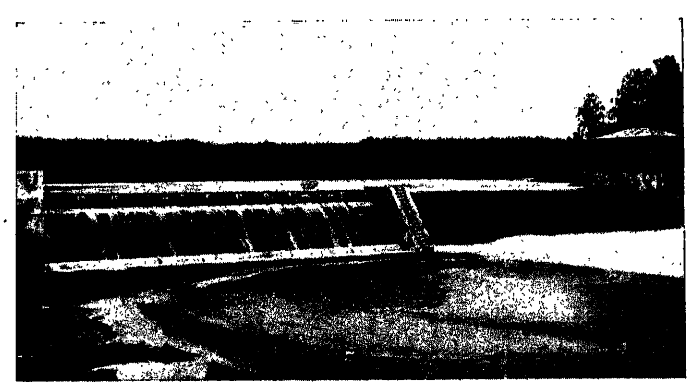


Fig. 14. — Diga a tetto della Holzstoff-Fabrik; Rothenburg 3 luci da m 25 × 2,80.

La diga a tetto si compone di due ventole girevoli intorno ad assi orizzontali con cerniere solidamente ancorate nella platea in muratura della diga medesima (fig. 12). La ventola a monte piegata nella sua parte estrema per breve tratto ad angolo retto si appoggia e scorre a mezzo di rulli sulla estremità della ventola a valle, all'uopo leggermente curvata. Per mezzo di bocche opportunamente disposte in un pilone di spalla detto pilone di regolazione, il vano interno sotto le ventole potrà venir riempito immettendovi l'acqua dell'invaso, oppure vuotato lasciando defluire a valle l'acqua contenutavi. Nel primo

caso la pressione interna farà salire le ventole per un tratto e si inizierà così l'invaso del bacino di ritenuta, il cui livello man mano aumentato provocherà una pressione sempre maggiore internamente sotto alla diga che ancora si alzerà e così di seguito fino a tanto che il bacino sarà completamente invasato.

A diga alzata le due ventole sono disposte in modo da formare come un tetto a due spioventi, da ciò il nome della diga. Giunte le due ventole alla loro massima altezza vengono ivi trattenute da tiranti che impediscono alla ventola inferiore di alzarsi ulteriormente.



Fig. 15. — Diga a tetto sul « Guadalupe River »-Texas 3 luci da m 26 × 3,65.

La disposizione normale sopra indicata è molto semplice ma comporta una perdita d'acqua costante che si scarica dallo sfioratore interno che risulta a quota inferiore del livello del bacino, perdita specialmente sensibile nei tempi di magra; per evitare ciò si ricorre in molti casi a particolari dispositivi comandati da galleggianti (fig. 13).

A tale scopo sul cunicolo di comunicazione fra l'invaso ed il vano sotto la diga è inserita una valvola a farfalla regolabile, come detto, da un galleggiante; questa valvola si apre o si chiude a seconda che il pelo d'acqua nella camera delle ventole si abbassa o s'innalza rispetto alla quota fissata.

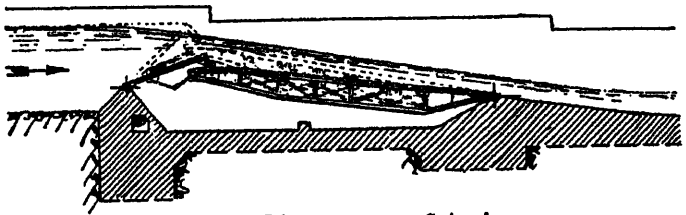


Fig. 16. — Diga a tetto per fluitazione.

Questo stesso tipo per le sue caratteristiche, assenza di passerella, con la possibilità di accentrare i pochissimi organi di comando a riva su un unico pilone, si presta molto bene per la fluitazione delle zattere e dei legnami allungando convenientemente la ventola inferiore (fig. 16). Una diga di questo tipo è installata all'imbocco del canale di fluitazione dell'Impianto di Muhltal sull'Isar.

Sbarramento sulla Weser.

Lo sbarramento di *Brema sulla Weser* costruito nel 1911-12 a 5 chilometri dal gran ponte di Brema, ha lo scopo di mantenere il livello a monte a quota praticamente costante, mentre il pelo a valle è variabile per effetto delle maree. Il salto creato dallo sbarramento è utilizzato in un impianto idroelettrico (fig. 17).



Fig. 17. — Sbarramento di Brema, sulla Weser.

La parte a valle dello sbarramento è fissa e si trova a m. 3,80 sul fondo del letto inferiore; su di essa è impostata la parte mobile alta m 4,50 e costituita da due paratoie di 54 metri di luce ciascuna. Il settore in ferri profilati con le faccie di chiusura tracimanti, in lamiera, pesa 130 tonn. ca. e si sommerge per lasciar defluire le piene o i ghiacci che sono di grandi dimensioni e si hanno per lunghi periodi dell'anno (fig. 18).

Il funzionamento automatico è assicurato dalla presenza di un conveniente dislivello fra monte e valle anche durante le piene e l'influenza delle maree a valle. Aumentando il livello a monte, un galleggiante provoca l'inserzione di un motore elettrico che agisce sulla valvola di scarico della camera provocandone il vuotamento e la paratoia si abbassa.

Dopo i soddisfacenti risultati dati dalle paratoie dell'impianto sulla Weser, questo tipo a settore fu adottato anche in Norvegia per l'impianto di Raanaasfos: si tratta di due luci di metri 50 × 3,80 ciascuna + 1 di regolazione d'inverno e durante le piene, ma a comando meccanico. Dato qui il clima ancora più freddo di quello di Brema, si approntarono delle ture da collocare nei periodi invernali di fronte ai settori, ma essendo stato trovato che le paratoie funzionavano anche col gelo, queste ture vengono usate per le saltuarie ispezioni.

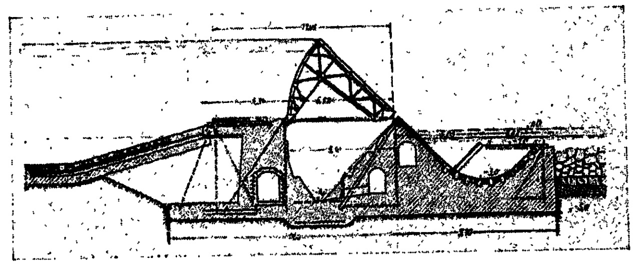


Fig. 18. — Sezione trasversale paratoie sulla Weser.

Il funzionamento automatico è anche qui ottenuto con l'azione idrostatica sul corpo del settore. Inoltre la paratoia può essere fissata, volendo, nella sua più bassa posizione.

Per il comando non automatico, quando il livello d'acqua è molto basso o per una ragione qualsiasi la paratoia resta giù, si ricorre ad un compressore d'aria, di riserva.

(*Continua*).

LE RECENTI COMMEMORAZIONI CENTENARIE IN INGHILTERRA □ □ □ □

L. LOMBARDI

I giornali quotidiani hanno riportato sporadiche notizie delle solenni commemorazioni centenarie, svolte in Inghilterra durante l'ultima decade di settembre e la prima di ottobre. Per l'importanza storica degli avvenimenti ricordati, e per l'affinità e colleganza ond'è legata la nostra Associazione alle Corporazioni Tecniche e Scientifiche che ne promossero la celebrazione, potrà interessare a una parte dei soci dell'A. E. I. un cenno più completo delle cerimonie relative.

I. - Commemorazione di Faraday.

La prima e più solonne celebrazione è stata quella della Scoperta dell'induzione elettromagnetica, promossa dalla Royal Institution, presso la quale Michele Faraday la compì, non a caso, ma dopo una lunga serie di meditazioni e di tentativi il 29 agosto 1831, lasciandone di suo pugno la descrizione nel Suo giornale di Laboratorio, di cui venne pubblicato il facsimile nel *Nuovo Cimento* ed in molte altre riviste.

Su l'oggetto e la portata tecnica e scientifica di tale scoperta non è il caso di tornare in questa sede, dopo che essa, e buona parte dell'opera originale di Faraday, vennero già ampiamente illustrate in una conferenza commemorativa davanti all'A. E. I. [1], e formarono oggetto di numerose altre rievocazioni nella letteratura elettrotecnica.

Giova qui tuttavia rilevare che la celebrazione Faradiana ha potuto assurgere ad una magnificenza eccezionale per l'universalità dei consensi, cui diede origine non soltanto l'importanza intrinseca del fatto, ma anche la figura morale nobilissima dell'Uomo, che dalle origini più modeste seppe elevarsi con lo sforzo potente dell'ingegno e della volontà alle cime più alte dell'umana conoscenza, senza mai

(1) *L'Elettrotecnica*, 5 luglio 1931.

dimenticarsi di quelle o di queste insuperbirsi, e fino alla morte perseguì con sincera fede e profonda umiltà il suo ideale di perfezionamento scientifico e spirituale, subordinando ad esso ogni interesse personale.

Nella grande aula, ove Egli dettò le sue lezioni; nei laboratori, ove condusse con superata abilità le sue esperienze; nelle modeste camere dell'ultimo piano, ove trascorse a fianco della consorte diletta la sua purissima vita di pensiero e di affetti; i visitatori fortunati sentirono ancor vivo aleggiare il Suo spirito, e ne videro brillare luminosa la immagine, non offuscata nella sua adamantina semplicità dal fasto dei nuovi arredamenti e dalla maestà delle statue erette in Suo onore. La grandezza morale dell'Uomo ha in Lui uguagliato la potenza intellettuale dello Scienziato, conchiudendo in un quadro di mirabile armonia tutti i suoi aspetti, e fornendo alla sua ed alle future generazioni un esempio insuperabile di virtù e di bontà.

Così la nobilissima figura di Lui venne magistralmente tratteggiata dal primo Ministro, Right Hon. J. Ramsay Mac Donald, la sera del 21 settembre nella Queen's Hall, davanti ad un'assemblea imponente di Delegati convenuti da tutte le parti del mondo, e di autorità locali politiche e amministrative, tecniche e scientifiche, nella quale si sommava quanto di più eletto poteva esprimere l'aristocrazia dell'azione e del pensiero. Ed il tributo reso al grande filosofo dal grande statista, al tramonto di uno dei giorni più travagliati della politica e dell'economia inglese, apparve per questo più nobile e degno, e riscosse dalla folla degli astanti entusiastico applauso.

Del valore scientifico dell'opera di Faraday parlarono nella stessa Riunione gli Scienziati stranieri, che più direttamente ne rappresentano la continuazione o ne promossero le applicazioni; De Broglie per la Francia, autore delle ricerche ben note su gli spettri dei raggi X; per l'Italia G. Marconi, che seppe maestrevolmente sintetizzare lo sviluppo delle radiocomunicazioni, rese possibili unicamente mediante i fenomeni di propagazione attraverso all'etere polarizzabile, divinato da Faraday; per gli Stati Uniti Elihu Thomson, che a fianco di Edison personifica il genio inventivo americano, e promosse colà la costituzione della più potente Società di Costruzioni Elettromeccaniche, di cui è tuttora il più autorevole consulente; Zeeman per l'Olanda, il quale ebbe l'abilità di scoprire l'azione del campo magnetico su la luce polarizzata, che Faraday invano aveva ricercato con mezzi inadeguati; per la Germania Debye, nativo olandese, ma professore a Lipsia, ove ha compiuto ricerche importantissime di fisica molecolare.

Le figure di questi Scienziati, e dei due che parlarono ancora nella stessa adunanza ufficiale come rappresentanti della Scienza fisica inglese, Lord Rutherford of Nelson e Sir William Bragg, attuale Direttore dei Laboratori della Royal Institution, sono ben note in Italia per l'importanza dei loro lavori nel campo della Fisica moderna, di cui ammirevoli saggi vennero già esposti nel memoriale Convegno dei Fisici a Como nel 1927 in onore di A. Volta, ed altri furono illustrati nel Convegno analogo indetto per la seconda decade di ottobre in Roma fra i cultori della Fisica atomica dalla Accademia d'Italia.

La Riunione ufficiale del 21 settembre venne chiusa con un discorso eloquente da Lord E. Percy, Presidente della Royal Institution, che nei locali di questa, e nel pomeriggio dello stesso giorno, aveva già ricevuto con brevi parole i Delegati stranieri, e conferito i diplomi a quelli tra di essi, che nell'assemblea del 6 luglio in numero di 17 erano stati eletti Membri Onorari. Vennero per l'Italia insigniti di questo privilegio i Professori Lombardi e Maiorana; lo avevano conseguito in precedenza il Senatore Paternò nel 1910, il Senatore Volterra nel 1916 ed il Senatore Principe Ginori Conti nel 1925. Il numero totale dei Membri Onorari è attualmente di una sessantina, e quello dei Membri effettivi, che contribuiscono al mantenimento della Istituzione, di circa novecento.

La storia di questo Istituto, che il Conte di Rumford fondò con mezzi proprii nel 1800, ma che venne fin dall'inizio riconosciuto sotto il Patronato Regio da Giorgio III, e ampliato con atto del Parlamento nel 1810, si lega intimamente a quella del progresso scientifico e filosofico dell'Inghilterra nell'ultimo secolo. Si compenetra in essa la vita di Davy per 13 anni e quella di Faraday per oltre cinquant'anni. Nelle sue collezioni sono religiosamente conservati i cimeli di tutti i grandi sperimentatori che vi hanno lavorato, e di cui, oltre i due sommi, basta ricordare Tyndall e Frankland, Gladstone e Dewar, Rayleigh e Joseph J. Thomson, Rutherford e Bragg. I laboratori, intitolati a Davy e Faraday, vennero grandemente ampliati nel 1896 dalla munificenza di Lodovico Mond, e sono gratuitamente accessibili a tutti gli studiosi che abbiano già compiuto lavori originali, e intendano proseguire le loro ricerche o iniziarne delle nuove. La biblioteca, fornita di 65.000 volumi, comprende tutte le opere classiche di scienze, storia e filosofia, e le principali collezioni di riviste nazionali e straniere.

Nella sessione annuale da metà gennaio a giugno vengono tenute ogni settimana, la sera del venerdì, le riunioni dei soci, ed una conferenza sopra argomenti di particolare attualità con esposizioni illustrative, riprodotte poi nei Rendiconti. Tre giorni alla settimana vengono tenute lezioni pomeridiane di volgarizzazione su argomenti tecnici e scientifici, e talora di arte e letteratura. Un corso di lezioni elementari è impartito ogni anno per classi giovanili, e tutte le biografie di Faraday ricordano la passione con la quale il grande Fisico si consacrava a queste diverse forme di insegnamento anche elementare, ben consapevole dell'importanza che esso può avere nella formazione intellettuale delle nuove generazioni.

Il programma delle Onoranze alla Sua memoria, oltre alla Riunione ufficiale già ricordata, ha compreso due brillanti ricevimenti serali nelle sale della Royal Institution (22 settembre) e nella Sede superba della Royal Institution (24 settembre); una conversazione alla Sede dell'Institution of Electrical Engineers (22 settembre) ed un Garden Party al National Physical Laboratory di Teddington nel pomeriggio del giorno 24.

Nel corso di questa giornata il Col. Crompton, fondatore della Commissione Elettrotecnica Internazionale, aveva convitato per suo conto un ristretto numero di amici e colleghi a visitare le officine di Chelmsford, ove 53 anni or sono Egli iniziò la fabbricazione delle sue prime macchine e apparecchi elettrici, e dove la Società Crompton Parkinson attualmente la sta continuando con mezzi più vasti, occupandovi 1500 operai. Al ritorno, e prima della conversazione della Royal Society, un banchetto venne offerto al Colonnello Crompton, per iniziativa del Gruppo industriale che porta il suo nome, con intervento di oltre cento commensali, ed esso, al pari di quello offerto la sera del 18 settembre dal Presidente della Commissione Elettrotecnica Internazionale in commemorazione del 25° anniversario della sua fondazione, riuscirono una vera apoteosi dell'Uomo venerando, che, dopo aver compiuto un lavoro immane di organizzatore e di pioniere, gode il privilegio di una freschezza quasi giovanile, e dà ancora un esempio meraviglioso di instancabile attività. Nella più intima riunione giubilare della C. E. I. vennero offerti al Col. Crompton, Presidente onorario, al Segretario Generale Le Maistre e al Dott. Mailloux, ex Presidente, tre artistici piatti d'argento, con i nomi incisi di tutti i Presidenti dei Comitati Nazionali.

Un programma completo di escursioni ai Castelli Reali di Windsor e di Hampton Court, all'Osservatorio Reale di Greenwich ed agli altri luoghi più importanti dei dintorni di Londra, venne organizzato per i Delegati e le Signore durante i giorni 22 e 23 settembre. Il 25 sera al Grande Hotel Dorchester il Governo di S. M. offerse un pranzo ufficiale a tutti i Delegati e le Autorità, cui doveva presiedere il primo Ministro; ma Egli, impedito dalle gravi cure del suo ufficio, delegò a rappresentarlo il Ministro dei trasporti. La mattina dello stesso giorno S. E. l'Ambasciatore d'Italia convitava a colazione nella Sede dell'Ambasciata tutta la Delegazione italiana, di cui facevano parte, oltre a S. E. Marconi e al Sen. Principe Ginori Conti, i professori Lombardi, Lori, Maiorana e Perucca. A tutti i Delegati britannici e stranieri il Dott. Mond, grande benefattore della Royal Institution, aveva già offerto la sera del 22 marzo nello stesso Dorchester Hotel un sontuoso banchetto.

II. - Esposizione centenaria di Faraday.

Come manifestazione tecnica del più alto interesse l'*Institution of Electrical Engineers* aveva organizzato nella Royal Albert Hall una Esposizione commemorativa delle principali applicazioni elettriche, la quale venne inaugurata il 23 settembre, e rimase aperta al pubblico fino al 3 di ottobre.

L'esposizione era suddivisa in 25 riparti, di cui quello centrale conteneva una copia della grande statua di Faraday, esistente nella R. Institution, e una collezione importante di cimeli storici, compreso il famoso anello su cui il 29 luglio 1831 Egli fece la prima esperienza della induzione elettromagnetica; vi figurava la collezione completa dei suoi Giornali di Laboratorio, di cui la riproduzione fedele e completa in 7 volumi viene ora curata dalla R. Institution, e un saggio commemorativo venne offerto a tutti i Delegati.

Nei riparti immediatamente circostanti erano suddivisi gli altri apparecchi originali e modelli, illustranti i principali campi di ricerca di Faraday, le cui applicazioni in scala industriale figuravano ordinatamente nelle sezioni radiali contigue. Due di queste erano riservate alla industria chimica; le altre allo sviluppo e distribuzione della energia elettrica, alle comunicazioni per filo e senza filo, alle misure elettriche, alla illuminazione e al riscaldamento, ai mezzi di trasporto, alla elettrochimica e metallurgia. Molte macchine e apparecchi erano mostrati in funzione, e illustrati da abili operatori, che fornivano al riguardo tutte le spiegazioni. Una rassegna completa degli oggetti esposti involgerebbe la ripetizione di tutta la storia dell'elettrotecnica, e non può essere fatta qui nemmeno nella forma più laconica, ma è riassunta in un bellissimo catalogo-ricordo, che gli interessati possono ancora procurarsi presso la R. Institution o presso l'Editore.

Nello stand K, destinato alle macchine generatrici della corrente,

richiamavano l'attenzione la prima dinamo sperimentale costruita da Saxton nel 1833 con calamite induttrici rotanti, e quella realizzata da Woolrich a Birmingham nel 1844 con un induttore fisso a magneti permanenti, ed 8 spirali indotte rilegate ad altrettanti segmenti di collettore; mediante questa prima macchina di tipo industriale per più di 30 anni una corrente continua di circa 25 ampere venne generata per la deposizione elettrolitica dell'argento. A fianco di esse figuravano modelli originali delle principali dinamo storiche ad avvolgimento continuo ed eccitazione elettromagnetica, Pacinotti (1860), Wilde (1863-1865), Wheatstone (1867), Siemens (1869) e Gramme (1870).

Non meno interessante era la collezione storica degli apparecchi di misura, contenuta nello stand contiguo, a partire dai primi elettroscopi a pallina di Canton (1753) e dalla bilancia di torsione di Coulomb (1777) agli elettroscopi a condensatore di Volta (1780); dagli elettrometri ad anello di guardia di Thomson (1867) a quelli a quadrante ed ai voltometri elettrostatici industriali (1887); dai wattometri elettrostatici di Addenbrooke (1900) a quelli di precisione di Rayner e Patterson (1913); dai galvanometri elettromagnetici di Nobili (1825) alle bussole di Gaugain e Helmholtz (1853); dai primi galvanometri a riflessione (1866) ai moderni tipi astatici ed a quelli a vibrazione; dai primi oscillografi magnetoelettrici a quelli a raggi catodici; dai primi apparecchi elettrodinamici di Ampère e di Weber alle bilancie amperometriche e wattometriche di Rayleigh e di Kelvin, e così dicasi degli apparecchi termici e di quelli elettrolitici, dei ponti e potenziometri, dei misuratori di capacità e induttanze, degli apparecchi a induzione e dei trasformatori di misura, la cui tecnica costruttiva ha raggiunto in Inghilterra uno dei gradi più elevati di perfezione (2).

Uno stand per la trasmissione e distribuzione dell'energia era allestito dalla Associazione dei fabbricanti di cavi; una era riservato alla illustrazione della rete inglese di Stato. Nello stand dell'illuminazione si mostravano in opera i processi meccanici moderni di fabbricazione delle lampade a incandescenza, la cui produzione nel 1930 superò in Inghilterra 45 milioni.

In quello dei trasporti, oltre ai modelli di locomotive e apparecchi elettrici di segnalazione, figuravano quelli dei velivoli impiegati nelle principali linee di comunicazione aerea dell'Impero, delle navi e degli ascensori. Complessa era l'esposizione degli apparecchi domestici; sommamente istruttiva quella di elettrochimica ed elettrometallurgia, che direttamente si riattacca ai classici lavori di Faraday, e modernamente ha conseguito applicazioni imponenti attraverso ai mirabili progressi ivi superbamente illustrati.

La Sezione di telegrafia, allestita dal Post Office, era ricca di modelli di cavi e apparecchi, adoperati nelle trasmissioni terrestri e in quelle transoceaniche, alle quali fu aperta la via dai classici lavori di W. Thomson, e nelle quali l'Inghilterra ha saputo conservare il primato fra tutte le altre Nazioni.

Nel riparto delle radiocomunicazioni l'oggetto più cospicuo era rappresentato da un campione gigantesco di valvola termoionica, costruito dalla *Metropolitan-Wickers Electric Co.* per il Post Office, e destinato alla stazione di Rugby, ove dovrà assorbire l'enorme potenza di 500 kW.

La costruzione della camera è interamente in acciaio e porcellana, e la realizzazione del vuoto si è resa possibile mediante l'impiego di oli speciali a bassissima tensione di vapore, sperimentati per la prima volta tre anni or sono da C. R. Burch, i quali si dimostrano di gran lunga più convenienti del mercurio. Il grado di rarefazione progredisce automaticamente nel tempo. Oltre a ciò la valvola ha il grande vantaggio di potersi smontare e rimontare senza difficoltà, per cui si rende possibile la sostituzione del filamento, e qualsiasi altra riparazione. Essa è alta più di 3 metri, e pesa completa più di una tonnellata. L'anodo di acciaio, raffreddato ad acqua, ha il diametro di 35 cm e la lunghezza di 65 cm. Il filamento porta 500 ampere, ed emette una corrente elettronica di 160 ampere. Il vuoto è ottenuto mediante un gruppo di pompe a condensazione, che agiscono in modo continuo, utilizzando il vapore del nuovo liquido, e sono raffreddate da una circolazione d'acqua. La potenza qui ottenuta non si considera d'altronde come limite di quella, che potrà essere realizzata su lo stesso principio quando se ne presenterà il bisogno.

Nella stessa Sezione la Compagnia Marconi esponeva una completa raccolta di apparecchi, impiegati dal nostro grande compatriota e dai suoi valenti collaboratori nello studio e sviluppo graduale dei sistemi di segnalazione, dai primi oscillatori lineari e riflettori parabolici, costruiti a Bologna nel 1895 sotto la guida di Righi, fino agli apparecchi moderni più perfetti ad onde corte e antenne direzionali; dai coherer e detector magnetico del 1900 e dalle prime valvole di Fleming del 1904 ai moderni triodi amplificatori e autogeneratori di grande potenza; dai primi spinterometri sincroni ai potenti microfoni moderni impiegati nella radiodiffusione.

Al primo piano, nella Sala Reale, a cura del Museo storico di medicina, era esposta la riproduzione del Laboratorio originario di Faraday, nel quale la povertà dei mezzi non valse ai limitare la genialità delle concezioni e la ricchezza meravigliosa delle scoperte.

III. - Centenario della British Association.

L'Associazione Britannica per il Progresso della Scienza, fondata nel 1831, celebrava quest'anno il suo primo centenario, per il quale fu indetta a Londra una riunione solenne e diramato l'invio alle principali Associazioni affini degli altri Paesi. La nostra Società consorella per il Progresso delle Scienze inviò come proprio Delegato il Prof. Sergi della Università di Roma.

Il 23 settembre nella *R. Albert Hall* ebbe luogo l'insediamento del nuovo Presidente, Generale J. C. Smuts, il quale tratteggiò in brevi parole l'origine della Associazione, e la parte importantissima che essa ebbe nello sviluppo delle scienze. Seguì la presentazione dei Delegati delle altre Società affini, delle Univertà e Istituti scientifici, e delle Città dove l'Associazione Britannica tenne in precedenza le sue Riunioni.

La sera dello stesso giorno, nella *Central Hall* a Westminster, il nuovo Presidente lesse davantf ad una assemblea numerosa il suo discorso inaugurale sulla *Veduta scientifica del mondo moderno*, esponendo concetti così profondi ed originali, da eccitare il più vivo interesse di tutti i presenti. Valga questo a giustificare il tentativo forse troppo ardito di riassumerne qui i tratti fondamentali.

In rapida sintesi l'Oratore profilò la evoluzione del pensiero scientifico, che primieramente trasse la ispirazione dal senso comune, limitandosi allo studio delle proprietà più accessibili della materia, ma dall'inizio del ventesimo secolo cominciò a penetrare più profondamente i misteri della costituzione dell'universo, riportando il concetto della materia a quello fondamentale dell'energia, fondendo in una sola la nozione del tempo e dello spazio, e preludendo alla spiegazione unitaria di tutte le forze della natura. Alla continuità supposta dell'ente universale spazio-tempo contrasta apparentemente la discontinuità dell'energia, concepita nella teoria dei quanti: ma la meccanica nuova intende a conciliarla con la prima, superando una delle difficoltà concettuali più gravi.

L'evoluzione biologica si svolge in un tempo, il quale non può essere identificato con quello che nella teoria della relatività si unifica con lo spazio, avendo esso un carattere storico, che non si riscontra nel primo, e tende a produrre nuove forme vitali sempre più perfette, mentre l'evoluzione cosmica tende alla disintegrazione delle forme più complesse preesistenti. L'Oratore paragona la vita a un quanto di energia, nel senso che entrambi non possono essere frazionati, ma possono unicamente sussistere nella loro interezza. Anche l'atomo, che contiene un certo numero di elettroni, costituisce per sè stesso un ente unico, da cui nessuna parte può essere staccata senza alternarne la entità.

E qui non è possibile seguire l'Oratore nella sua sottile disquisizione sopra i caratteri differenziali delle due evoluzioni, una delle quali, che ha stretta interconnessione con la vita spirituale, non può essere correttamente interpretata mediante una concezione esclusivamente od esageratamente materialistica. La biologia e la psicologia non possono essere costrette nelle pure forme della meccanica, sebbene si possono giovare delle teorie e delle esperienze di questa per approfondire lo studio delle loro manifestazioni più complesse.

Il prodotto più perfetto dell'evoluzione biologica e psicologica è la mente, che non deve considerarsi come un organo umano soggettivo, ma come la facoltà della quale si vale la natura per la propria indagine e conoscenza, e attraverso la quale l'universo riconosce la sua origine divina. L'arte e la scienza non appaiono così in contrasto con la religione, ma si integrano a vicenda, e possono considerarsi come la più chiara manifestazione di Dio. La scienza deve colmare il grande ritardo interposto fra il progresso della nostra conoscenza e il nostro sviluppo etico.

La materia, la vita e la mente possono in verità considerarsi come stadii diversi della medesima attività, che l'Autore associa con la pervadente manifestazione della potenza creatrice. La vita progredisce continuamente verso forme più perfette, e la mente è responsabile della creazione dei valori morali, attraverso ai quali resta aperta la via allo sviluppo dell'umana personalità. Nè la vita è da considerare come necessariamente connaturata all'esistenza degli astri, secondo le teorie più recenti, nè probabilmente essa ha raggiunto in alcun altro pianeta il livello della nostra; ma non si può escludere che forme egualmente evolute, dal punto di vista biologico e intelletutale, possano altrove manifestarsi nel progresso della evoluzione cosmica.

---

(2) Contemporaneamente a questa grandiosa esposizione di carattere storico la *Cambridge Instrument Co.* aveva predisposto a *Grosvenor place* una esposizione privata dei suoi rinomati apparecchi fisici e strumenti elettrici, alla cui visita e dimostrazione gli studiosi vennero cortesemente ammessi.

Probabilmente noi assistiamo attualmente all'evento più grandioso nella storia del nostro universo, mentre la visione del mondo ci appare ancora piena di mistero, ma noi già intravediamo il nesso fra i concetti biologici e psicologici e quelli della materia inorganica, e le facoltà umane dello spirito e della volontà assumono un valore insuperabile nella evoluzione scientifica. In questa visione olistica dell'universo l'uomo può essere per avventura considerato come nato dalle stelle; però il mondo non consiste unicamente di elettroni e di radiazioni, ma anche di anime e di aspirazioni. La bellezza e la santità sono altrettanti aspetti della natura come l'energia e l'entropia, e una visione adeguata del mondo li dovrà collocare ognuno al proprio posto nella cornice generale. L'evoluzione è l'unico modo di avvicinarci ad una visione corretta del mondo, che tenga in giusto conto l'immensità e la profondità del mistero dell'universo. Ciò non esclude che una visione posteriore di questo possa sostanzialmente differire da quella che si profila allo stato attuale delle nostre conoscenze.

A questo discorso, denso di concetti filosofici, rispose brevemente il Presidente della Royal Society, mettendone in luce la genialità, e la gravità dei problemi sollevati.

Nei giorni successivi si svolsero durante le ore antimeridiane i lavori delle Sezioni, densi di comunicazioni originali, e nei pomeriggi le numerose escursioni. Nelle serate libere furono tenute conferenze illustrative dei vari argomenti scientifici e di carattere generale; in parecchie occasioni ebbero luogo ricevimenti del Governo e delle Autorità locali. Per facilitare ai Delegati della Commemorazione di Faraday l'accesso alle riunioni, venne concessa a quanti ne fecero domanda una tessera di Socio temporaneo.

IV. - Centenario della nascita di Maxwell.

Il grande fisico di Cambridge, che seppe raccogliere in una sintesi mirabile la geniale concezione di Faraday su la polarizzazione del mezzo, e giungere alla classica teoria delle onde elettromagnetiche, nasceva il 13 giugno 1831, due mesi e mezzo prima della famosa scoperta dell'Induzione elettromagnetica, e moriva prematuramente all'età di soli 49 anni, lasciando nel suo Trattato di Elettricità e Magnetismo un monumento scientifico più duraturo del bronzo.

Al termine delle Celebrazioni di Londra un ricordo marmoreo a entrambi i Sommi venne inaugurato con discorso del Prof. J. J. Thomson, successore di Maxwell, nell'Abbazia di Westminster, che costituisce il famedio degli uomini più illustri nel campo della Scienza, dell'Arte e della Politica inglese.

L'Università di Cambridge il 1° ottobre promosse colà una solenne Commemorazione di Maxwell con discorsi di Einstein, Langmuir, Larmor, Plank e J. J. Thomson, alla quale per ragioni imprescendibili di tempo la Delegazione Italiana non potè intervenire. Alcuni nostri Colleghi più fortunati poterono peraltro visitare il famoso Laboratorio di Cavendish in occasione del Congresso internazionale di illuminazione, che ebbe luogo prima della Commemorazione di Faraday dal 1° al 19 di settembre, e che tenne in Cambridge le ultime sedute a Trinity College.

Roma, ottobre 1931.

□ I FISICI ITALIANI E LE RICERCHE DI FARADAY (*) □ □ □ □ □ □ □

V. VOLTERRA

L'A. esamina l'influenza che le ricerche di Faraday ebbero su quelle dei fisici Italiani dell'ultimo secolo.

Le scoperte fatte dal Faraday sono state così numerose ed importanti, che hanno dato un nuovo e grandissimo sviluppo alla fisica, ed ispirato le più svariate ed ammirevoli applicazioni pratiche. I concetti che lo hanno guidato nelle sue celebri esperienze modificarono profondamente il modo di concepire i fenomeni naturali, tanto che una nuova epoca nella storia della filosofia naturale comincia con lui.

Non vi è stato cultore della Fisica negli ultimi anni i cui lavori non si ricolleghino più o meno direttamente ai suoi. Perciò, se si volessero citare tutti quelli che possono dirsi continuatori dell'opera sua e che si sono valsi dei suoi risultati, bisognerebbe fare il nome di tutti i fisici dei tempi recenti. Questo in Italia come negli altri paesi. Ora, non è il caso che io faccia qui la storia della Fisica in Italia nell'ultimo secolo, ma che io dia notizia delle ricerche che s'ispirarono più direttamente a quelle di Faraday, specialmente nel periodo della loro prima diffusione, ed ebbero maggiore successo e più importanti applicazioni.

(*) Questo articolo fu pubblicato in inglese nel supplemento a « Nature » del 29 agosto 1931, dedicato a Michele Faraday.

*

Mi rifarò pertanto all'agosto 1831, quando i tentativi del Faraday di ottenere delle correnti mediante l'azione delle calamite ebbero finalmente esito fortunato. Il risultato non fu comunicato alla Società Reale di Londra che nel Novembre dello stesso anno, ma la memoria venne pubblicata in ritardo e la traduzione francese apparve solo nel maggio del 1832 negli « Annales de Chimie et de Physique ». Il Faraday, per riparare al ritardo, scrisse su questo argomento una lettera molto concisa all'Hachette di Parigi, che la fece conoscere all'Accademia delle Scienze nel Dicembre del 1831.

Il Nobili, fisico di notevole valore, appartenente al Museo di Firenze, già noto fra l'altro, per il suo galvanometro astatico, i suoi anelli, e per i suoi studi di termo-elettricità, ebbe notizia della scoperta dall'Amici, che l'aveva letta nel « Temps ». Compresa subito la grande importanza di essa si mise a ripetere le esperienze del Faraday associandosi in quest'opera un altro fisico fiorentino: l'Antinori. La loro prima memoria è del gennaio 1832 e porta esplicitamente questa data, ma fu pubblicata nel fascicolo del novembre 1831 dell'« Antologia », il quale uscì con grande ritardo (1). Le successive apparvero nei fascicoli seguenti dello stesso giornale.

I due fisici fiorentini ottennero correnti indotte, sia accostando un circuito chiuso al polo di una calamita, sia aprendo un circuito costituito da una calamita a forma di ferro di cavallo e dall'ancora della calamita stessa, sia capovolgendo un circuito ad elica disposto parallelamente ad un ago magnetico di inclinazione, sia introducendo un nucleo di ferro dolce in un'elica formante un circuito chiuso.

Queste esperienze non avrebbero suscitata una polemica (una delle poche del Faraday) senza le considerazioni che le accompagnavano riferentisi specialmente al magnetismo di rotazione di Arago ed alla scintilla di induzione. La tardiva conoscenza del testo esatto della memoria del Faraday, e la inesatta interpretazione della lettera all'Hachette, influirono nel creare quei malintesi i quali originarono, come osserva il Naccari, la suddetta polemica (2).

*

Gli studi sull'induzione seguitarono in Italia per opera specialmente del Matteucci, che si occupò della distribuzione delle correnti nel disco girante di Arago, del magnetismo di rotazione e pubblicò nel 1854 il suo Cours spécial sur l'induction, le magnétisme de rotation, etc., il quale dava notizia estesa di quanto si conosceva in quell'epoca sui fenomeni di induzione elettromagnetica (3).

Ma di un lavoro di molta maggiore importanza filosofica e sperimentale desidero rinnovare il ricordo. Nel 1852 il Felici, allora assistente del Matteucci, poi suo successore nella Cattedra di Fisica nell'Università di Pisa, cominciò la pubblicazione di tre memorie dal titolo: « Sulla teoria matematica dell'induzione elettro-dinamica » (4).

F. Neumann aveva dato già fino dal 1845-47 in due lavori la sua celebre formula e nel 1846 era apparsa quella del Weber. Il Felici abbandonò i cammini tenuti da questi scienziati e si propose di ottenere le formule che esprimono le leggi dell'induzione magnetoelettrica, percorrendo passo passo la via puramente sperimentale con la quale un quarto di secolo innanzi Ampère era giunto a stabilire la formula delle forze ponderomotrici che esercitano fra di loro due elementi di corrente. Al pari di Ampère, il Felici nella sua prima memoria si basa unicamente sopra esperienze di equilibrio. Con un ingegnoso procedimento, egli esalta l'azione induttiva, ripetendo le aperture e chiusure della corrente, e somma nel galvanometro le intensità delle ripetute correnti indotte aventi medesimo senso. Giunge così ad una formula che dà la forza elettromotrice corrispondente all'azione di elementi di corrente, formula la quale contiene un termine eliminantesi allorchè si integra la forza elettromotrice lungo circuiti chiusi. In tal modo la formula del Felici, oltre dirci qualche cosa di più, conferma per via sperimentale quella del Neumann ottenuta estendendo la legge di Lenz.

Nelle successive memorie il Felici studia le correnti indotte, non solo in circuiti filiformi, ma anche in conduttori a più di una dimensione, ricollegandosi alle ricerche sperimentali del Matteucci esposte nel suo Cours spécial sopracitato.

*

Nel periodo in cui in Pisa fiorivano il Maettucci e il Felici, v'insegnava Ottaviano Fabrizio Mossotti che fu una delle più eminenti personalità italiane del secolo scorso. Nato a Novara nel 1791, si laureò a Pavia ed ivi studiò col Brunacci ed udì anche il Volta. Abbandonata l'Italia in seguito a persecuzioni politiche, andò in Francia ed in Inghilterra, ove fu accolto con molta stima ed ebbe numerosi amici. Chiamato dapprima in Argentina, passò poi come professore a

Corfù, nell'epoca della protezione inglese, e finalmente a Pisa in Toscana, dove fondò una scuola astronomica e fisico-matematica che ha avuto una grande importanza nella recente storia delle scienze in Italia.

Fra le molte e belle ricerche del Mossotti, quella che oggi appare come la più importante e che maggiormente ne consacra la fama, è la teoria dei dielettrici. Il Faraday dedicò l'undecima e la dodicesima serie delle sue « Experimental Researches on Electricity » allo studio dell'azione di dielettrici nei fenomeni di induzione elettrostatica. Tali azioni avevano già da più anni richiamata l'attenzione dell'Avogadro (5), ma le celebri e decisive esperienze del Faraday ne fissarono la natura e condussero alla teoria della polarizzazione dei dielettrici.

Merito del Mossotti fu di aver collegata la teoria della induzione elettrica nei dielettrici alla teoria della induzione magnetica. Ora il Poisson aveva data la teoria matematica dell'induzione magnetica. Non vi era dunque che leggere nel linguaggio di *elettricità* ciò che il Poisson aveva ottenuto in termini di *magnetismo*, per avere una teoria matematica dei dielettrici basata sui concetti del Faraday. Infatti una parte della memoria del Mossotti del 1846 (6) non è, a detta dello stesso suo autore, che una riproduzione di quella del Poisson. Le notevoli ed eleganti conseguenze che il Mossotti ne ha tratte e le interessanti applicazioni di altri, per esempio quella del Clausius sulle scariche di ritorno, rendono di particolare pregio l'opera del Mossotti.

La quale si riallaccia ai concetti del Mossotti stesso sulla costituzione della materia, argomento intorno al quale questo autore è ritornato più volte, sia in una memoria dedicata al Plana (7), sia nella prolusione alle lezioni di Corfù (8), sia in altre occasioni. Il Faraday nella serie diciannovesima delle sue Experimental Researches si compiace di queste idee del Mossotti che rispondono in certo modo alle proprie. Esse meriterebbero oggi di essere rilette, meditate e poste a raffronto con le più moderne teorie, giacchè, se l'essere state escogitate prima che si sviluppasse la termodinamica, le rendono lontane dalla concezione odierna di molti fenomeni, pure possono in germe contenere pensieri fecondi.

Gli studi sui dielettrici, così sapientemente approfonditi mediante l'analisi matematica dal Mossotti, non si arrestarono in Italia, ma continuarono con lavori fra cui ricorderò quelli del Belli, del Matteucci, del Felici sulle costanti dielettriche, e del Felici stesso sulla viscosità dei dielettrici. Tali ricerche si sono prolungate sino ai nostri giorni con scritti di fisici e di elettrotecnici aventi vedute sia teoriche che pratiche.

*

L'analisi del Mossotti è un esempio dell'attitudine che hanno le idee del Faraday ad essere svolte sotto forma matematica. Non è il solo esempio nè il più celebre, ed infatti tutti sanno che il Maxwell riuscì a tradurre i concetti del Faraday nelle equazioni del campo elettromagnetico, e scoprì in essi il germe della teoria elettromagnetica della luce.

Il Faraday non conosceva la tecnica dei geometri, ma sapeva esprimere esattamente con parole ciò che dicono le formule. Lo stesso può ripetersi per Volta. Se, alla maniera di Plutarco, fra questi due eroi della scienza si volesse fare un parallelo, dovrebbe mettersi in evidenza la somiglianza, sotto questo riguardo, della mente del Fisico inglese e di quella del Fisico italiano del resto così simili anche sotto altri aspetti. Le loro menti erano ambedue matematiche nel più profondo ed intimo senso, giacchè i simboli e gli artifici analitici non sono la sostanza, ma solo l'apparenza esteriore della matematica.

*

Il problema del motore elettrico e quello inverso di produrre le correnti elettriche, generate dapprima con la pila del Volta, valendosi invece del principio dell'induzione di Faraday, con un metodo suscettibile di essere applicato praticamente su larga scala, erano certamente d'attualità, allorchè una soluzione ingegnosissima venne data nel 1860 da Antonio Pacinotti, il quale costruì il suo celebre anello nel laboratorio di Fisica Tecnologica dell'Università di Pisa. Solo nel 1864 lo scopritore distese, per iscritto, la descrizione dell'apparecchio, da lui chiamato modestamente « una macchinetta elettromagnetica » e la pubblicò nel 1865 nel « Nuovo Cimento » (9).

Ritengo inutile ricordare qui tale descrizione, perchè viene riportata in ogni elementare trattato di Fisica e di Elettrotecnica. La brillante soluzione del problema si rivelò atta alle più larghe ed importanti applicazioni industriali, intuite subito dallo stesso inventore, e divenne una delle macchine più utili e più usate nel mondo. Non è il caso di ripetere la storia ben nota del suo rapido diffondersi e le polemiche, ormai chiuse, a cui diede luogo.

*

Come abbiamo detto sopra, le ricerche che si collegano alle teorie di Maxwell non possono essere disgiunte dal ricordo di Faraday, tanto le teorie stesse sono derivate dalle esperienze e dai concetti di questi.

La pressione della luce, che il Maxwell ottenne come una conseguenza della teoria elettromagnetica, fu dimostrata con un nuovo ed originale procedimento dal Bartoli in una memoria, pubblicata nel 1876, consacrata in modo particolare allo studio del radiometro (10).

Il Bartoli immagina quattro involucri sferici concentrici: il più esterno ed il più interno perfettamente neri; i due intermedi perfettamente riflettenti. Mediante un ciclo, che può ripetersi quante volte si vuole, egli riesce a far passare calore dall'involucro più esterno, che può supporsi più freddo, al più interno, che può supporsi più caldo. Il secondo principio della termodinamica esige che, per compiere il ciclo, debba trasformarsi una quantità di lavoro in calore e che quindi in virtù dell'irraggiamento del corpo interno, si eserciti una pressione sopra l'involucro adiacente. Di qui segue, come conseguenza, la pressione della luce.

Dei numerosi lavori del Bartoli è questo il più celebre e ad esso il suo nome è indubbiamente legato. E' singolare però che il Bartoli, morto nel luglio 1896, prima che la pressione della luce fosse verificata sperimentalmente, dubitasse della sua realtà e si sforzasse di interpretare variamente i suoi ragionamenti, ma egli serbò in vita sempre celati questi suoi dubbi che si palesarono solo più tardi.

Non si può passare sotto silenzio le belle ricerche del Bartoli sulla elettrolisi ed in particolare quelle sulla possibilità di decomporre l'acqua anche con le più deboli forze elettromotrici (11). Esse si ricollegano agli studi del Faraday della quinta serie e di serie successive.

*

Caratteristica originale del pensiero del Faraday è l'aver trasportato la sede principale dei fenomeni elettromagnetici nel dielettrico, ove egli percepiva e seguiva l'andamento e le mutazioni delle linee di forza, le quali materializzavano ciò che egli concepiva per spiegare le azioni elettrodinamiche.

Una delle esposizioni più luminose ed efficaci dei concetti del Faraday, nella maniera con la quale furono svolti dal Maxwell e dal Hertz, fu il discorso tenuto da Galileo Ferraris all'Accademia dei Lincei nel giugno 1894 sulla trasmissione elettrica dell'energia (12). Ma un tale discorso lascerebbe solo il ricordo di una felice volgarizzazione dei concetti di localizzazione e flusso di energia, allora nuovi nel gran pubblico, se non servisse a rivelarci molto di più, cioè quale era l'intima maniera del Ferraris di comprendere la natura dei fenomeni elettrici, punto di partenza della scoperta del campo magnetico ruotante da lui fatta nove anni prima. Ed infatti fu il vedere, con l'occhio della mente, compiersi le oscillazioni elettriche, non nell'ambito dei conduttori, ma nel mezzo comune fuori di essi e di persuadersi quindi della possibilità di sovrapporre due oscillazioni elettriche ortogonali, pari a quelle luminose, visione apparsagli, come un lampo, mentre passeggiava solitario una notte per le vie di Torino, che diede origine alla scoperta a cui il Ferraris deve principalmente la sua fama (13).

Tale brillante risultato era stato preceduto da lunghi e profondi studi del Ferraris sui trasformatori, dei quali diede una teoria completa che lo condusse a stabilire la legge nota dello spostamento di fase, e a calcolare la potenza di un trasformatore. Ciò valse a dissipare le erronee opinioni che esistevano sul rendimento di un trasformatore ed a mostrare tutta l'importanza nelle applicazioni industriali di questo organo fondamentale, derivato direttamente dal principio dell'induzione, il quale nell'elettrotecnica tiene il posto che ha la leva in meccanica (14).

Il trasporto dell'energia con l'uso di correnti alternate, a cui tutte le industrie debbono un così grande impulso, fu il risultato pratico di questi studi.

*

La storia dell'evoluzione delle idee del Faraday, le quali hanno condotto alla teoria matematica di Maxwell, quindi alle esperienze di Hertz, non sarebbe completa se non si parlasse del telegrafo senza fili che chiude così mirabilmente il memorabile ciclo.

In Italia il Righi, fra gli altri, ripetè e continuò con successo le esperienze di Hertz, perseguendo in tutti i particolari le analogie fra i fenomeni ottici e quelli delle onde elettromagnetiche (15).

Il Marconi poi, con mirabile perseveranza, e giovandosi dei più geniali e vari procedimenti, riuscì a dare pratica attuazione ai metodi di trasmissione a distanza mediante onde elettromagnetiche. I rapidi progressi della radiotelegrafia e della radiotelefonia si svolgono ogni giorno davanti ai nostri occhi, e sono seguiti con interesse e con meraviglia in ogni parte del mondo.

*

Non mi è possibile dilungarmi sopra numerose altre questioni, pur di notevole interesse, come quelle di elettrolisi e di elettrofisiolo-

gia, rievocando gli studi del Matteucci (16) e la sua corrispondenza col Faraday (17), nè ritornare sulla teoria chimica della pila che il Faraday preferì a quella del contatto, ricollegandosi così alle idee manifestate dapprima dal Fabbroni (18). Nè mi è possibile parlare della questione, dibattuta dal Faraday, se la elettricità, comunque prodotta, sia sempre la stessa e segua le medesime leggi, producendo uguali effetti, di cui lo stesso Volta si occupò, e che diede origine fra noi anche a studi recenti. Ricorderò solo l'osservazione resa nota dal Padre Bancalari nel 1847 (19) e la successiva memoria del Zantedeschi sul magnetismo delle flamme (20), che richiamarono l'attenzione del Faraday sul magnetismo e diamagnetismo dei gas.

Chiuderò infine accennando alla magnetoottica, che prende le mosse da una delle più celebri scoperte del Faraday, quella della polarizzazione rotatoria magnetica.

Il Righi diede la spiegazione cinematica del fenomeno, che ulteriori ricerche collegarono alla grande scoperta di Zeeman. Ed il Righi stesso si valse della disposizione della fiamma di sodio, traversata nel senso del campo da un fascio di luce fra due nicol incrociati, la quale permette con mezzi semplici l'osservazione del fenomeno inverso di Zeeman (21).

E' ben singolare che questa esperienza sia stata eseguita con un apparecchio analogo ad uno ideato dal Faraday a cui però il risultato sfuggì, esempio assai raro nel corso delle ricerche di questo grande osservatore.

Mi arresterò qui, dopo aver citato gli scomparsi che in Italia si occuparono di questo soggetto, ed aver ricordato che altri valorosi scienziati vi apportarono e vi apportano tuttora preziosi contributi.

*

Come pochi anni fa l'opera di Volta e quella di Ampère, così oggi quella di Faraday viene rievocata e commemorata.

Questi tre grandi scienziati, appartenenti a paesi diversi, vissero lontani e separati fra loro, ma i loro pensieri concorsero armonicamente al progresso della filosofia naturale ed alla scoperta di nuovi e meravigliosi trovati utili alla società umana. L'influenza che ciascuno esercitò al di là dei confini della propria patria, servì a svolgere verso analoghi fini mentalità di stirpi diverse, che acquistarono nuove virtù nello sforzo comune.

Scopo di questo mio breve saggio è stato di lumeggiare l'influenza che ebbe in Italia l'opera del Faraday. Dal punto di vista filosofico essa fu grandissima e, come abbiamo veduto sopra, le scoperte del Fsico inglese, penetrate fra noi, ne suscitarono nuove ed originali, di singolare importanza dal punto di vista delle applicazioni pratiche, le quali sollevarono l'entusiasmo non solo negli uomini di scienza, ma nella società tutta che ne ritrae tanti benefici vantaggi.

I sentimenti di ammirazione e di riconoscenza che in Italia si nutrono verso il grande pensatore ed esperimentatore britannico sono profondi ed unanimi.

* *

BIBLIOGRAFIA

1) «Sopra la forza elettromotrice del magnetismo» dei Sigg. L. NOBILI e V. ANTINORI. - *Antologia*, n. CXXXI; «Nuove esperienze elettromagnetiche e teoria fisica del magnetismo di rotazione». - *Antologia*, n. CXXXIV; «Descrizione delle nuove calamite elettriche ed osservazioni sulle medesime». - *Antologia*, n. CXXXVI; «Sopra varî punti di magneto elettricismo». - *Antologia*, n. CXXXVIII; «Teoria fisica delle induzioni elettrodinamiche» di L. NOBILI. - *Antologia*, n. CXLII.
2) «La vita di Michele Faraday» - Padova, 1908.
3) «Cours spécial sur l'induction, le magnétisme de rotation, le diamagnétisme et sur les relations entre la force magnétique et les actions moléculaires». - Paris, 1854.
4) *Annali delle Università Toscane*, vol. 3°. - Le tre memorie del FELICI furono tradotte in tedesco e stampate negli *Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften*.
5) «Considérations sur l'état dans lequel doit se trouver une couche d'un corps non conducteur de l'électricité lorsqu'elle est interposée entre deux surfaces douées d'électricité de différente espèce». - *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire Naturelle et des Arts*, par J. C. DELAMÉTHERIE. - Paris, vol. 63, Juillet, 1806; Suite des considérations, etc.; AVOGADRO: «Saggio di teoria matematica della distribuzione dell'elettricità sulla superficie dei corpi conduttori nell'ipotesi dell'azione induttiva esercitata dalla medesima sui corpi circostanti per mezzo delle particelle dell'aria frapposta». - *Memorie Società Italiana delle Scienze*, vol. 23, 1844.
6) «Discussione analitica dell'influenza che l'azione di un mezzo dielettrico ha sulla distribuzione dell'elettricità alla superficie di più corpi elettrici disseminati in esso». - *Memorie della Società Italiana delle Scienze*. - Modena, Parte 2ª, vol. 24, 1846.
7) «Sur les forces qui régissent la constitution intérieure des corps, aperçu pour servir à la détermination de la cause et de lois de l'action moleculaire». TAYLOR'S, Torino 1836.
8) «Lezioni elementari di fisica matematica». - Firenze, 1843.
9) «Descrizione di una macchinetta elettromagnetica del Dott. Antonio Pacinotti». - *Nuovo Cimento*, giugno 1864, pubblicato il 3 maggio 1865.
10) «Sopra i movimenti prodotti dalla luce e dal calore e sopra il radiometro di Crookes». - Firenze, 1876.
11) Citiamo fra le varie memorie del BARTOLI su questo soggetto: «Su le polarità galvaniche e su la decomposizione dell'acqua con una pila di forza elettromotrice inferiore a quella di un elemento Daniell». - *Nuovo Cimento*, 1879.
12) Lettura fatta alla R. Accademia dei Lincei nella solenne adunanza del 3 giugno 1894.
13) «Rotazioni elettrodinamiche prodotte per mezzo di correnti alternate». - *Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino*, vol. 23, 18 marzo 1888.
14) «Ricerche teoriche e sperimentali sul generatore secondario Gaulard e Gibbs». - *Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino*, vol. 37, serie 2, genn. 11, 1885; «Sulle differenze di fase delle correnti, sul ritardo dell'induzione e sulla dissipazione di energia nei trasformatori». - *Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino*, dic. 4, 1887.
15) «L'ottica delle oscillazioni elettriche». - Bologna, 1887.
16) «Electro-physiological Researches». - *Phil. Trans.*, 1845-1850; «Lezioni sui fenomeni fisico-chimici dei corpi viventi». - Pisa, 1846.
17) Dr. BENCE JONES: «The Life and letters of Faraday», vol. 2°.
18) «Sur l'action chimique des differents métaux à la temperature de l'atmosphère et sur l'explication de quelques phénomènes galvaniques». - Paris, 1796; «Dell'azione chimica dei metalli nuovamente avvertita». - Firenze, 1793.
19) «Ueber seine Entdeckung des Magnetismus der Flamme». - *Pogg. Ann.*, vol. 73.
20) *Raccolta fisico-chimica Italiana*, vol. 3°. Circa le esperienze dello Zantodeschi che preluderebbero l'induzione elettrodinamica, cfr. *Biblioteca Italiana*, vol. 53 e NOCCARI, op. cit., pag. 236.
21) «Di un nuovo metodo sperimentale per lo studio dell'assorbimento della luce nel campo magnetico»; 2 Note, *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei*, S. V., vol. 7°, 2° sem., 1898.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

MC EACHRON - E. J. WADE — **Prove su scaricatori a tirite in esercizio.** (Elec. Eng., 290-291, 3 figure).

Le prove furono eseguite durante il 1930 servendosi di un oscillografo a raggi catodici del tipo a catodo freddo appositamente costruito e di un generatore d'impulsi costituito da 60 batterie di condensatori in olio, ciascuno da 0,5 μF e caricati in parallelo a 25 kV. La tensione massima di scarica (in serie) era di 1.500.000 V. Gli scaricatori di cui si voleva studiare il comportamento erano installati sulla linea a circa 2,5 km dal generatore di impulsi, distanza considerata sufficiente perchè si riproducessero, senza eccessiva attenuazione, le condizioni corrispondenti alle ordinarie onde migranti. Le misure eseguite confermarono l'attendibilità delle calcolazioni che si possono impostare sul comportamento degli scaricatori a tirite.

Nel caso della scarica superficiale di una catena di isolatori a 3 campate di distanza dallo scaricatore, si osservò che questo produceva un ritardo di qualche microsecondo nella scarica e sopprimeva le oscillazioni. Si riconobbe che la zona di protezione dello scaricatore, per il tipo di onda usato, non si estendeva molto al di là dei 200 metri.

E' quindi essenziale installare lo scaricatore nelle immediate vicinanze dell'apparecchio da proteggere. Le ricerche eseguite, durante le quali furono rilevate alcune centinaia di oscillogrammi, dimostrarono essenzialmente che è possibile calcolare esattamente il comportamento degli scaricatori a tirite per ciascun tipo d'onda, quando siano note la lunghezza delle connessioni e la resistenza di terra. *R. S. N.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

S. R. BERGMAN — **Un dispositivo a reattanza per migliorare la saldatura a corrente continua.** (Elec. Eng., aprile 1931, 283-285, 3 figure).

L'A. descrive un generatore a corrente continua studiato in modo speciale per impiegarlo nella saldatura ad arco; la tensione a circuito aperto varia fra 70 e 90 V e la tensione durante l'arco fra 14 e 25 V. Il generatore è basato sul principio di un doppio circuito magnetico; l'armatura è avvolta fra 2 poli, mentre l'induttore comprende 4 poli a 90° fra loro e dei quali 2 contigui fra loro sono positivi, e gli altri 2, pure continui fra loro sono negativi; esistono così due flussi normali fra loro. Le spazzole sono 2 collocate ai punti neutri fra 2 poli di diverso segno; la macchina è autoeccitata. A carico la reazione di armatura può essere scomposta in 2 componenti normali fra loro, una delle quali è nello stesso senso con uno dei flussi induttori (flusso principale) il quale però non aumenta essendo saturo il suo circuito magnetico; l'altra componente si oppone al secondo flusso induttore (flusso-trasverso) il quale perciò diminuisce col crescere del carico.

La tensione della macchina, che dipende dai due flussi, risulta perciò anch'essa decrescente coll'aumentare del carico. L'intensità di corrente è pure regolabile entro limiti vasti di esercizio, da 75 a 450 A.

Come è noto durante la saldatura avvengono frequentemente dei fenomeni transitori dovuti ai corti circuiti prodotti dalle gocce metalliche fuse. Per far fronte a questi fenomeni è stato costruito uno speciale dispositivo che l'A. chiama «transformer reactor» il quale realizza un collegamento magnetico, esterno al generatore, fra il circuito dell'arco e il circuito di campo, collegamento che agisce in senso contrario a quello realizzato fra gli stessi due circuiti entro la macchina. Si ottiene così una limitazione nella punta di corrente quando si verifica un corto circuito, e un più rapido elevarsi della tensione quando si verifica la rottura dell'arco.

L'esperienza ha dimostrato il buon comportamento di questa dinamo che permette di ottenere saldature molto uniformi e resistenti.

R. S. N.

APPLICAZIONI VARIE.

C. Schiebeler — **Innovazioni negli equipaggiamenti elettrici di apparecchi di sollevamento e di mezzi di trasporto.** (E. T. Z., N. 1, 1 gennaio 1931, pag. 1; N. 2, 8 gennaio 1931, pag. 34; N. 5, 29 gennaio 1931, pag. 139).

Anche in Germania l'uso della corrente continua va sempre più restringendosi, mentre si diffonde la corrente alternata. Così anche gli equipaggiamenti di impianti di sollevamento hanno dovuto essere adattati alle nuove esigenze.

Per le grue il motore a corrente continua in serie era stato a ragione considerato come il più indicato: per la corrente alternata si è dovuto pure cercare di adottare un motore a velocità più elevata per carichi leggeri: si potevano scegliere motori a collettore monofasi o trifasi oppure motori asincroni a commutazione di poli. In generale si è preferita questa seconda soluzione. Una casa tedesca costruisce appunto motori doppi per grue che comprendono un motore ad anelli per le basse velocità ed un motore in corto circuito per le velocità più alte. La commutazione di poli è realizzata non con un solo avvolgimento statorico, ma con due: e questo ha il vantaggio che ogni avvolgimento può essere predisposto per le effettive condizioni di esercizio e la commutazione dal minor al maggior numero di giri può avvenire col minimo numero di contatti.

Il doppio motore per grue è particolarmente adatto per apparecchi di sollevamento rapidi con carichi variabili: è specialmente usato nelle grue dei porti dove il carico può variare da 1 a 3 tonnellate. Queste grue così equipaggiate aumentano la efficienza degli impianti dei porti e rappresentano perciò anche una notevole economia.

Il problema della riduzione di velocità si è presentato specialmente nelle grue di fonderia e di montaggio. Si è realizzata questa regolazione nelle grue a corrente continua mediante l'inserzione di resistenze in parallelo coll'indotto: questo costituisce il così detto «collegamento Meyer»: così si può regolare la velocità molto finemente e si è indipendenti dalle variazioni di carico. Invece con motori asincroni trifasi la diminuzione della velocità si deve ottenere in tutt'altro modo. La stessa casa tedesca ha ora introdotto un comando automatico, che consente di regolare in modo molto fine la velocità. Il motore viene inserito e disinserito semplicemente colla pressione di un interruttore a pedale o di un bottone. Fra la rete e l'avvolgimento statorico vengono inseriti tre relais per compiere le diverse operazioni di regolazione della velocità. Nel sollevare grossi pesi si può fare a meno delle regolazioni: per pesi medi basta inserire le resistenze accessorie. Per far scendere adagio grossi pesi si lavora contro corrente. Allora l'avvolgimento statorico viene collegato alla rete come nel periodo di sollevamento, però per mezzo dell'interruttore a pedale, la coppia viene indebolita.

Negli accessori lo sviluppo della corrente alternata ha reso più difficile il compito del tecnico, perchè gli avviatori automatici per i motori asincroni ad anelli non si possono costruire così semplicemente come gli avviatori automatici per corrente continua. Però col diffondersi dei motori asincroni a doppia gabbia il problema è stato notevolmente semplificato. Questi motori presentano un avviamento dolce e graduale che può essere opportunamente regolato con una resistenza trifase statorica di piccolo valore.

Il comando del ponte di una gru per mezzo di un unico motore non presenta difficoltà tecniche anche quando l'albero è molto lungo, però viene a costare molto. Si preferisce perciò di installare ad ogni piede del ponte della gru un motore e di comandare sincronicamente i motori senz'albero meccanico. Questo si può fare colla corrente alternata solo ricorrendo a speciali motori di sincronizzazione, due motori normali asincroni con rotore ad anelli, ciascuno dei quali è rigidamente collegato al motore di comando. A questo proposito bisogna ricordare il comportamento di due motori trifasi asincroni, i cui anelli sono fra di loro collegati. Se i motori sono caricati egualmente, al momento dell'inserzione entrambi i rotori si avviano in concordanza di fase. Se invece un motore è più caricato dell'altro, vi è uno sfasamento fra la tensione del primo motore e quella del secondo e si origina una differenza di tensione fra i due motori: questa determina allora una corrente di compensazione e perciò un momento sincronizzante che tende a caricare entrambi i motori egualmente. La tensione di rotore di un motore asincrono ha, come è noto, il suo massimo valore quando il rotore è fermo: se si inseriscono sulla rete due motori asincroni a scopo di compensazione, in modo che i rotori girino nello stesso senso col campo rotante, diminuiscono le tensioni rotoriche di entrambi i motori e anche le correnti di compensazione coll'aumentare del numero dei giri. Nello stesso modo diminuisce il momento di sincronizzazione e raggiunge minimi valori collo scorrimento minimo. Si può però evitare una diminuzione del momento di sincronizzazione coll'aumentare del numero dei giri facendo muovere i rotori dei motori di compensazione, che sono rigidamente accoppiati ai motori di comando, contro il loro campo ruotante. Se si suppone che un motore sia sovraccaricato del 100 % e l'altro non abbia carico, allora vi è sfasamento tra il motore sovraccaricato e il suo motore di compensazione da una parte e l'altro motore senza carico con relativo motore di compensazione dell'altra e si ha corrente di compensazione tra i due motori di comando: allora si carica il secondo motore. A cagione del collegamento tra gli anelli dei due motori di compensazione si ha lo stesso numero di giri per gli alberi del primo motore di compensazione e del secondo motore di comando e, a cagione dell'accoppiamento meccanico, anche per gli alberi del primo e del secondo motore di comando. Perciò devono questi due motori sviluppare la stessa potenza. Circa la grandezza dei motori di compensazione, essi devono essere proporzionati sempre per la metà della differenza dei carichi sui due piedi della gru. Si deve poi notare che i motori di compensazione servono puramente come albero elettrico per la trasmissione della forza da un motore di comando all'altro, ma non possono produrre momenti addizionali da aggiungere a quelli dei motori di comando.

Vi è poi il problema dell'accelerazione delle masse e della frenatura, che è specialmente importante per gru veloci. Anche qui si usa il comando singolo di ogni asse a mezzo di apposito motore. Il comando deve avvenire in modo che nè l'accelerazione nè la frenatura siano fatte troppo rapidamente. La miglior cosa è quella di far chiudere in corto circuito le resistenze di avviamento automaticamente: si usano perciò protezioni che sono sotto al controllo di regolatori di corrente: questi sono relais, le cui bobine sono percorse dalla corrente del motore e i cui contatti inseriscono le bobine della protezione di avviamento.

Un altro genere di impianti di trasporto, che si è sviluppato in questi ultimi tempi, richiede il sollevamento ininterrotto per mezzo di dispositivi continui; si devono allora installare, specialmente per ambienti umidi e polverosi, motori chiusi a perfetta tenuta.

T. S.

H. R. Rowland — **Il "cracking" degli olii minerali eseguito elettricamente.** (Elec. Eng., aprile 1931, pag. 288-290, 1 figura).

Molti tentativi sono stati fatti per ottenere il cracking degli olii minerali pesanti (ossia la scissione degli idrocarburi pesanti in altri di gruppi più leggeri) mediante l'arco elettrico oppure il fenomeno corona. Coll'arco le temperature che si raggiungono sono eccessive e ne deriva la formazione di prodotti inopportuni; coll'uso del fenomeno corona il calore sviluppato è insufficiente e ne deve essere fornito altro con mezzi diversi. Uno degli impianti più importanti di questo tipo è quello, in funzione da 13 anni a Kansas City il quale inizialmente lavorava col metodo della corona prodotta con circuiti ad alta frequenza. La produzione riusciva tuttavia poco conveniente dal lato economico e si avevano molti inconvenienti specialmente per la frequente rottura degli isolatori che si trovavano esposti a temperature dell'ordine di circa 500°.

L'A. che è stato recentemente incaricato di migliorare l'impianto riferisce sulle modificazioni apportate e specialmente sugli studi eseguiti per determinare il metallo più adatto per costituire il filo sul quale produrre la corona, e per trovare un tipo opportuno di isolatore. Le difficoltà furono soddisfacentemente superate facendo uso di fili di acciaio al nichel-cromo che vengono tesi lungo l'asse del tubo entro il quale si fanno avvenire le reazioni. Come isolatori si adottarono tubi di quarzo fuso, raffreddati con circolazione interna di olio. L'apparecchio viene alimentato a 33.000 V; la potenza assorbita da 5 tubi capaci di trattare complessivamente 1700 litri d'olio all'ora, è di circa 10 kW con fattore di potenza non superiore a 0,1. Non è ancora ben spiegato il meccanismo di intervento del fenomeno corona nell'operazione di cracking.

R. S. N.

CONDUTTURE.

O. Kalkuhl — **Conduttori e cavi per automobili, motociclette e velivoli.** (A. E. G. Mitteilungen, ottobre 1930, pag. 660-663, e illustrazioni)

I cavi per automobili, motociclette, e velivoli devono rispondere a esigenze particolarmente severe e devono quindi essere di tipo speciale.

Nelle automobili e motociclette è universalmente adottato l'impianto elettrico unipolare, con ritorno attraverso la massa metallica dello chassis. Per i velivoli non esiste ancora un sistema standard per l'illuminazione.

Per rispondere alle esigenze speciali il conduttore è generalmente costituito da numerosi fili di piccolo diametro, in rame stagnato ricoperto da un isolamento in gomma e da una treccia impregnata di una lacca speciale. E' indispensabile che i conduttori sieno sottili e flessibili, pur avendo un isolamento perfetto che sia inattaccabile dalla benzina e dall'olio, e insensibile al freddo. La qualità dei cavetti d'accensione contribuisce enormemente alla sicurezza dei motori, e per questo sono generalmente sottoposti a prove di resistenza alla perforazione molto severe.

Il costo e la sicurezza degli impianti elettrici possono essere molto avvantaggiati utilizzando delle serie dei cavi pronte per il montaggio, nelle quali i diversi conduttori sono riuniti in un cavo protetto da una treccia in filo verniciato. *A. Bs.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

M. Knoll — **Un piccolo raddrizzatore con ampolla ripiena di gas e con catodo di ossido incandescente.** (E. T. Z., N. 3, del 15 gennaio 1931, pag. 65).

L'A. ricorda che i piccoli raddrizzatori con ampolle piene di gas argon e catodo incandescente sono specialmente adatti per ottenere tensioni continue tra 10 e 5000 volt con intensità di corrente da 1 a 0,1 A. Essi presentano minima caduta di tensione, indipendente dal carico, il che consente di ottenere correnti istantanee assai elevate. Sono stati usati spesso per la carica di batterie di accumulatori.

Coll'introduzione degli apparecchi radio a corrente alternata è cresciuto il bisogno di piccoli raddrizzatori per tensioni continue da 100 a 300 volt di dimensioni ridotte e di poco prezzo. Da principio i raddrizzatori con ampolla nel gas non si poterono usare, perchè avevano durata limitata. Si potè per altro giungere in seguito a raddrizzatori di questo tipo di notevole durata e di basso prezzo. Per ottenere una lunga durata è necessario ottenersi nella costruzione delle ampolle a certe condizioni fisiche, specialmente per il catodo incandescente.

Il controllo del comportamento elettrico per mezzo dell'oscillografo conferma la favorevole influenza degli schermi sulla corrente di reazione e sulla caduta di tensione del raddrizzatore.

Per ampolle fino a 350 volt di corrente continua la durata è ancora buona, quando la piena tensione viene applicata contemporaneamente per il catodo incandescente e per l'anodo. La durata per questi tipi è di circa 3000 ore, se il carico di corrente continua viene applicato solo dopo che il catodo è caldo. Se invece il carico completo viene applicato a catodo freddo, come è il caso degli apparecchi radio, la durata del raddrizzatore per una media di 1000 inserzioni è di oltre 2000 ore. Per le ampolle oltre 350 volt la durata è naturalmente minore e si riduce a circa 1500 ore.

In questi raddrizzatori il catodo incandescente è costituito da un corto e spesso filo di tungsteno, attorno al quale è avvolto in forma spirale un filo metallico sottile, ad esempio di nickel. Un tale catodo, appena inserito, diventa subito uniformemente incandescente. La sostanza emittente è costituita da ossido di bario con alcune aggiunte che giovano a limitare la polverizzazione del catodo stesso. *T. S.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

J. Liston — **Alcuni cenni sullo sviluppo dell'Industria elettrotecnica nel 1930.** (Gen. Elec. Rev., gennaio 1931, da pag. 5 a pag. 92).

Gruppi turbo-generatori. — E' stata installata un'unità monoassica a tre corpi da 105.000 kW, 1800 giri, funzionante a 42 atm. e 385° con surriscaldamento intermedio a 400° ed è in costruzione un'unità gemella. Allo stesso tipo appartiene un gruppo da 150.000 kW, avente il corpo a bassa pressione sistemato a doppio scarico con quattro condensatori; questo gruppo funziona a 84 atm., 440°, con surriscaldamento pure a 440°. Nel campo delle turbine a un corpo sono notevoli due gruppi da 75.000 kW a 1500 giri e due da 80.000 kW a 1800 giri. Fra i gruppi monoassici a due corpi, sono degni di menzione due gruppi gemelli da 160.000 kW a 1800 giri, funzionanti a 28 atm. e 390°. La potenza massima raggiunta dalle turbine a 84 atm. ha subito un nuovo aumento con l'entrata in servizio di un gruppo a tre corpi separati, di cui uno ad alta pressione da 12.500 kW e due a bassa da 53.000 kW ciascuno. Al nuovo tipo di turbina a due corpi sovrapposti apartengono due unità da 50.000 kW, di cui una già in servizio, e due unità da 25.000 kW.

Turbine a vapore di mercurio. — L'impianto a vapore di mercurio da 10.000 kW nei nove mesi da febbraio ad ottobre ha dato i seguenti risultati: energia netta generata in 5030 ore di funzionamento: 97.283.270 kWh; consumo specifico di carbone 322 gr/kWh. In una prova a carico costante di 9500 kW (del solo generatore a mercurio) è stato trovato un consumo di 2469 cal/kWh, equivalenti a 310,6 gr e corrispondenti ad un rendimento globale del 34,8 %. Il consumo previsto era stato di 2520 cal/kWh. Sarà presto installato un nuovo impianto comportante un gruppo autonomo a mercurio da 20.000 kW che avrà un consumo di 2217 cal/kWh, equivalenti a circa 280 gr/kWh di carbone e corrispondenti ad un rendimento globale del 38,8 %.

Propulsione navale e ausiliari di bordo. — Durante l'anno furono infatti ultimati otto apparati motori turboelettrici per una potenza complessiva di 55.000 kW-asse, e ne furono messi in costruzione altri dieci per una potenza complessiva di 120.000 kW-asse.

Aviazione. — Furono perfezionati e studiati diversi strumenti per le aviolinee. Alla bussola magnetica è stato aggiunto un compensatore di rotazione, che corregge le errate indicazioni dovute al viraggio dell'apparecchio. In luogo dell'elica normale di azionamento della bussola magnetica, è stato felicemente adottato il comando a motore elettrico col vantaggio di non dover collocare lo strumento in posizioni obbligate dalla velocità relativa dell'aria. E' stata poi studiata e costruita una serie di strumenti elettrici comprendente un tachimetro, un indicatore di pressione e di temperatura d'olio provvisti di indicazione a distanza. Si è diffusa a tutti i tipi di apparecchi l'adozione dei supercompressori centrifughi con velocità da 15.000 a 25.000 giri al 1'. Si è ottenuta infine l'illuminazione esterna del velivolo con proiettori interni allo spessore dell'ala, tali da non alterarne le caratteristiche aerodinamiche.

Trazione elettrica. — Nel campo delle tramvie urbane, in conformità del bisogno sempre più sentito di maggiori velocità, di più rapide accelerazioni e di migliore frenatura, nel 1930 sono state messe in servizio o in allestimento 225 nuove motrici e installati 15 nuovi equipaggiamenti.

Nel campo degli autobus benzo-elettrici, 180 nuovi autobus sono stati forniti alla Public Service Coordinated Transport, che ha portato così a 1400 il numero totale delle sue unità in servizio, 62 altri autobus sono in via di completamento per altre città, grandi autobus a due piani sono entrati in circolazione a Baltimora.

Nel campo delle elettrificazioni ferroviarie, una delle più importanti in via di completamento è quella della Delaware, Lackawanna and Western Railroad; questa linea che verrà esclusivamente alimentata da raddrizzatori a vapore di mercurio distributi in cinque sottostazioni della potenza complessiva di circa 40.000 kW, sarà servita da 141 automotrici a comando multiplo a corrente continua, 3000 volt. Con risultati superiori alle previsioni si è iniziato nel giugno l'esercizio elettrico della Cleveland Union Terminal Railroad. E' stato pure inaugurato nell'anno il tronco elettrificato Filadelfia-Trenton della Pennsylvania Railroad, per la quale il programma completo di elettrificazione prevedè l'acquisto di ben 300 locomotori. Per l'altro grande progetto di elettrificazione della New York Central Railroad, sono già stati forniti 35 locomotori Diesel-eletrici con batteria di accumulatori; questa elettrificazione include pure la fornitura di 42 locomotori merci, dei quali sei sono già in costruzione. Altri dieci locomotori sono in allestimento per la New York, New Haven and Hartford Railroad, e quattro locomotori del tipo con motogeneratore sono stati consegnati alla Great Northern Railway. Con molta rapidità è stata proseguita la elettrificazione della Reading Company a Filadelfia per la quale è prevista la costruzione di 40 automotrici.

Nel campo dei locomotori Diesel-elettrici, nella zona di Chicago sono stati posti in servizio sette locomotori per manovra, per la Chicago and Northwestern Railway è stato fornito un nuovo locomotore da 440 kW, e per il Sud-America sono stati costruiti quattro locomotori da 185 kW.

Per le automotrici benzoelettriche si nota una certa tendenza ad accrescere gradualmente la potenza, in maniera da rendere possibile l'effettuazione di treni più lunghi, a velocità più elevate. Una ventina di tali automotrici sono state fornite nel 1930, unitamente a una decina di locomotori benzo-elettrici di manovra.

Sottostazioni di conversione per trazione. — Complessivamente nel 1930 sono stati posti in servizio circa 60.000 kW di raddrizzatori a vapore di mercurio e sono stati iniziati gli studi per l'installazione di altri 60.000 kW circa di tali macchine.

Alternatori per turbine idrauliche. — Alla fine dell'anno 1930 venne quasi completata la costruzione di uno dei cinque alternatori ad asse verticale da 77.500 kVA, 88,25 giri per l'impianto del Dnieper in Russia. Il peso di ciascuno di essi è di 880 tonn. e il peso del rotore di 455. Lo statore in lamiera saldata sarà spedito in sei sezioni con avvolgimento montato.

Un altro grande alternatore (47.000 kVA) è stato costruito per la centrale di Spier Falls della New York Power and Light Cko.; venne usato il sistema di ventilazione in ciclo chiuso con 12 refrigeranti d'aria. Il diametro esterno di 13 metri è superiore a quello degli alternatori della Russia. Il supporto di spinta combinato col supporto superiore di guida è del tipo a molle con sistema di lubrificazione funzionante senza uso di pompe.

Motori. — Si è dato il massimo sviluppo a nuove serie di motori a induzione normali, in tutte le grandezze, frequenze e tensioni più comuni.

Grande sviluppo ebbero i motori trifasi a collettore, nei quali si regola la velocità con caratteristica shunt, mediante lo spostamento delle spazzole.

Oltre ad una serie di motori sincroni a 600 giri da 15 a 40 kW per installazioni speciali, venne costruito un motore sincrono ad asse verticale a 100 poli da accoppiarsi direttamente a un polverizzatore di carbone. Si è potuto ottenere un'alta copia allo spunto e durante tutto il periodo di avviamento usando il metodo d'avviamento a tensione sopraelevata. Furono costruiti tre motori sincroni per raffineria di petrolio, completamente chiusi con tenute speciali attorno all'albero che permettono di avere nell'interno del motore una leggera pressione del gas inerte, il che diminuisce il pericolo d'incendio.

Comando fotoelettrico. — Lo sviluppo della cellula fotoelettrica fa sì che il comando fotoelettrico costituisca oggi un dispositivo di larga applicazione. L'apparecchio comprende, oltre alla cellula, la lampada ed il trasformatore di alimentazione, un relais a tubi a vuoto, che garantisce la istantaneità di funzionamento ed ha una potenza tale da poter far funzionare i più svariati dispositivi.

Laminatoi. — Per il comando di un laminatoio si sono costruiti un motore da 6000 kW a 40 giri e diversi motori sincroni fino a 2300 kW a 11.000 volt. La costruzione di questi motori è notevole non solo per l'elevata tensione ma anche per il fatto che sono previsti per l'avviamento diretto a piena tensione.

Saldatura elettrica. — Durante il 1930 ben 84 città degli Stati Uniti hanno modificato i loro regolamenti edilizi così da consentire l'uso della saldatura elettrica nelle costruzioni. Tra i più grandi edifici saldati è da ricordare in Dallas, il maggiore di tutti, a 19 piani.

Refrigerazione elettrica. — Vennero ideati due tipi di raffreddatori di acqua, ambedue del tipo a pressione, aventi il compressore, la camera raffreddante ed il rubinetto di erogazione chiusi in un armadio completamente di acciaio. Il compressore propriamente detto è chiuso ermeticamente, il motore non dà interferenze colla radio, e tutte le parti mobili del compressore sono lubrificate da un serbatoio permanente di olio incorporato nel compressore stesso.

Nei modelli più piccoli il condensatore è del tipo a raffreddamento di aria. Nei modelli più grandi invece esso è del tipo a raffreddamento di acqua con doppio serpentino a controcorrente, circondato da una camicia contenente una miscela antiruggine ed incongelabile. E' stato ideato anche un apparecchio per raffreddare uffici e locali di abitazioni ed un certo numero di essi venne già installato.

Ricerche scientifiche. — A partire dalla primavera fino all'autunno del 1930 sono stati eseguiti in diverse parti degli Stati Uniti degli esperimenti sugli effetti di scariche atmosferiche su sistemi di trasmissione, e sono stati raccolti 2000 oscillogrammi.

Con nuove esperienze condotte durante l'anno si è potuto applicare, nel campo dei raggi catodici, dei tubi a 500.000 volt, mentre la tensione massima prima raggiunta arrivava appena a 200.000 volt.

Applicazioni assai importanti di questi tubi a grande potenziale si hanno nella radiografia industriale, nella quale gli spessori del materiale da esaminare non devono influire sul risultato della prova.

Recenti scoperte nel campo medico hanno dimostrato che alcuni mali si possono curare uccidendone i germi per mezzo di febbre prodotta artificialmente. Il metodo impiegato per generare la febbre nel corpo umano consiste nel farlo attraversare da radiazioni ad altissima frequenza ad onde corte. L'apparecchiatura consiste di due tubi a 500 watt operanti ad una frequenza tra 10.000.000 e 14.000.000 di periodi, la cui energia è concentrata tra due dischi di alluminio, e di un raddrizzatore per cambiare la corrente alternata della rete di distribuzione in corrente continua da usare nei tubi generatori. I due dischi di alluminio sono ricoperti di materiale isolante in gomma, in modo da proteggere il paziente da eventuali scariche elettriche. I dischi sono montati sui fianchi di una incastellatura in legno rivestita da materiale isolante, disposta in modo che il paziente si può coricare in essa in posizione orizzontale.

Radio. — Vennero studiati vari complessi trasmettitori e precisamente fu costruito un amplificatore di potenza per onde corte con due valvole UV-858 collegate in push-pull; l'emissione è di 30 kW con onde di 14 metri e di 40 kW con onde di 100 metri; esso è costituito da due unità, una per le trasmissioni diurne e l'altra per quelle notturne; la frequenza è stabilizzata mediante l'inserzione nel circuito del cristallo di quarzo. Fu anche costruito un trasmettitore ad onde corte (15-20 metri) con emissione di 1 kW per installazioni di bordo o per stazioni costiere: esso utilizza valvole schermate ed è pure provvisto di controllo di frequenza con cristallo di quarzo. Fu studiata altresì una trasmittente da 2 kW a media lunghezza d'onda (545 a 1580 metri) per comunicazioni fra aeroporti e velivoli. Menzione meritano ancora speciali equipaggiamenti radio-telefonici e radiotelegrafici per aeroplani con emissione di 50 watt, un amplificatore per aumentare la potenza di stazioni diffonditrici esistenti, nonchè un amplificatore portatile per la trasmissione di avvenimenti svolgentisi fuori dallo studio. Furono eseguiti riusciti esperimenti su onde corte con antenna trasmittente direttiva e antenna ricevente antifading comunicando con la California e con l'Australia.

Televisione. — Venne per la prima volta utilizzata la televisione per rappresentazioni in un teatro su di uno schermo di m 1,80 per m 2,30. Mediante l'impiego di una speciale valvola deviatrice del fascio luminoso inserita sul circuito ricevente fu possibile utilizzare una sorgente di luce molto potente.

Telefonia a onde convogliate. — Venne studiata una nuova serie di apparecchi « duplex » per aumentare le possibilità dei dispositivi automatici e per facilitare il collegamento con le linee telefoniche esistenti. Il nuovo equipaggiamento da 7,5 watt ha un raggio d'azione da 150 a 250 km ed è alimentato dalla linea a corrente alternata attraverso una valvola raddrizzatrice a vapore di mercurio.

Tubi a vuoto. — In seguito alla estesa applicazione dei Thyratron, è stata costruita una serie completa per correnti da 1/2 a parecchie centinaia di ampere per controllo di potenze fino a 450 kW. Con un nuovo tipo di valvola Magnetron funzionante in un campo magnetico si ottenne una erogazione di 10 watt a 400.000 kc e con un modello a raffreddamento ad acqua una potenza di 1 kW a 100.000 kc.

Trasformatori. — E' stata notevole, durante il 1930, la richiesta di trasformatori ed autotrasformatori non risonanti.

Sono state costruite 33 unità di questo tipo e più di metà, per una potenza complessiva di circa 765.000 kVA, per servizio su linee a 220 kV. Fra i trasformatori di più grande potenza è notevole un autotrasformatore da 100.000 kVA, 12.000/24.500 volt, il cui secondario alimenta due sistemi distinti di sbarre.

Nei trasformatori con variazione del rapporto sotto carico, è stato studiato un sistema economico, per corrente fino a 400 ampere e per tensione di esercizio massima di 15.000 volt, applicabile perciò quando la potenza in gioco è relativamente piccola.

E' interessante notare che l'applicazione dell'apparecchiatura per la variazione sotto carico del rapporto è spesso effettuata anche su trasformatori che non alimentano reti di distribuzione; sono stati così costruiti due trasformatori da 5800 kVA per alimentazione di commutatrici per applicazioni elettrolitiche. La bassa tensione può variare fra 258 e 196 volt, essendo l'intervallo totale di regolazione diviso in 17 gradini.

Fra i trasformatori in aria con raffreddamento mediante ventilazione forzata, è notevole un'unità a 60 periodi con tensione secondaria di 30 volt e corrente di 150.000 amp. L'aria circola assialmente lungo la gamba centrale del nucleo e radialmente fra le bobine.

Per essere derivato su sistemi a 110 kV è stato costruito un trasformatore monofase a potenza limitata come è richiesto per servizi rurali. Tale unità è isolata per 132 kV di esercizio e si è potuto ridurre l'ingombro in altezza progettando opportunamente l'avvolgimento e connettendo l'isolatore, che è naturalmente di dimensioni notevoli, con l'estremità inferiore della colonna.

Notevole, in questo campo, è stata la costruzione di un reattore per 4000 kVA, 9300 volt di caduta su 430 ampere, da inserire per produrre una caduta del 10% nel sezionalizzare un sistema di sbarre per 120.000 kVA a 161.000 volt. Sono interessanti anche 18 reattori attualmente in costruzione per 7340 kVA, 2680 amp., 2640 volt per dare il 16,5 % di caduta di un sistema a 27.600 volt, con 133.000 kVA.

Separatori a valvola. — Nei tipi in olio fu studiata una nuova disposizione dei contatti, allineantisi automaticamente, la quale diede ottima prova. Nei tipi ad espulsione si è studiata l'applicazione di questi apparecchi a linee di distribuzione rurale, a 15.000 volt.

Cavi ad alta tensione. — Fu costruito un dispositivo per leggere la pressione nei giunti, sia del tipo solido che in olio, senza essere costretti ad entrare nell'interno del passo d'uomo. Fu sviluppato un sistema completo di cavi ed accessori, del tipo in olio per 66 kV. Fu costruito un cavo ad un conduttore, per 132 kV e per 1200 amp. (275.000 kVA). Questo è il maggior cavo per trasporto di energia sinora costruito, e serve per un collegamento tra centrale e sbarre. Fu anche duplicato il cavo a 132 kV, 150.000 kVA per la Commonwealth Edison Co.

Equipaggiamenti di prova. — Per l'Istituto Elettrotecnico di Leningrado è stato costruito un complesso di prova, che darà in definitiva una tensione di oltre 2 milioni di volt, richiedendo sei trasformatori in cascata di 350 kV.

Per la prova ad alta tensione dei cavi sotterranei sotto carico alla normale temperatura è necessario un trasformatore che dia una forte corrente a bassa tensione, ma che sia isolato per tutta la tensione di prova; per questo è stato costruito un trasformatore per 1000 amp., 175 volt, 60 periodi, che agisce in un circuito a 250 kV ed è stato provato a oltre 500 kV.

Gli equipaggiamenti di prova per cavi a corrente continua ad alta tensione con raddrizzatori del tipo a tubi a vuoto sono stati adottati come equipaggiamenti normali dalla maggior parte delle centrali. Uno di questi ha sei tubi kenotron ed è per 250 kV, 0,25 amp. con rettificazione di mezza onda; si può anche ottenere 100 kV, 0,5 amp. oppure 50 kV, 1 amp. con rettificazione dell'onda completa.

Apparecchiatura e quadri. — La National Tube Company ha fatto eseguire sei sottostazioni automatiche comprendenti tre gruppi di conversione da 1000 kW e 6 da 1500 kW, tutti a 250 volt.

Per gli interruttori in olio è stato studiato un nuovo tipo di meccanismo a scatto libero per comando a mano di interruttori in olio trifasi in cassa unica.

Per la rapidissima protezione contro corti circuiti fra le fasi di una linea o di linee parallele è stato studiato un tipo di relais direzionale a distanza funzionante sul principio della reattanza. E' stato pure studiato un nuovo relais di sovracorrente a induzione ad azione ritardata. E' stato realizzato anche un relais termico agente per le variazioni di temperatura delle macchine attraverso i revelatori interni per protezione contro i sovrariscaldamenti dovuti a sovra correnti. Per la protezione di linee parallele è stato costruito un relais per corrente equilibrata che agisce in 0,008 di secondo.

Strumenti. — E' stato costruito un piccolo oscillografo completamente chiuso e portatile. Sul coperchio sono montati tutti i dispositivi di comando. L'energia richiesta può essere fornita da un circuito luce a corrente alternata a 110-120 volt.

E' stato studiato altresì un potenziometro di alta precisione con un'ampiezza di misura di 2,1 volt: tasti di interruzioni, bobine, reostati, sono montati sul coperchio.

Illuminazione. — Si sono costruite lampade fino a 500 watt con smerigliatura interna, lampade speciali per l'eccitazione delle cellule fotoelettriche, e per i proiettori da teatro. Si è costruita la lampada « fotolampo » per sostituire i lampi al magnesio, costituita da un sottile foglio di alluminio in atmosfera di ossigeno chiusa entro il bulbo di una lampada. Il filamento serve ad incendiarla. Funziona con qualsiasi tensione e sostituisce il lampo al magnesio.

L'illuminazione stradale ha al suo attivo l'impianto di New Orleans dove per alcune vie si sono raggiunti circa 4000 lumen per metro lineare, e quello di Detroit, dove si arriva fino a cinque kW per ogni candelabro.

Nel campo della illuminazione di aeroporti si sono avuti notevoli progressi.

C. G. E.

IDRAULICA.

A. Rampazzi — **Le dighe di ritenuta in Italia - Notizie e cenni generali sulle opere in corso al 1° aprile 1931.** (A. LL. PP., giugno 1931, da pag. 473 a pag. 511 con 27 fig.).

Le dighe di ritenuta in Italia, sono 188, di cui 33 in costruzione (al 1° aprile 1931). A seconda del tipo adottato esse sono così ripartite: tipo a gravità n. 120, ad arco n. 21, in pietrame a secco n. 19, in terra n. 18, a pareti sottili sostenute da speroni n. 9, misto n. 1. Il

volume complessivo di invaso utile è di 1.212,646 milioni di m³ per le 155 dighe ultimate e 339,976 milioni di m³ per le 33 dighe in costruzione. L'Ing. Rampazzi, Presidente della 3ª Sezione del Consiglio Superiore dei LL. PP. nella sua comunicazione tratta, specialmente per le dighe più recenti, dei metodi di calcolo, delle attrezzature dei cantieri, dei materiali impiegati, dei giunti di dilatazione e delle perdite d'acqua, ed espone varie notizie sull'esecuzione di diverse dighe fra le più importanti recentemente ultimate o in corso di costruzione. La memoria è completata da un elenco supplementare delle dighe, aggiornato al 1° aprile 1931 in aggiunta a quello pubblicato nel fascicolo quarto degli A. LL. PP. del 1929, e contiene numerose tavole fuori testo con molte fotografie delle più recenti dighe. *L. G.*

CAMICHEL, LECLERC DU SABLON e ESCANDE — **Esperienze sulle condotte forzate della Centrale di Miégebat (Alti Pirenei).** (G. C. N. 16 e 17 del 18 e 25 aprile 1931, da pag. 391 a pag. 395 e da pag. 420 a pag. 424 con 8 fig.).

La Compagnie des Chemins de fer du Midi ha realizzato lo sfruttamento della Valle dell'Ossau (Pirenei) mediante tre centrali successive, di cui quela intermedia, detta di Miégebat, comprende cinque gruppi da 7.500 kW ciascuna. Essa sfrutta un bacino di 126 km² ed un salto di 380 m .Le tre condotte forzate che alimentano le turbine hanno un diametro interno di 1,20 m. Le due condotte laterali formano i due rami del collettore chiudendosi ad U e la condotta centrale si raccorda nel mezzo ad uno dei rami. La direzione generale del collettore è normale a quella delle condotte.

Gli AA. espongono lo studio sperimentale da loro effettuato su questo collettore e su modelli espressamente costruiti nel laboratorio d'idraulica dell'Istituto di Tolosa. Premesso un richiamo sulle leggi della simiglianza meccanica, e ricordata la formula che dà la perdita Δp di pressione, in regime turbolento:

$$\Delta p = \rho V^2 \varphi (N)$$

dove ρ è la densità, V la velocità e N il numero di Reynolds, gli AA. hanno determinato per le varie parti del collettore (gomiti, tratti rettilinei, tubi Venturi) la funzione $\varphi (N)$. Le esperienze sono state condotte, oltre che sul collettore stesso, su tre diversi modelli in bronzo, a pareti perfettamente liscie, che riproducevano il collettore alla scala 1/48, 1/24 e 1/12. Mentre per i tre modelli le leggi della somiglianza sono verificate, le esperienze sul collettore della centrale hanno dato specialmente nei tratti rettilinei dei valori di $\varphi (N)$ assai più elevati di quelli forniti dalle esperienze su modelli. Anzi risulta che le perdite di carico sia nei tratti rettilinei che nei tratti curvi sono superiori a quelle previste dalle formule di Lévy e di Rankine, per i tubi rugosi. Le differenze fra modelli e originale sono dovute appunto alla scabrezza delle pareti delle condotte, (la cui influenza è particolarmente sentita nei tratti rettilinei); e il rilevante valore delle perdite di carico è dovuto all'interferenza reciproca dei molti punti singolari (gomiti, e tubi Venturi).

Gli AA. hanno poi determinato la funzione $\varphi (N)$ per un gomito brusco ad angolo retto operando su modelli e con liquidi di varia viscosità, in modo che N variasse fra limiti amplissimi: da 6 a 500.000.

Per valori di N compresi fra 10.000 e 500.000 la funzione $\varphi (N)$ rimane pressochè costante.

Gli AA. terminano con le seguenti conclusioni:

a) Gli studi su modelli ridotti, a pareti liscie, devono essere estesi fino a valori del numero di Reynolds per i quali la funzione arrivi ad un valore sensibilmente costante: questo valore deve allora essere moltiplicato per un coefficiente empirico di maggiorazione destinato a tener conto della rugosità delle pareti e dei difetti di fabbricazione, per rappresentare il valore da adottarsi per l'opera.

b) Le formule delle perdite di carico danno, anche con l'impiego di coefficienti corrispondenti a forti rugosità, dei risultati inferiori al vero, a causa delle azioni reciproche dei diversi elementi del collettore. La differenza è tuttavia molto minore per i gomiti, che non per i tratti rettilinei. *L. G.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

N. GOLDSTERN - F. PUTNOKY — **Nuove esperienze circa la migliore illuminazione nelle tessiture.** (L. u. L., 11 e 25 dicembre 1930, 8 e 22 gennaio 1931, pag. 1231-1234 e 1277-1280, 5-9 e 25-28, 27 fig.).

L'Istituto per le ricerche industriali fisico tecniche di Berlino in collaborazione con la Osram, ha condotto, durante due anni, una serie di esperienze intese a determinare l'influenza del livello e dei vari metodi di illuminazione su una delle più comuni operazioni industriali: la tessitura. Le esperienze furono fatte in due tempi. Dapprima ne furono organizzate molte in laboratorio (gli AA. descrivono dettagliatamente indiretto, il sistema diretto con riflettori a coppia profonda ed il sistema indiretto, il sistema diretto con riflettori a copia profonda ed il sistema di illuminazione unidirezionale. Si può dedurre così che, innalzandosi il livello d'illuminazione, si ha un incremento nel rendimento quantitativo e qualitativo dell'operaio e resta confermato la nota legge che si hanno più forti incrementi relativi nel rendimento per uguali incrementi nei bassi livelli d'illuminazione. Inoltre il rendimento aumenta man mano che diventa più forte il contrasto di splendore fra oggetto in lavorazione e sfondo, segnatamente nel caso in cui l'oggetto è più scuro dello sfondo. Infine, col sistema d'illuminazione unidirezionale, producente plastici effetti di luce, si avevano migliori risultati che nei casi in cui si adoperavano gli altri due sistemi d'illuminazione. Tuttavia, agli alti livelli d'illuminazione, il sistema a luce indiretta può tornare più vantaggioso.

Si scese quindi sul terreno della pratica facendo una serie di esperienze nelle condizioni normali di lavoro di una tessitura. Poichè gli AA., dagli esperimenti di laboratorio, avevano concluso che il sistema d'illuminazione unidirezionale dava, teoricamente, i migliori risultati, tale sistema fu l'unico ad essere adoperato nella seconda fase delle esperienze. Dopo aver descritte queste, gli AA. possono trarre delle importanti conclusioni (fra cui notevoli quelle relative alla velocità di lavoro ed al rendimento dell'operaio) ed istituire un calcolo di massimo tornaconto da cui emerge chiaramente che l'intensità d'illuminazione più conveniente in una tessitura è intorno ai 700 lux. *G. Co.*

E. DARMOIS — **L'illuminazione con tubi a luminescenza.** (Tech. Mod., 1 Marzo, 1931, pag. 145-149, fig. 7).

Nei tubi a catodo freddo, alimentati a corrente continua, la tensione minima perchè abbia luogo la scintilla fra gli elettrodi, quando questi sono piani e paralleli e non molto lontani tra di loro, è, secondo Paschen, funzione soltanto del prodotto della pressione p esistente nell'interno del tubo per la distanza d degli elettrodi; al disopra di un valor minimo di tensione si ha press'a poco $V = A + C\ pd$. Il neon presenta il valore più piccolo di C, quindi è più facile produrre scintille a pressione elevata in esso che in altri gas.

Si ha una colonna luminosa positiva che si stacca dall'anodo per quasi tutta la lunghezza del tubo, segue, dopo uno spazio oscuro, di Faraday, una zona luminosa negativa, che lo spazio oscuro di Crockes separa dal catodo. Il campo elettrico varia bruscamente all'anodo, è costante lungo la colonna positiva, scende nello spazio di Faraday fino ad un minimo nella luce negativa, risale di colpo al catodo, conseguentemente si ha una forte caduta di potenziale all'anodo, una ancor più notevole localizzata al catodo ed una lineare lungo la colonna positiva, che è quella utile. Per tubi al neon funzionanti come in pratica con corrente alternata, nei quali cioè s'invertono ad ogni semiperiodo le veci degli elettrodi, si ha una caduta complessiva su questi di 350 volt, contro 650 V per metro di tubo. Non è quindi possibile avere tubi a bassa tensione, e per ottenere un discreto rendimento occorrono tubi molto lunghi.

La scarica si spiega con un inizio di ionizzazione prodotta da emissione di elettroni al catodo, ma il meccanismo di questa e le condizioni dell'ionizzazione nelle varie parti del tubo non sono chiare.

Nei tubi a catodo caldo questo è portato all'incandescenza, l'emissione di elettroni avviene per fenomeno termoionico, non si ha quindi la forte caduta di potenziale catodica ed è possibile avere tubi al neon anche a soli 110 V.

Si usano disposizioni analoghe a quelle usate nei raddrizzatori a vapore di mercurio; si hanno, per es., due anodi vicini collegati ognuno ad una estremità del secondario di un autotrasformatore, mentre il catodo è collegato al punto di mezzo. Per l'accensione è derivato agli estremi del tubo un circuito con una forte induttanza e un interruttore a mercurio, che si apre subito dopo la chiusura dell'interruttore principale, dimodochè l'energia immagazzinata nel campo magnetico della bobina genera agli elettrodi del tubo una elevata tensione istantanea sufficiente per iniziare la scarica. A causa della forte deformazione delle curve di tensione e corrente, tutti questi apparecchi presentano fattori di potenza molto bassi, dell'ordine di 0,4.

L'irradiazione luminosa si spiega ammettendo che per l'emissione iniziale di elettroni si formino atomi instabili, che contengono alcuni elettroni in orbite più allontanate dal nucleo delle normali; il ritorno su queste ultime degli elettroni, dà luogo alla liberazione di energia luminosa. *S. S.*

J. WETZEL — **Studio del rendimento dei riflettori e dei diffusori.** (Lux, ottobre e dicembre 1930, da pag. 136 a 138 e pag. 170, 4 fig.).

Compito dell'apparecchio è quello di dirigere il flusso luminoso emesso dalla lampada sul piano utile. L'entità del flusso utile dipende dal «coefficiente di utilizzazione» che può essere considerato come il prodotto del «rendimento dell'apparecchio» (valore del rapporto tra il flusso emergente dall'apparecchio ed il flusso emesso dalla lampada) per il «rendimento dell'installazione» (valore del rapporto tra il flusso utile ed il flusso emergente dall'apparecchio).

L'A. espone il modo con cui si può determinare il rendimento di un apparecchio, quando siano noti i coefficienti di assorbimento, di riflessione e di trasmissione del materiale di cui è formato l'apparecchio stesso. Dallo studio di alcuni casi particolari ne trae argomento per risalire ad una formula di carattere generale che permette di determinare il rendimento di un apparecchio e per tracciare un abaco da servire al medesimo scopo. *G. Co.*

IMPIANTI.

M. BARRÈRE — **La centralizzazione dei comandi del riscaldamento nella centrale di Issy - Les Moulineaux.** (Tech. Mod., 1 aprile 1931, pag. 218-221, fig. 5).

La centrale ha quattro caldaie di 1800 m², riscaldate a polverino. Si sono scelti come parametri indipendenti di regolazione il volume totale d'aria primaria e secondaria, il rapporto di questi due volumi, la quantità di carbone, la pressione nella camera di combustione. In

un unico posto centrale si hanno gli strumenti registratori ed indicatori delle variabili fondamentali, gli organi di comando ed inoltre apparecchi di misura delle altre grandezze più importanti. Le misure di portata sono ricondotte a misure manometriche; l'indice degli strumenti trascina un cursore lungo un reostato, il rapporto delle due frazioni di questo così determinate è letto al posto centrale mediante un galvanometro differenziale.

La regolazione dei parametri fondamentali si ottiene modificando, mediante variazioni della tensione di alimentazione ottenuta con gruppi devoltori survoltori, il numero dei giri dei motori dei distributori di carbone e dei ventilatori di aria secondaria e di tiraggio; il motore del ventilatore d'aria primaria è regolato col reostato di campo. Le variazioni dei diversi parametri possono essere effettuate separatamente o simultaneamente mediante un unico controller.

Si potrebbe con facilità passare al funzionamento automatico rendendo gli apparecchi di comando dipendenti dagli strumenti di misura, ma non paiono probabili grandi vantaggi. *S. S.*

J. Grabscheid — **Un metodo analitico per studiare il progetto di una centrale idroelettrica dal punto di vista economico.** (E. u. M., 25 gennaio 1931, pag. 68).

Sono fondamentali, agli effetti della determinazione della potenza da installare in una centrale, i diagrammi di utilizzazione giornaliera ed annua dell'energia che l'impianto è chiamato a fornire. Il secondo diagramma si può ottenere dal primo portando come ordinate le ore di utilizzazione e come ascisse il carico corrispondente. Il diagramma che ne consegue si può rappresentare con molta approssimazione, come dimostra l'A., mediante una parabola con equazione della forma:

$$y = a x^2 + b x + C$$

dove y rappresenta il tempo in ore, $x = \frac{\text{kW}}{1000}$ ed i coefficienti a, b, c, si possono ricavare col metodo dei minimi quadrati. L'energia annua fornita E si potrà dedurre integrando la suddetta equazione, ottenendo:

$$E = a\frac{x^3}{3} + \frac{b x^2}{2} + c x + k$$

dove la costante di integrazione k si potrà dedurre facilmente conoscendo le costanti a, b, c.

Il costo della centrale P si può esprimere con molta approssimazione come una funzione lineare della potenza x:

$$P = a_1 x + b_1$$

ed il costo per kWh con:

$$\frac{P}{E} = \frac{a_1 x + b_1}{\frac{a x^3}{3} + \frac{b x^2}{2} + c x + k} = f_1(x).$$

Il minimo costo del kWh si ha per la potenza x deducibile dall'equazione differenziale:

$$\frac{d f_1(x)}{d x} = 0$$

con la condizione che sia:

$$\frac{d^2 f_1(x)_{\min}}{d x^2} > 0.$$

Da queste equazioni si può ricavare il valore di x, che consente l'installazione più economica.

L'A. applica il metodo ad un esempio pratico. *V. D. Ma.*

MACCHINE A COLLETTORE.

J. J. Rudra - M. Walker — **La teoria e la pratica dei compensatori di fase.** (J. I. E. E. Londra, aprile 1931, pag. 445-469 e discussione fino a pag. 489, N. 52 figure).

I compensatori di fase applicabili ai motori asincroni per correggere il fattore di potenza si possono raggruppare in due classi: 1) generatori di una f.e.m. alternativa dipendente in valore dalla corrente rotorica del motore ed avente uno sfasamento costante, essi sono detti dagli AA. «expedor»; 2) generatori di una f.e.m. alternativa dipendente in valore dalla tensione a circuito aperto del rotor ed avente uno sfasamento prefissato, essi agiscono sulla corrente di magnetizzazione del motore e sono chiamati dagli AA. «susceptor». Appartengono al primo gruppo i seguenti tipi di compensatori: l'anticipatore di fase del Leblanc con avvolgimento di eccitazione in serie e quello senza avvolgimento di eccitazione, il vibratore di Kapp; di questi tre tipi soltanto il primo permette di regolare l'anticipo della f.e.m. rispetto alla corrente rotorica del motore, di solito l'anticipo è di 30° e viene realizzato fissando la posizione delle tre spazzole sul collettore a lamelle del rotor nella posizione adatta, le tre spazzole sono poi collegate agli anelli del motore asincrono. L'anticipatore del Leblanc è in sostanza un motore in serie capace quindi di sviluppare una coppia; per farlo girare in senso opposto alla coppia bisogna collegarlo o con un motorino ausiliario oppure con lo stesso motore che si vuol rifasare. Gli altri due tipi di rifasatori danno una f.e.m. che è in anticipo sempre di 90°.

Appartengono al secondo gruppo: i convertitori di frequenza ed i regolatori di tensione ad induzione. Un convertitore di frequenza può essere costituito dal rotor di un motore a corrente continua con tre spazzole sul collettore a lamelle e un collettore ausiliario a tre anelli. La corrente a frequenza di linea arriva agli anelli del rotor e poichè questo è collegato meccanicamente col rotor del motore, dalle spazzole del collettore a lamelle si raccoglie una corrente di frequenza eguale allo scorrimento del motore e che può quindi esser iniettata nel rotor di questo; la f.e.m. prodotta da questa macchina è praticamente costante quando sia costante la tensione applicata sulle spazzole del collettore a lamelle. Il regolatore ad induzione permette di realizzare una soluzione più semplice, soltanto bisogna disporre sul rotor del motore asincrono un collettore a lamelle in modo da uguagliare la frequenza delle correnti indotte nel rotor a quella di linea così da permettere il collegamento diretto fra i secondario del regolatore di tensione e le spazzole del motore asincrono; la regolazione dell'anticipo è compiuta spostando il rotor fermo del regolatore di tensione.

Dopo una breve trattazione teorica dei due tipi di rifasatori gli AA. riferiscono di alcune prove eseguite su di un gruppo costituito da un motore asincrono da 37 kW e 50 periodi/secondo ed un rifasatore Leblanc con avvolgimento in serie. Per ogni valore della coppia sull'albero del motore asincrono esiste una velocità del rifasatore alla quale la corrente assorbita dal motore è minima ed il $\cos\varphi = 1$; il minimo della corrente ed il massimo del fattore di potenza sono più accentuati quando il motore funziona a carico ridotto. In pratica però non è necessario far girare il rifasatore a velocità diverse in relazione al carico del motore, si preferisce scegliere una velocità del rifasatore che permette di portare all'unità il fattore di potenza in corrispondenza del carico normale del motore. Il funzionamento del motore asincrono compensato può ancora essere rappresentato mediante il diagramma di Heyland dove però il centro della circonferenza va portato molto più in alto sull'asse delle ascisse tanto che la circonferenza risulta intersecata dall'asse delle ordinate. Tenendo poi conto di tutti gli elementi che hanno influenza sul funzionamento del motore asincrono si trova che il diagramma di Heyland è in realtà rappresentato da una curva policentrica: quando il rifasatore è un «expedor» tutti i centri si trovano su una retta verticale, quando invece è un «susceptor» i centri si trovano su un'ellisse molto allungata e con l'asse maggiore parallelo alle ascisse. La reattanza e la resistenza dell'avvolgimento del rifasatore hanno pure una notevole influenza sul valore del $\cos\varphi$ del motore specialmente con carico variabile: in generale però conviene di più ridurre al minimo la resistenza del rifasatore anzichè preoccuparsi di ridurre la reattanza.

Nella discussione che fece seguito a questa comunicazione furono esposte alcune considerazioni interessanti sull'opportunità di sostituire i due nomi di «expedor» e di «susceptor» con quelli più comuni di «serie» e «parallelo» in quanto il funzionamento di un rifasatore in serie è regolato dalla corrente rotorica del motore mentre il funzionamento del rifasatore in parallelo è regolato dalla tensione generata nel medesimo avvolgimento rotorico. Un altro modo di correggere il fattore di potenza di un motore asincrono è di mettere in serie con gli avvolgimenti dello stator dei condensatori di grande capacità. Il motore sincronizzato costa sempre meno del motore con rifasatore di eguale potenza, la differenza è ancora più sensibile se invece di una dinamo per l'eccitazione del rotor si adopera un raddrizzatore di modesta potenza e di funzionamento automatico. *I. L.*

MISURE.

I. Dalchau — **Metodo per determinare la resistenza elettrica dei tronchi di linea nelle ferrovie elettriche con terza rotaia.** (El. Bahnen, N. 1, gennaio 1931).

Per misurare la resistenza elettrica della linea d'alimentazione di una ferrovia a terza rotaia, si presenta spontanea l'idea di collegare fra loro direttamente la terza rotaia col binario ad una determinata distanza dal punto nel quale vengono misurate la tensione fra due poli del circuito e la corrente che percorre quest'ultimo. E' facile rilevare che con questo procedimento, la resistenza per km non si mantiene costante ma cresce col diminuire della distanza fra il punto di collegamento della terza rotaia con il binario ed il punto in corrispondenza del quale vengono effettuate le misure. Questo fenomeno va attribuito alla dispersione fra terza rotaia e binario che equivale ad una diminuzione di resistenza apparente la quale va a compensare l'aumento della stessa dovuto all'aumento della lunghezza della linea. Si nota, infatti, che la resistenza totale della linea, a partire da una determinata lunghezza critica (funzione delle caratteristiche dell'impianto e delle condizioni atmosferiche), rimane costante. La misura diretta, quindi, non conduce a risultati attendibili: è necessario ricorrere ad un metodo indiretto per valutare la resistenza per km di linea.

Il procedimento comporta il tracciamento della curva $R_0 = f(l)$ che esprime, cioè, la resistenza apparente in funzione della distanza l fra punto di collegamento fra rotaia di contatto e binario ed il punto nel quale vengono effettuate le misure. Questa curva può essere tracciata per punti mediante tre o quattro misure, notando che oltre una distanza l di $10 \div 15$ km, R_0 si mantiene costante ed eguale a

$R_{0\,max}$. L'A., dimostra che, noto $R_{0\,max}$, la resistenza unitaria r_0 si può ottenere dall'espressione:

$$r_0 = \frac{R_0^2{}_{max}}{1,45\ F}$$

dove F rappresenta l'area compresa fra la curva $R_0 = f(l)$, l'asse delle ordinate e la retta parallela all'asse delle ascisse alla distanza $R_{0\,max}$. La resistenza r_0 può essere calcolata anche tenendo presente che essa è proporzionale al coefficente angolare della tangente alla curva $R_0 = f(l)$ nell'origine.

Per ottener risultati molto approssimati, è necessario effettuare le misure con alcune cautele. In modo particolare, è consigliabile eseguire le misure almeno per tre lunghezze diverse, ripetendo ogni misura almeno due volte, ed assicurarsi che correnti vaganti non vengano a falsare le misurazioni. E' necessario, inoltre, tener calcolo della resistenza dei cavi che collegano le rotaie con gli strumenti di misura ed, al tempo stesso, curare che il collegamento fra terza rotaia e binario sia fatto bene. La corrente per le misure non deve essere eccessivamente ridotta; è conveniente ch sia compresa fra 10 e 60 A. L'A. riporta i risultati del calcolo effettuato per una ferrovia con due terze rotaie e 4 binari. Una tabella riporta i valori trovati per la resistenza unitaria dell'intera linea, di ciascuna terza rotaia, della linea di ritorno (binari) ed, infine, la dispersione fra terze rotaie e binari. *V. D. Ma.*

E. FAWSSET — **Gli strumenti elettrici integratori.** (J. I. E. E., Londra, aprile 1931, pag. 545-551, N. 11 figure).

Nuovi perfezionamenti sono stati introdotti nella costruzione degli amperometri a mercurio. Le calamite di freno sono ora fatte di acciaio al cobalto e sono totalmente chiuse in un blocchetto di bachelite; uno shunt magnetico, a permeabilità variabile con la temperatura, applicato alle due calamite permette di correggere le variazioni della costante dello strumento prodotte dalla temperatura ambiente. L'errore di questo strumento non supera mai l'1,5 % da pieno carico ed 1/20 del medesimo; lo strumento è specialmente adatto per essere impiegato nei paesi caldi.

La velocità del disco nei contatori monofasi ad induzione è stata ridotta a 25 ÷ 30 giri/minuto, sembra con notevole vantaggio per la durata dei sopporti di agata; le calamite di freno sono frequentemente in acciaio al cobalto, esse risultano più leggere e meno ingombranti dei tipi normali. Per alleggerire il contatore si usa anche montare tutte le parti attive dello strumento su una base di bachelite anzichè di metallo. I perni di acciaio del disco sono immersi in una goccia d'olio unicamente per impedire la loro ossidazione a contatto con l'aria. Uno speciale shunt magnetico, fatto con un'asta bimetallica, inserito fra le bobine voltmetriche ed amperometriche del contatore corregge la coppia attiva dello strumento quando la temperatura ambiente subisce delle variazioni molto sensibili.

Per le misure sulle linee ad alta tensione si usano ancora i trasformatori di tensione e di corrente con nucleo di lamierini di ferro al silicio; l'impiego del permalloy non si è ancora esteso molto nella costruzione dei riduttori di corrente per il suo alto prezzo; si preferisce ridurre la corrente secondaria da 5 a 1 ampere (ed anche 0,5 ampere) in modo da ridurre anche gli errori di rapporto e di fase. Gli strumenti montati nelle centrali elettriche collegate con la Rete Nazionale Inglese di distribuzione dell'energia sono stati studiati in modo da permettere anche la totalizzazione dell'energia inviata anche su circuiti diversi: ogni contatore d'energia è accoppiato con un generatore di impulsi elettrici, il numero degli impulsi emessi nell'unità di tempo è sempre proporzionale alla velocità del disco; gli impulsi provenienti dai diversi contatori fanno capo all'apparecchio di totalizzazione dove vengono contati meccanicamente.

La misura della potenza reattiva di un circuito trifase è relativamente facile poichè la tensione di linea fra due fasi di un sistema collegato a stella è sempre in quadratura con la tensione della terza fase: basta quindi mettere la bobina amperometrica di un contatore in serie con quest'ultima e la bobina voltmetrica in derivazione sulle due precedenti per avere l'indicazione della potenza reattiva; si può anche alimentare le bobine voltmetriche dei contatori attraverso ad uno sfasatore col secondario fissato a 90° rispetto al primario. Meno facile è la misura diretta dei kVA apparenti tanto che questo valore si preferisce dedurlo dalla misura della potenza reattiva e di quella reale. Tipi speciali di contatori sono stati costruiti aggiungendo ai modelli ordinari i dispositivi per il pagamento anticipato dell'energia, per la doppia tariffa, per l'indicazione del massimo, ecc. *I. L.*

RADIOTECNICA.

R. L. SMITH-ROSE — **Alcuni rilievi sul radiofaro rotante di Orfordness.** (J. I. E. E. Londra, aprile 1931, pag. 523-532, N. 2 figure).

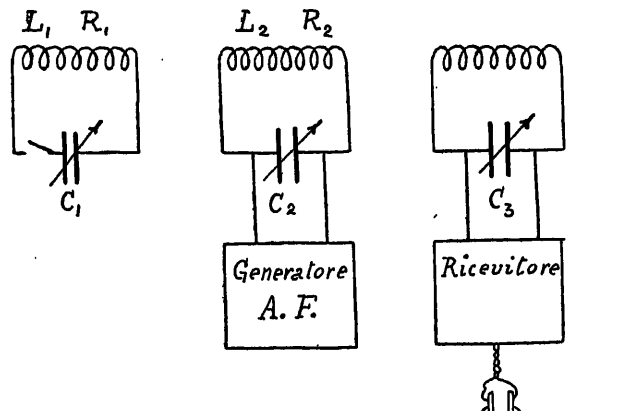
Il radiofaro di Orfordness è costruito sullo stesso principio di quello di Gosport; si tratta di un quadro radiotrasmittente che ruota attorno ad un asse verticale con la velocità rigorosamente costante di un giro al minuto. Tutte le volte che il quadro passa per il meridiano terrestre emette un segnale speciale, quando poi il quadro viene a trovarsi nella direzione della stazione ricevente i segnali ricevuti da questa si indeboliscono: basterà quindi misurare il tempo che intercorre fra il segnale speciale e l'indebolimento dei segnali soliti per poter dedurre in quale direzione si trovi l'osservatore rispetto al faro. La velocità di rotazione del quadro trasmittente è regolata in modo che le oscillazioni nella durata di un giro completo sono minori di 0,05 sec. per minuto, ciò che corrisponde ad un errore massimo nell'angolo di orientamento di 0,3 gradi.

Una serie di ricerche sono state eseguite da navi ancorate ed in navigazione; su 21 osservazioni fatte da punti fissi 16 diedero il valore esatto dell'angolo di orientamento e 5 risultarono affette da un errore di 1°, la distanza fra la nave ed il faro era compresa fra 6,5 e 64 km. Le osservazioni fatte in navigazione si presentano più difficili per l'apprezzamento dell'istante di minimo dei segnali; circa l'80 % delle misure (che in totale furono 1507) hanno dato un errore minore di 2° pure essendo state eseguite a distanze comprese fra 5 e 1500 km dal faro. Da notare a questo riguardo che adoperando un contasecondi ordinario l'errore che si commette nel valutare l'angolo di orientamento quando si sbaglia di 1/5 di secondo nel valutare l'istante del minimo è di 1,2°. Il risultato ora ottenuto è paragonabile a quello osservato sul faro di Gosport dove l'85 % delle osservazioni diedero un errore inferiore ai 2°. Gli errori di maggiore entità si riscontrano di solito quando la linea che unisce il radiofaro con l'osservatore risulta parallela alla direzione della costa sulla quale è sistemato il faro; di notte la ricezione è in generale meno buona e irregolare, il minimo può essere più o meno marcato da istante ad istante.

Un'altra serie di ricerche è stata eseguita considerando la ricezione da diverse posizioni di terraferma; l'errore di orientamente ottenuto in più di 1800 osservazioni diurne è risultato sempre minore di 2°. Nelle osservazioni notturne è stata rilevata la medesima incertezza già precedentemente notata nelle comunicazioni su mare aperto, l'errore di orientamento è stato variabilissimo ed in qualche caso raggiunse persino i 21° e ciò per distanze minori di 160 km. *I. L.*

F. M. COLEBROOK - R. M. WILMOTTE — **Un nuovo metodo di misura della resistenza e della reattanza alle radio frequenze.** (J. I. E. E. Londra, aprile 1931, pag. 497-506, N. 9 figure).

Gli AA. hanno modificato il metodo originario del Willans per la misura della resistenza e della reattanza dei circuiti a frequenza radio in modo da permettere l'applicazione del telefono come mezzo di rivelazione per riduzione a zero. Il metodo utilizza il principio dell'eterodina; si accoppiano induttivamente fra di loro la reattanza in esame e due circuiti oscillanti a capacità variabile, si regola C_2 in modo da realizzare la frequenza voluta. Si chiude il circuito della reattanza in-



cognita L_1 e si regola la capacità C_1 fino a ridurre il telefono al silenzio. Il metodo permette di fare la misura dell'indutanza sempre con la stessa frequenza; si determinano altre coppie di valori di C_1 e di C_2 che soddisfano alla stessa condizione e si riportano sotto forma di diagramma; la curva che ne risulta presenta un massimo ed un miminimo dai quali si dimostra che è possibile dedurre il valore della reattanza e della resistenza del circuito in esame. Perchè le misure diano dei risultati attendibili è necessario che la frequenza del generatore sia mantenuta costante e che l'accoppiamento fra le induttanze non sia troppo stretto altrimenti i circuiti si influenzano a vicenda. Dalle numerose prove eseguite è risultato che l'approssimazione del metodo è compresa fra il 0,25 e il 3 % ; in generale è sempre preferibile fare le misure con una frequenza tanto più alta quanto più bassa è la resistenza da misurare.

La frequenza deve essere misurata a mezzo di un ondametro di precisione dopo di che il valore della resistenza R si calcola con la formula:

$$R = \frac{1}{2\omega}\left(\frac{1}{C_1'} - \frac{1}{C_1''}\right)$$

dove ω = pulsazione, C_1' e C_1'' sono i valori delle due capacità che corrispondono al massimo ed al minimo della curva detta prima. Il valore di L si deduce dall'equazione di risonanza applicata al circuito incognito quando il valore di C sia stato scelto in modo da ridurre il telefono al silenzio. *I. L.*

SOCIETA' SCIENTIFICHE. CONCORSI, ECC.

P. MEYER — **Organizzazione e compiti delle principali associazioni elettrotecniche in Germania.** (E. T. Z., N. 3, del 15 gennaio 1931, pag. 69).

Tre grandi organizzazioni e precisamente: Il Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) (Federazione degli elettrotecnici tedeschi); la Vereinigung der Elektrizitätswerke (VDEW) (Unione delle centrali elettriche) e il Zentralverband der deutschen elektrotechnishen Industrie (Federazione centrale dell'industria elettrotecnica tedesca) si dividono in Germania il compito di trattare nei campi tecnico-scientifico e tecnico-economico le diverse questioni riguardanti l'elettrotecnica.

Dagli scopi di tutte queste associazioni esula ogni carattere di lucro.

Il Verband Deutscher Elektrotechniker è stato fondato nel 1893; esso ha lo scopo di riunire nel suo seno tutti i cultori dell'elettrotecnica e di promuovere lo sviluppo di questa. E' costituito da 33 Sezioni, il cui numero complessivo di soci è di circa 11.000.

Membri importanti nell'organizzazione del Verband sono le commissioni e i comitati speciali, che devono occuparsi di questioni determinate di carattere scientifico-tecnico per giungere a proposte conclusive da sottoporre al Consiglio Direttivo. Nell'assemblea annuale vengono poi sancite le proposte fatte da queste commissioni.

Esistono commissioni per i seguenti argomenti:

Norme per impianti e per esercizio di linee aeree, per le terre, per la protezione contro le sovratensioni, per i conduttori e i cavi, per macchine e trasformatori, per materiale di installazione, per interruttori, reostati e controller, per apparecchi per alte tensioni, per contatori, per apparecchi di riscaldamento, per istrumenti di misura, per le tecnica dell'illuminazione, per materiali isolanti, per corrente di terra, per la tecnica delle comunicazioni a distanza, ecc.

In seguito alle trattative intercorse colle diverse autorità, il Verband ha ottenuto, a cominciare dal 1897, che a poco a poco tutti gli Stati tedeschi riconoscessero validità alle sue norme per la sicurezza degli impianti. Anche le società di assicurazione contro gli incendi riconoscono le norme del Verband per la protezione contro gli incendi; vi è anche qualche paese estero che si attiene alle norme tedesche, tanto che alcune di esse sono state tradotte in inglese, francese, spagnolo e portoghese.

Un'altra istituzione del Verband di notevole importanza è la stazione di prova fondata nel 1930 e da allora sempre più sviluppatasi, che ha per iscopo di provare il materiale elettrotecnico (materiale di installazione, apparecchi per la casa, ecc.) per controllare se corrisponde alle prescrizioni del Verband. Le prove vengono anche sottoposte a tasse di entità tale che la stazione di prova si può reggere da sola. Quando i materiali provati corrispondono alle prescrizioni, viene rilasciato un certificato, per il quale tali materiali possono essere contrassegnati dal marchio del VDE e la stessa indicazione può essere messa nei listini, ecc. Finora sono state date oltre 2000 autorizzazioni per il marchio VDE. Questa garanzia però si limita solo a stabilire se il materiale è costruito secondo le norme contro il pericolo della vita e dell'incendio: non viene data invece garanzia circa le proprietà intrinseche del materiale e così pure, per gli apparecchi o le macchine circa il loro rendimento.

L'attività editoriale del VDE consiste nella partecipazione alla pubblicazione dell'E.T.Z., dell'Archiv für Elektrotecnik e delle Norme che escono annualmente.

La «Vereinigung der Elektrizitätswerke» con sede in Berlino ha lo scopo di curare gli interessi delle società elettriche mediante riunione di tutte le società interessate. Vi partecipano i membri designati dalle società elettriche e anche autorità federali germaniche, statali e comunali, come membri straordinari.

La Vereinigung promuove anche l'unificazione delle tariffe: è previsto altresì uno studio sull'effetto della corrente elettrica sul corpo umano in unione a esperti medici.

Finalmente il Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie ha lo scopo di proteggere gli interessi comuni di queste industrie. Esso ha dodici anni di vita e vi possono appartenere le ditte costruttrici tedesche di macchinari e di materiali elettrici.

Esistono dei gruppi speciali: attualmente sono 26, che abbracciano tutto il campo della produzione elettrotecnica. Le ditte federate sono 350 con un complesso di 250.000 dipendenti. La federazione lavora in collegamento col Verein Deutscher Maschinenbauanstalten, col quale ha stabilito le condizioni generali di vendita in comune per tutta l'industria tedesca. Un altro ramo assai attivo è quello che si occupa della questione dei brevetti.

Durante la guerra è poi stata istituita una sezione di informazione prezzi, che dà modo alle diverse ditte di conoscere le condizioni del mercato, pur senza addivenire ad un vero e proprio cartello dei prezzi. Una sezione di unificazione fornisce poi, attraverso il VDE, i dati concordati fra le ditte costruttrici per il comitato generale tedesco dell'unificazione.

T. S.

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

J. W. MILNOR — **Fenomeni di interferenza sui cavi telegrafici sottomarini.** (Elec. Eng., aprile 1931, 281-283, 3 figure).

Le comunicazioni telegrafiche con cavi sottomarini sono spesso disturbate da interferenze che si producono alle estremità terminali dei cavi stessi, in conseguenza di fenomeni atmosferici o di fenomeni perturbatori dovuti alla presenza di ferrovie elettrificate o di linee di trasmissione di energia, ecc.Se le interferenze hanno carattere sinussoidale e le caratteristiche del cavo sono note, si può valutare in via analitica l'azione relativa esercitata sugli apparecchi dai segnali trasmessi e dalle interferenze stesse. Si è riconosciuto che per un servizio soddisfacente è necessario che le deflessioni prodotte negli apparecchi riceventi dai segnali trasmessi siano almeno 5 volte maggiori di quelle prodotte dai fenomeni perturbatori. Un calcolo analogo si può svolgere anche nel caso che i fenomeni di interferenza non abbiano carattere sinusoidale.

Tali calcolazioni (svolte dall'A. nel testo originale del suo lavoro, pubblicato in riassunto) sono molto prolisse e perciò l'A. consiglia di ricorrere alla determinazione diretta dell'intensità dei fenomeni perturbatori con un metodo sperimentale. Si è riconosciuto a tale proposito che l'apparecchio telegrafico ricevente può essere opportunamente sostituito da uno speciale circuito elettrico risonante per la frequenza per la quale l'apparecchiatura del cavo è più sensibile e con un campo di risonanza regolabile entro gli stessi limiti della sensibilità degli apparecchi riceventi. Si possono così esaminare gli effetti di fenomeni d'interferenza di varie caratteristiche e di varie intensità e valutarne la loro importanza nei riguardi del servizio telegrafico da svolgere. Interessanti risultati si ottengono rilevando gli effetti di impulsi di tensione applicati alla estremità del cavo mediante la scarica di un condensatore: da queste esperienze si possono dedurre notevoli conseguenze circa il comportamento degli apparecchi rispetto ai fenomeni di interferenza.

R. S. N.

DEAN K. WORCESTER — **Le comunicazioni elettriche alla Borsa di New York.** (Elect. Eng., aprile 1931, pag. 255-259, 4 figure).

Vengono sommariamente descritte le installazioni telefoniche e telegrafiche della Borsa di New York le quali sono proporzionate in modo da poter sopperire alle sigenze di un traffico eccezionalmente intenso. La Borsa è collegata con fili diretti con ciascuno degli uffici degli Agenti di Borsa; sono installati a questo scopo 2300 circuiti diretti i quali sono completamente indipendenti fra loro cosicchè resta escluso ogni pericolo di falso collegamento e ogni perdita di tempo; in giorni di media attività borsistica si effettuano circa due milioni di chiamate nelle cinque ore di traffico. Un altro servizio è quello della trasmissione telegrafica delle quotazioni, effettuate mediante 2500 apparecchi rapidi a foratura di carta, ciascuno provveduto di circuito proprio; i vecchi apparecchi in uso fino al 1929 potevano trasmettere fino a 275 caratteri al minuto; attualmente si sono introdotti nuovi apparecchi capaci di 500 caratteri al minuto. Recentemente si è iniziato il servizio di informazioni telefoniche sull'andamento delle quotazioni, che ha richiesto anch'esso complicate installazioni per rendere il servizio eccezionalmente pronto e spedito; si è già arrivati a una intensità di traffico di circa 20.000 chiamate all'ora sebbene siano collegate soltanto 350 utenti.

L'A. riferisce parecchi dati di massima sulla esecuzione di questi diversi servizi.

R. S. N.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

E. FLEGLER — **Il fulmine negli impianti per alte tensioni e le sue conseguenze.** (E. T. Z., N. 5, del 29 gennaio 1931, pag. 129).

Mentre fino a qualche anno fa si riteneva che i maggiori disturbi per sovratensioni nelle linee in seguito a fulmine fossero dovuti a scariche indotte, ora si comincia invece a tener conto anche delle scariche dirette: circa il loro effetto vi è discordanza di vedute: mentre Mc Eachron ritiene che un fulmine sulla linea dia subito luogo ad una scarica a terra, di guisa che la sovratensione di brevissima durata, che si ha nella linea, non è pericolosa, altri, come Matthias, ritiene che i colpi di fulmine diretti possano determinare sovratensioni pericolose.

Se un fulmine di scarsa intensità di corrente colpisce una linea, si formano, a partire dal punto colpito, onde viaggianti, la cui forma corrisponde all'andamento della corrente del fulmine. La sovratensione dipende dall'intensità di corrente del fulmine e dalla resistenza della conduttura verso terra. Se la sovratensione supera la tensione di scarica agli isolatori, si verificano scariche agli isolatori sui pali vicini al punto dove il fulmine ha colpito la linea. Se l'intensità di corrente del fulmine dopo la scarica non cresce sensibilmente, anche la sovratensione rimane relativamente bassa. Con intensità della corrente del fulmine molto elevate, di circa 10.000 Amp., o per elevate resistenze dei pali bisogna tener conto della teoria di Matthias, per la quale al punto della scarica del fulmine si può formare una tensione residua, che può raggiungere il valore della tensione di scarica degli isolatori. In tal caso la forma dell'onda viaggiante non corrisponde più a quella del fulmine e possono essere colpiti da scarica parecchi pali.

L'A. fa poi un esempio per una linea senza filo di terra, con scarica su di una fase direttamente ad un palo, intensità della corrente del fulmine 50.000 Amp., con forma d'onda a fronte ripido.

Nell'esempio indicato la sovratensione dovuta al fulmine, salirebbe fino a 163 kV: l'aumento di tensione è tanto meno rapido quanto minore è la resistenza del palo in relazione alla resistenza della linea alle onde e quanto maggiore è la distanza fra i pali. La tensione limite indicata di 165 kV per condutture fino a 20 kV di esercizio è assai superiore alla tensione di scarica agli isolatori, di guisa che si deve verificare una scarica sussidiaria ad un palo successivo. Se vengono colpite più fasi, o contemporaneamente o ad un tempo brevissimo di

distanza, non vi è gran cambiamento nella forma dell'onda di sovratensione. Se invece la linea è fornita di corda di terra, questa agisce nella scarica diretta del fulmine diversamente da quello che può influire una fase isolata, indipendendentemente dalla sovratensione che cagiona la scarica del fulmine. L'onda perciò che percorre la corda di terra subisce ad ogni palo un corrispondente abbassamento di tensione. A sufficiente distanza dal punto di scarica non si ha sulla corda alcuna sovratensione pericolosa. L'influenza della corda di terra sul massimo valore della sovratensione al punto di scarica è, per un aumento rapido della tensione, di importanza pratica solo per elevata resistenza del palo. Se la scarica del fulmine non avviene vicino al palo, le cose non cambiano molto.

Circa la protezione contro la scarica diretta del fulmine, l'A. distingue la protezione in centrale o nella sottostazione e quella sulla linea: una scarica in centrale può sempre portare conseguenze disastrose ed è perciò da evitare; adottando una diminuzione di isolamento, essa può essere compensata per mezzo di una contemporanea diminuzione della resistenza alle onde di sovratensione; a tale scopo si può collegare alle sbarre della centrale un cavo lungo qualche chilometro che può rendere non pericolosa una diminuzione di isolamento. Se invece si ha un aumento della resistenza alle onde, bisognerà adottare provvedimenti speciali che impediscano una riflessione dell'onda di tensione. Come protezione in questo caso si usano scaricatori ed in particolare anelli del tipo a resistenza. Se però la linea e la centrale hanno lo stesso isolamento e se lo scaricatore ha solo lo scopo di evitare riflessioni delle onde, allora non si possono verificare scariche e non si possono formare nuove onde di tensione. Si vede perciò come agli effetti di combattere le sovratensioni è opportuno proporzionare convenientemente le tensioni di scarica delle centrali e della linea. Per la protezione della linea sembra che di nuovo vi sia la tendenza di inserire degli scaricatori vicino ai pali.

Riassumendo si può dire che le onde viaggianti dovute al fulmine sono meno pericolose per la loro fronte ripida che per la loro elevatezza di tensione. Scariche della linea alla terra non si possono evitare per fulmini diretti anche usando buoni scaricatori ai pali. Bisogna perciò proteggere le stazioni delle onde che partono dal punto della scarica: la protezione più efficace consiste, oltre ad una buona messa a terra del palo, anche nell'isolamento uniforme dell'impianto, nell'introdurre scaricatori giustamente dimensionati, mentre per migliorare le protezioni delle centrali conviene provvedere gli ultimi pali vicini alle centrali con speciali scaricatori da palo. *T. S.*

H. FRANKEN — **Recenti impianti di distribuzione a bassa tensione con comando a distanza.** (E. u. M., N. 7, 15 febbraio 1931, pag. 125-130, fig. N. 11).

L'A. mette in rilievo alcune migliorie introdotte recentemente nella costruzione degli apparecchi per impianti di distribuzione a bassa tensione.

Le cassette di protezione delle sbarre, fino a poco fa costruite in ghisa, sono state sostituite con altre di acciaio. Se ne è in tal modo diminuito il peso ed aumentata la facilità di trasporto e di montaggio. Il loro comportamento agli effetti delle corrosioni è stato migliorato con l'aggiunta all'acciaio di un piccolo tenore di rame. La possibilità di lavorare le superficie adiacenti di due cassette ne permette il collegamento con bulloni, senza l'impiego di organi elastici di tenuta. Il complesso delle cassette presenta in tal modo una maggior resistenza alla flessione, offrendo la possibilità di allontanare maggiormente i sostegni della serie di cassette. Con le cassette in acciaio è, inoltre, più facile rendere accessibili le condutture protette ed effettuare nel modo più conveniente le derivazioni per le varie parti dell'impianto.

Sono stati sviluppati tre tipi di comandi: centralizzato, centralizzato a distanza, individuale a distanza. Il primo comando è caratterizzato dalla installazione in una determinata parte dell'impianto di tutti gli organi di comando: rimangono così facilitate la sorveglianza, la manutenzione e la semplicità di manovra. Col comando centralizzato a distanza, gli organi di manovra e di controllo vengono sistemati in apposito locale distinto dai locali dell'impianto: si realizza da un lato una economia di spazio e di condutture e dall'altro si semplifica oltremodo il comando, la sorveglianza ed il controllo dell'installazione.

Nel comando individuale a distanza, gli organi di manovra di una macchina sono distinti da quelli delle altre: si hanno, quindi, tanti complessi di comando quante sono le macchine che devono essere sorvegliate.

L'A. ricorda altri perfezionamenti tecnici introdotti nella scelta degli interruttori di protezione edei relais relativi, delle valvole e di alcuni dispositivi di segnalazione, illustrando ampiamente con numerose fotografie i diversi tipi di impianti protetti e mettendo in rilevo le particolarità più salienti di essi. *V. D. Ma.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

K. PFLANZ — **Indagine sui movimenti delle molle a balestra dei locomotori elettrici.** (El. Bahnen, N. 1, gennaio 1931, pag. 1-4, fig. N. 9)

Il calcolo preliminare dei movimenti cui possono andare soggette le molle a balestra di un veicolo elettrico presenta difficoltà pressochè insormontabili e, basato necessariamente su ipotesi semplificative può condurre a risultati non attendibili. Per fornire a tale calcolo un sussidio sperimentale sicuro, l'A. ha eseguito una serie di ricerche metodiche sopra un locomotore delle Ferrovie Federali Austriache. Il veicolo, con rodaggio 1 D_0 1, è equipaggiato con 4 motori verticali doppi della potenza oraria di 70 kW ed ha un peso totale di 96 t, ripartito in 4 × 16,5 t per gli assi motori a 2× 15 t per gli assi portanti. La sospensione del telaio della cassa è fatta mediante molle a balestra. Queste ultime sono disposte al disotto delle boccole per gli assi motori ed al disopra per gli assi portanti. Le molle dei due assi intermedi sono collegate con leve di compensazione. Gli assi dei carrelli di estremità hanno molle non compensate. Tutte le molle a balestra sono lunghe 900 mm e sono costituite da 19 fogli della sezione di 10×90 mm².

L'apparecchio impiegato per la registrazione dei movimenti è costituito essenzialmente da punte scriventi, collegate, mediante cordoni anelastici, alla parti di cui si vogliono misurare i movimenti. I cordoni sono tenuti tesi da molle in modo da far si che le punte segnano rigorosamente i movimenti che devono essere registrati. La traccia delle punte viene registrata sopra un foglio di carta che si svolge da un rullo tenuto in movimento da un meccanismo ad orologeria. Si ottiene in tal modo l'indicazione del moto relativo rispetto al tempo. Si possono adoperare contemporaneamente fino a 5 punte scriventi che sono quidi adatte per misurare il movimento di 5 parti diverse del locomotore. Le indicazioni dei diagrammi, come dimostra l'A, opportunamente interpretate, danno un criterio molto utile per un giudizio sulle caratteristiche della sospensione del veicolo. *V. D. Ma.*

L. PONTECORVO — **Sistema autocompensato di linea di contatto a catenarie incrociate nell'elettrificazione delle ferrovie basche.** (Riv. Tec. F. I., febbraio 1931, pag. 64-85, fig. 35).

Le ferrovie basche in Spagna presentano condizioni particolarmente difficili per l'elettrificazione, in quanto hanno un traffico ingente, che ha richiesto forti quantità di rame nella linea di contatto, e un tracciato a forti pendenze e curve minime, su di uno scartamento di un metro.

La linea di contatto è stata costituita con due catenarie incrociate, lunghe ognuna due campate e sfalsate di una campata, i ventri di ognuna di esse vengono sospesi mediante pendini ai rami dell'altra prossimi agli appoggi, dimodochè si ha un conduttore di contatto composto di tratti alternati delle due catenarie, che per una certa temperatura e un numero infinito di pendini sarebbe parallelo al binario. Tutte e due le catenarie, essendo composte di rame, partecipano alla conduttività, inoltre essendo identiche per materiale e posizione subiscono in modo uniforme l'influenza della temperatura, cosicchè il sistema si sposta con grandissima approssimazione parallelamente a se stesso; risulta eliminata ogni necessità di tenditori od ammaraggi. Rispetto agli altri sistemi si ha pure il vantaggio di un numero minore di pendini.

L'articolo illustra poi molti particolari costruttivi delle sospensioni, isolamenti, morsetterie, ecc., che presentavano notevoli difficoltà in conseguenza delle condizioni sopra ricordate delle linee. *S. S.*

M. VIDMAR — **Correnti supplementari di magnetizzazione nei trasformatori trifasi.** (E. u. M., N. 4, 25 gennaio 1931).

L'A. espone i risultati di alcune ricerche da lui effettuate per studiare il comportamento dei trasformatori trifasi in condizioni particolari di esercizio. Avevano dato lo spunto alle ricerche le osservazioni fatte sopra un trasformatore trifase, con primario a zig-zag e neutro collegato all'avvolgimento di un generatore. La forte corrente che circolava nel conduttore collegante i neutri delle due macchine, durante la marcia a vuoto, non poteva essere spiegata che analizzando da vicino il comportamento del trasformatore eccitato dall'alternatore.

Le ricerche hanno dimostrato che la detta corrente nel conduttore di neutro era dovuto alle armoniche a frequenza tripla di quella della tensione del generatore che provocavano nel trasformatore delle correnti magnetizzanti supplementari. Agli effetti dell'intensità di tali correnti ha importanza come dimostra l'A., la costruzione dei nuclei del trasformatore che, in Europa, è tale, da favorirne lo sviluppo in misura tale da giustificare i fenomeni riscontrati nel caso pratico sopra accennato.

Le ricerche hanno condotto pure al rilievo che curve di tensione molto appuntite sono molto meno pericolose delle curve ad andamento piatto. Con curve di tensione del primo tipo si può riscontrare in esercizio che talvolta, la corrente nel conduttore di punto neutro è pressochè nulla in corrispondenza di una determinata saturazione del ferro, mentre aumenta col crescere e col diminuire della saturazione stessa. I fenomeni cui si riferiscono le ricerche sono spiegati con numerosi diagrammi ed analizzati con una trattazione matematica. *V. D. Ma.*

CRONACA

Il Convegno Internazionale di Fisica nucleare a Roma.

Nel periodo dal 12 al 17 ottobre si è svolto a Roma il Convegno internazionale di Fisica nucleare. L'iniziativa è, come i lettori sapranno, dovuta alla Fondazione Volta, creata or è un anno dalla Società Generale Edison di Elettricità e posta sotto il patrocinio della Reale Accademia d'Italia.

Al Convegno hanno partecipato circa cinquanta fra i più insigni cultori stranieri delle scienze fisiche, tra i quali i «Premi Nobel» Bohr, Millikan, Aston, Richardson, Compton, e la Sig.ra Curie, i cui nomi sono legati alle più significative scoperte che hanno creato tutto un nuovo indirizzo nel campo delle ricerche sperimentali e delle speculazioni teoriche. Largamente rappresentati erano anche gli scienziati Italiani.

La seduta inaugurale ha avuto luogo il 12 ottobre alla Farnesina, sede dell'Accademia d'Italia, nella grande sala detta «delle prospettive». Ad essa ha presenziato S. E. il Capo del Governo.

S. E. Marconi, in qualità di Presidente della Reale Accademia d'Italia, ha porto il saluto agli ospiti stranieri ed agli studiosi italiani ed ha lumeggiato gli scopi del Convegno. E' seguito il Sen. Corbino, il quale ha pronunciato il discorso inaugurale; sintesi quanto mai lucida e suggestiva dello stato attuale della fisica, dei suoi problemi, delle sue finalità, che sotto una luce così nuova e con così nuove possibilità di carattere energetico rimettono sul tappeto questioni sulle quali il già tramontato sogno degli alchimisti, sembrava aver detto l'ultima parola.

I lavori del Convegno hanno avuto subito inizio, nel pomeriggio dello stesso giorno 12 e si sono svolti nel locali dell'Istituto Fisico della R. Università.

La prima seduta, sotto la Presidenza del Sen. Corbino, ha avuto per oggetto la discussione della relazione predisposta dal Prof. Mott sullo «stato attuale della teoria dell'elettrone».

La discussione si è svolta principalmente sulle dimensioni dell'elettrone e delle particelle alfa ed ha contribuito a precisare la posizione attuale della scienza nei confronti di questi problemi.

Il giorno 13 si sono avute due sedute. La prima, al mattino, sotto la presidenza del Prof. Richardson, durante la quale è stata discussa la memoria del Prof. Goudsmit sulle «difficoltà presenti offerte dalle strutture iperfine», argomento intimamente legato alle più sottili risorse della tecnica sperimentale e sul quale ha riferito anche il Prof. Rasetti esponendo sinteticamente i risultati che possono illuminare la struttura del nucleo. La seduta pomeridiana, presieduta da Marconi, ha avuto per oggetto le comunicazioni del Prof. Millikan sui raggi cosmici e del Prof. Fowler sulle nuove statistiche.

Il giorno 14 ha avuto luogo una sola seduta antimeridiana (nel pomeriggio gli scienziati so sono recati a Tivoli dove è stato loro offerto un tè a villa d'Este dal Consorzio idroelettrico dell'Aniene) sotto la presidenza del Prof. Millikan, ed ha avuto come argomento la relazione del Prof. Rossi: «sullo stato attuale delle radiazioni penetranti»; argomento fra i più misteriosi e suggestivi della fisica moderna, in quanto riguarda radiazioni che sembrano provenire dagli spazi interstellari, e sulle quali ben poco ancor oggi si conosce.

Le discussioni sulla struttura del nucleo si sono iniziate, sotto la presidenza del Prof. Sommerfeld il giorno 15 con la lettura della relazione del Prof. Bothe sulle «recenti ricerche sperimentali sulla radioattività» e sono proseguite il successivo giorno 16, sotto la presidenza del Prof. Perrin sulla traccia della relazione predisposta dal Prof. Ellis sullo stesso argomento. La complessità dei nuclei, da ciò che è stato detto nelle relazioni e nelle discussioni, sembra da più parti confermata, onde la fisica moderna, che già è riuscita a dominare le leggi che regolano le mutue azioni tra nuclei ed elettroni, si appresta oggi a studiare un mondo, diecimila volte più piccolo dell'atomo, il nucleo, che appare a sua volta dotato di una complessità di costituzione paragonabile a quella dell'atomo stesso. Problemi questi, che pur costituendo quanto di più arduo e sottile vi sia oggi nel campo della ricerca sperimentale e della speculazione teorica, daranno forse un giorno il modo di mettere a disposizione degli uomini sorgenti insospettate ed insospettabili di energia.

Il giorno 17 gli scienziati furono ricevuti a Palazzo Venezia, da S. E. il Capo del Governo, che rivolse loro brevi parole, compiacendosi per i risultati conseguiti nei lavori del Convegno e dicendosi lieto che Roma ed il Governo Fascista ospitassero una schiera di così insigni scienziati di ogni parte del mondo.

Il Congresso si chiuse con un discorso del Prof. Debye, il quale ha efficacemente riassunto i risultati dei lavori. Egli ha rilevato che le relazioni e le profonde discussioni da esse suscitate, hanno chiaramente messo in luce ciò che nelle nuove teorie della fisica nucleare costituisce una base di fatti definitivamente accertati, e ciò che costituisce l'apertura di nuovi problemi e di nuovi misteri. I fisici di oggi, egli ha detto, si trovano di fronte alla teoria quantistica come gli ingegneri di fronte alla teoria di Maxwell: con quella possono calcolare i fenomeni dovuti alla parte esterna degli atomi, come gli ingegneri calcolano una dinamo. Le difficoltà sorgono, però, quando si tratta di approfondire le proprietà dei nuclei e delle loro parti costitutive. L'oratore ha accennato a tutte le difficoltà dell'indagine che sono state esposte nel corso delle discussioni, e si è soffermato infine sulle osservazioni del Prof. Bohr che, partendo dal comportamento degli elettroni interni del nucleo e dallo spettro continuo dei raggi beta, sembrano attaccare le basi più profonde della fisica stessa, arrivando fino a mettere in dubbio il principio della conservazione dell'energia. Queste speculazioni, per quanto ardite, sembrano offrire la via più facile per uscire dalla difficoltà dell'interpretazione dei fatti sperimentali, che altrimenti sembrerebbero insormontabili.

Al Prof. Debye è seguito il Sen. Corbino il quale, dopo aver rivolto ai presenti il saluto del Sen. Marconi, assente per precedenti impegni, ha ringraziato gli illustri scienziati per la partecipazione viva ed efficace al Convegno, che resterà memorabile nella storia della scienza.

* *

Il nuovo ordinamento del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Col mese di luglio è andato in vigore il nuovo ordinamento del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e contemporaneamente sono state abrogate le disposizioni transitorie per le quali il Consiglio stesso aveva provvisoriamente mantenuto il vecchio ordinamento.

La nuova legge, che porta la data del 1° giugno 1931 ed il n. 678, fissa anzitutto la competenza del Consiglio Superiore, elencando le questioni sulle quali deve essere sentito il suo parere; esse non differiscono fondamentalmente da quelle già contenute nella vecchia legge, comprendendo tutti i progetti di opere pubbliche di una certa importanza da eseguire direttamente dallo Stato o col suo contributo, la concessione di lavori pubblici, di pubblici servizi di trasporto, di utilizzazione di acque pubbliche, lo studio di piani regolatori e di ampliamenti di Comuni capoluoghi di Provincia, ecc.

Restano escluse invece dalla competenza del Consiglio Superiore le opere di interesse militare il cui esame spetta alle corrispondenti Autorità, quelle eseguite da parte dell'Azienda autonoma della Strada e da quelle delle Ferrovie, delle Poste, Telegrafi e Telefoni.

Il Consiglio comprende quattro Sezioni di cui la prima si occupa dei ponti, delle strade e dell'edilizia; la seconda delle opere idrauliche e forestali in genere comprendendo le bonifiche, le irrigazioni, gli acquedotti, ecc.; la terza della utilizzazione delle acque pubbliche e degli impianti di produzione e trasmissione dell'energia elettrica; la quarta delle ferrovie, tramvie, della navigazione interna, ecc. A seconda dell'importanza delle opere, le questioni vengono portate in discussione avanti alle singole Sezioni o al Consiglio riunito in Assemblea Generale.

La costituzione del Consiglio, resta così la stessa di prima, con le quattro Sezioni già da tempo stabilite. I compiti ad esse singolarmente attribuiti, sono peraltro leggermente variati.

Resta inalterata, in corrispondenza, la formazione della Presidenza, con un Presidente e quattro Presidenti di Sezione. A far parte del Consiglio sono chiamati ora invece in misura maggiore che non in precedenza i rappresentanti delle pubbliche Amministrazioni fra cui: i Direttori generali del Ministero dei LL. PP., dell'Azienda Autonoma della strada, del Tesoro, del Demanio, del Ministero delle Finanze; un Generale ed il Capo dell'Ufficio trasporti del Ministero della Guerra; il Capo dell'Ufficio idrografico della Marina; alti funzionari dei Ministeri dell'Agricoltura, delle Colonie, dell'Educazione Nazionale, delle FF. SS.; il Direttore della Sezione Postale dell'Istituto Superiore delle Comunicazioni, ecc.

Restano inclusi nel Consiglio anche sei membri estranei alle Amministrazioni suddette, quali Esperti in costruzioni civili ed architettoniche, in urbanistica, elettrotecnica, idraulica e materie economiche. Viene anche mantenuta, naturalmente la incompatibilità fra la carica di Membro del Consiglio e quella di amministrazione, socio, consulente o di persona comunque interessata in imprese o Società che abbiano convenzioni con lo Stato per lavori, trasporti, esecuzione di opere pubbliche, esercizio di pubblici servizi, ecc.

Commissari possono essere anche delegati dai vari Ministeri a intervenire alle riunioni per dare informazioni su determinate questioni; il Presidente del Consiglio Superiore può per suo conto invitare a prendere parte alle sedute i Capi Servizio dei singoli Ministeri o, per l'esame di speciali questioni, persone di particolare competenza in materia, quali Professori delle Scuole d'Ingegneria e d'Architettura, delle Scuole Superiori di Agraria, ecc.

Attualmente, con le nomine stabilite dal D. R. 2 luglio 1931, la Presidenza del Consiglio Superiore, risulta così costituita:

Presidente del Consiglio Superiore: Gr. Uff. Ing. Pio Calletti;

Il Presidente della Prima Sezione;

Presidente della Seconda Sezione: Gr. Uff. Ing. G. Battista Nobile;

Presidente della Terza Sezione: Comm. Ing. Angelo Rampazzi;

Presidente della Quarta Sezione: Comm. Ing. Ferruccio Celeri;

Presidente di Sezione fuori ruolo con l'incarico di Provveditore alle opere pubbliche: Comm. Ing. Domenico De Simone;

Presidente di Sezione addetto al Governatorato di Roma: Comm. Ing. Paolo Salatino.

Gli esperti, nominati con lo stesso Decreto sono S. E. il Prof. Guidi e l'On. Prof. Calza-Bini, assegnati ambedue alla prima Sezione, il nostro Presidente Generale Prof. Bordoni, assegnato alla Terza Sezione, l'On. Prof. Puppini e il Prof. Giulio De Marchi, as-

segnati alla Seconda Sezione; l'Avv. Biamonti assegnato a tutte quattro le Sezioni.

Alla Terza Sezione, che maggiormente interessa l'elettrotecnica appartengono, fra gli altri, i Direttori Generali del Ministero dei LL. PP. e della Azienda autonoma della Strada, numerosi Provveditori di opere pubbliche, Ispettori Superiori del Genio Civile, alti funzionari dei Ministeri della Guerra, delle Colonie, delle Corporazioni, due Consiglieri di Stato, un Avvocato dello Stato, gli Ingg. Jacobini e Ballanti delle FF. SS., il Prof. Di Pirro, quale funzionario della Amministrazione delle Poste e Telegrafi ed i due Esperti già ricordati, Prof. Bordoni e Avv. Biamonti.

* *

APPLICAZIONI AGRICOLE.

Circa la trebbiatura elettrica, è da ritenere (*Monitore Tecnico* dell'ottobre 1930) che l'uso esteso che essa ha preso specialmente in Germania è dovuto ai fatti che la trebbiatrice è la macchina agricola che abbisogna la maggior quantità di forza, che l'elettromotore può essere adattato esattamente ad ogni grandezza di trebbiatrice, e che esso lavora con un numero di giri indipendente dal carico e che resta fisso una volta per sempre, in maniera che si ottiene un lavoro molto uniforme della trebbiatura. Per piccole potenze il motore può essere costruito su una tavoletta portatile; per potenze maggiori, sino a 11 kW, la sistemazione dei motori è fatta su treggia che si compone di una solida slitta di legno sulla quale viene fissato il motore. Per rendere il motore facilmente trasportabile si fa uso anche di un apposito carro chiuso a quattro ruote, provvisto di supporto girevole e di un freno per fissarlo, nel quale si può installare un motore di circa 50 kW che può azionare contemporaneamente altri vari dispositivi elettrici che sono in relazione con la trebbiatura. *Sca.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

Nel Fascicolo del febbraio 1931 della Rivista *L'Industria Nazionale* in un articolo del titolo «*L'Elettrofucinatura dei metalli*» viene ricordato il processo brevettato nel 1887 del Prof. Elihu Thompson in America per la fucinatura e stampatura dei metalli scaldati mercè la trasformazione in calore dell'energia elettrica, che è fondato sul fatto che se un pezzo di metallo, non ottimo conduttore elettrico, con una estremità si appoggia e si spinge contro un altro pezzo di maggiore sezione e di buona conduttività, e il complesso si fa attraversare da una corrente elettrica di conveniente intensità, avviene che il primo pezzo si scalda molto più fortemente dell'altro e può raggiungere temperatura così elevata da divenire pastoso, e poichè il secondo pezzo contro cui è spinta la barra rimane freddo e quindi duro, la barra coll'estremità molle si schiaccia contro l'altro pezzo più freddo e duro che per similitudine prende il nome di *incudine*. All'esterno della barra si forma così una specie di testa a forma di fungo, che per l'alta temperatura rimane molle e cresce di dimensione sino ad un certo limite che fissa la pratica, venendo continuamente alimentata da nuove porzioni di metallo che vi si inseriscono. Come si vede questo fatto corrisponde esattamente a quello della riscaldatura che il fabbro compie sul pezzo di ferro scaldandolo e battendolo col martello nel senso della sua maggiore dimensione per crearvi una parte di più forte spessore, e perciò si è chiamato riscaldatura elettrica. Se il pezzo ingrossato e così caldo viene immediatamente sottoposto all'azione del martello o meglio di una pressa stampatrice, si ha la *elettrofucinatura* propriamente detta.

Seguono altre considerazioni in proposito non che l'accenno dei successivi brevetti: Lander e Simpson del 1890 e Guern nel 1923. L'articolo conclude coll'affermare che la convenienza di questo processo elettrico su quello ordinario di forgia risulta fortissima, specie coi pezzi di piccole dimensioni essendo il consumo d'energia, per pezzi di grossezza media, di circa 600 watt-ora per chilogrammo di metallo lavorato. Vengono riportate alcune figure che si riferiscono a due fabbriche italiane di macchine elettro-ricalcatrici e fucinatrici. *Sca.*

CONDUTTURE.

Il tipo di cavi per altissime tensioni a riempimento d'olio, la cui introduzione nella pratica industriale costituisce come è noto, un vanto della tecnica italiana, offre possibilità di applicazioni sempre più ardite.

A pochi anni di distanza dalle note installazioni di questi cavi per tensioni di esercizio di 132 kV viene annunciato che la General Electric Co., che lavora in questo campo secondo i brevetti Pirelli e gli accordi a suo tempo stipulati colla Ditta italiana, in base all'esperienza fatta in questi anni, ha studiato e sta per costruire cavi a riempimento d'olio per tensione di esercizio di 220.000 V.

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

I *fattori di riflessione di materiali acustici*. Si va diffondendo l'uso di rivestire il soffitto e le pareti degli interni con materiali destinati ad assorbire i suoni. Però molti di questi materiali sono di tal natura da presentare un alto fattore di assorbimento per la luce. In *Tr. Ill. Eng. S.* (dicembre 1930, pag. 882) sono riportati i risultati di determinazioni sperimentali del fattore di riflessione di parecchi di tali materiali. Fu adoperata all'uopo una sfera integratrice ed i risultati delle misure sono riassunti in alcune tabelle. *G. Co.*

O. Knoll e R. G. Weigel espongono in *Das Licht* (novembre-dicembre 1930) *un nuovo metodo per la determinazione del fattore di riflessione*. Tale metodo si basa sul confronto fra la chiarezza della superficie in esame e le varie chiarezze presentate da una scala di colori grigi. Tale scala può essere preparata con uno speciale processo fotografico descritto dagli AA. *G. Co.*

RADIOTECNICA.

Nuovi piezorisuonatori. — E' nota la crescente diffusione dei piezorisuonatori nella radiotecnica, imposta dalla necessità di mantenere costante, entro limiti sempre più ristretti, la frequenza dei generatori di oscillazioni. Il tipo di gran lunga più usato è costituito da una piastrina, ricavata opportunamente da un cristallo di quarzo e fatta vibrare in direzione normale alle sue due facce più estese.

E' noto altresì, che tale disposizione si presta particolarmente bene nel caso di frequenze comprese in un intervallo, che va all'incirca da 300 a 3000 kilohertz (lunghezza d'onda fra 1000 e 100 m). Da esso restano perciò escluse così quelle che oggi si chiamano in radiotecnica le onde corte ed hanno frequenze fra 5 e 24 megahertz ($\lambda = 60 \div \div 12{,}5$ m) e le nuovissime onde ultracorte fino a circa 2000 megahertz ($\lambda = 15$ cm), come le onde molto lunghe. Infatti, negli apparati a onde corte con frequenza comandata per mezzo di piezorisuonatori a quarzo, si parte di regola da una frequenza inferiore a 3 MHz, che sia sottomultipla esatta di quella che si vuole produrre, e la si moltiplica poi negli stadi successivi di amplificazione.

L'adozione di dischetti di quarzo, che vibrino direttamente su frequenze molto alte, è sconsigliata dalle difficoltà di preparazione di piastrine tanto minute e dalla insufficiente azione di comando, che esse potrebbero esercitare sulla frequenza dell'oscillatore. Si annuncia ora, da parte della casa Zeiss di Jena, la produzione di piezorisuonatori a tormalina adatti per frequenze da 3 a 150 MHz ($\lambda = 100 \div 2$ m) e capaci di comandare gli oscillatori assai più efficacemente che non le piastrine di quarzo. Per frequenze fra 3 e 15 MHz gli elettrodi fanno corpo con le due facce del cristallo e sono ottenuti mediante argentatura e successiva doratura. Per frequenze più alte ciò influenzerebbe di troppo il comportamento del risuonatore e si preferisce contenerlo semplicemente fra due elettodi perfettamente piani. I dischetti di tormalina vengono tagliati con diversi diametri da 8 a 20 mm e occorre scegliere tipi tanto più grandi quanto più rilevante è la capacità interna griglia-catodo del triodo comandato dal piezorisuonatore e quanto maggiore è la potenza in giuoco.

Per frequenze molto basse (minori di 300 kHz) vengono preparate, in luogo delle piastrine di quarzo, sbarrette di questo stesso materiale, e le dimensioni di esse sono proporzionate in modo da ottenere stabilmente una frequenza sola e ben definita.

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

Un gruppo di quattro fili telefonici in cavo può fornire, con la terra considerata come filo di ritorno, tre circuiti telefonici: due reali e fisici, un terzo detto fantasma o combinato, e un quarto, ancora formato dai 4 fili in parallelo per l'andata e la terra per il ritorno. I quattro circuiti sono indipendenti e, se si osservano certe condizioni di simmetria, si comportano come se fossero diafonici. La trattazione analitica di un caso più semplice: 3 soli fili e la terra è fatta; in *R. G. E.* (28 febbraio 1931, pagg. 335-338) da Pomey. *G. Cc.*

TRASFORMATORI.

Nel *Monitore Tecnico* del dicembre 1930 viene trattato dei *trasformatori elettrici bi-trifasi*. Il tipo più antico è quello *Scott*, del quale vengono esposti i relativi calcoli e diagrammi. Altro sistema più recente è quello dovuto a *Kuebler* col quale a differenza del sistema Scott in cui la trasformazione avviene per mezzo di due nuclei monofasi uguali, si può far uso di un ordinario nucleo di trasformatore trifase, ottenendo a parità di altre condizioni, di avere un peso e un ingombro minori. Anche qui viene dato il calcolo corredato da diagrammi. Vi è infine un terzo tipo di trasformatore bi-trifase, quello *Leblanc*, che pure usufruisce di un nucleo trifase ordinario con sezioni eguali dei nuclei; anche di esso viene esposto il calcolo con relativi diagrammi. *Sca.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

I più recenti *motori elettrici per propulsione di sommergibili*, descritti nel fascicolo di marzo-aprile 1930 del *Bollettino Tecnico Mensile Ansaldo*, presentano le seguenti principali caratteristiche: mentre i primi motori costruiti nel 1920 dalla Soc. Ansaldo per sommergibili italiani avevano la potenza di 120 kW, gli ultimi motori elettrici a doppio indotto di propulsione a 220 volt, 2×1310 ampere a 250 giri, sviluppano la potenza di 310 kW normale per 3 ore, 480 kW per 1 ora e 500 in sovraccarico per mezz'ora. Le bobine del campo principale sono collegate in serie fra loro e predisposte per eccitazione separata a 110/165 volt. Nello studio di detti motori si è pure tenuto conto delle particolari sollecitazioni meccaniche alle quali vanno assoggettate le varie parti di essi per effetto delle vibrazioni torsionali dovute al motore Diesel al quale sono accoppiate durante la navigazione in emersione e durante la carica delle batterie di accumulatori. *Sca.*

:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

Movimento delle Società Elettriche.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Soc. Nazionale per lo Sviluppo Imprese Elettriche — Milano.
Aumenta il capitale sociale da L. 40.000.000 a L. 100.000.000 (emettendo 240.000 azioni da L. 250).

Società Idroelettrica dell'Ossola — Milano.
Aumenta il capitale sociale da L. 5.000.000 ad 8.000.000 (emettendo 30.000 azioni da L. 100).

Società Elettrica dell'Alto Merse — Livorno.
Viene ridotto il capitale da L. 280.000 a L. 100.000 (riducendo il valore nominale delle azioni).

Fabbrica Italo-Svizzera Pile Elementi Elettrici — Genova-Rivarolo.
Aumenta il capitale da L. 1.600.000 a L. 2.000.000.

Anonima Produzione Elettricità — Lecco.
Aumenta il capitale sociale da L. 1.200.000 a L. 2.000.000 (diviso in 20.000 azioni da L. 100).

Società Elettrica dell'Elba — Livorno.
Aumenta il capitale sociale da L. 1.000.000 a L. 1.500.000 (emettendo 5000 azioni da L. 100).

An. Italiana Porcellane Elettrotecniche — Torino.
Il capitale è ridotto a L. 10.000.

Società Elettrica Alto Adige — Milano.
Emette 60.000 obbligazioni da L. 500 ciascuna.

S. A. I. per Elettroagricoltura — Milano.
Aumenta il capitale sociale da L. 50.000 a L. 300.000 (emettendo azioni 2500 da L. 100 ciascuna).

COSTITUZIONI, FUSIONI E SCIOGLIMENTI DI SOCIETA'.

Società Idroelettrica Alpi Marittime — Milano.
Si è deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua liquidazione.

Soc. An. Apparecchiature e costruzioni Impianti di Elettro Trazione — Milano.
Si è deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua liquidazione.

John Geloso S. A. Costruzioni Apparecchi Radio ed Elettrici — Milano.
Si è costituita la Società Anonima col capitale di L. 100.000.

Industrie Elettrotecniche Nazionali — Milano.
Si è deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua liquidazione.

Anonima Macchine Elettriche — Milano.
Si è deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua liquidazione.

Anonima di Applicazioni Elettromeccaniche — Milano.
Si è deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua liquidazione.

Società Elettro-Agricola Toscana — Livorno.
Si è deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua liquidazione.

S. A. I. Elettro Frigo-Boiler — Milano.
Si è costituita la Soc. Anonima col capitale di L. 5000.

*

Società Elettrica Maremmana - Livorno — *Società Impianti Idroelettrici della Fiora.*
Venne deliberata la fusione delle due Società mediante assorbimento della 2ª da parte della prima.

Società Elettrica della Calabria - Napoli — *Società Idroelettrica Vasi.*
Venne deliberata la fusione delle due Società coll'assorbimento della seconda da parte della prima.

Società Elettrica del Sannio - Napoli — *Società Imprese Elettriche* - Montecalvo Irpino.
Venne deliberata la fusione delle due Società mediante assorbimento della seconda da parte della prima.

Società Elettrica della Campania - Napoli — *Società Elettrica Radio.*
Venne deliberata la fusione delle due Società mediante assorbimento della seconda da parte della prima e di aumentare il capitale da L. 10.000.000 a L. 18.000.000 emettendo 32.000 azioni da L. 250.

* *

Rassegna economica del mese di ottobre.

Il Consiglio della Società delle Nazioni si è dato un gran da fare nella sua ultima riunione dello scorso mese di ottobre. E per vero i problemi che erano davanti alla sua considerazione non erano nè semplici nè pochi.

La proposta Grandi per una tregua degli armamenti ha messo in subbuglio il Consiglio sempre preoccupato di non trovarsi davanti a situazioni troppo chiare che esigono energia di decisioni e precisione di indirizzi. Tuttavia le approvazioni che la memoria ha raccolto da parte di molte nazioni sono state così esplicite e calorose che la proposta non ha potuto essere messa senz'altro da parte e ha finito col raccogliere una specie di plebiscito universale per quanto talvolta avvolto da considerazioni e limitato da prudenti riserve generiche.

Comunque la proposta ha avuto il grande merito di porre un punto fermo nella questione del disarmo che si andava sempre più dileguando nell'indeterminato e di ricondurre alla realtà delle condizioni contingenti effettive le astrazioni teoriche in cui si cercava di avvolgerla quasi come un mito utopistico. La questione è ormai posta nettamente e un primo, sia pure piccolo e timido passo, verso la soluzione è stato finalmente mosso; certo dura ancora è l'opera da compiersi per arrivare alla meta la quale però è ben degna dello sforzo di ognuno.

Un altro grattacapo al Consiglio delle Nazioni è venuto dal caotico oriente dove la tenacia e l'ardimento giapponese persegue colla costanza caratteristica della razza il programma di espansione in Cina, senza lasciarsi sfuggire nessuna occasione favorevole. Il conflitto cino-giapponese in Manciuria ha avuto dei momenti di grande tensione e poteva precipitare in conseguenze gravissime anche perchè la Russia non pareva affatto disposta a disinteressarsene. L'opera della Società delle Nazioni se non ha valso a far recedere il Giappone dalla sua intransigenza verso la Cina, è però stata sufficiente per trarre il conflitto dalla sua localizzazione alla luce della ribalta della pubblica opinione mondiale e ad imporre perciò alla azione giapponese dei vincoli di ritegno che essa non avrebbe probabilmente conosciuto altrimenti. Un particolare piccante è stato quello dell'intervento, alle sedute del Consiglio, di un rappresentante dell'America intervento che, pel suo carattere eccezionale ed evidentemente interessato, ha suscitato la più viva opposizione del Giappone. Ma l'intervento c'è stato egualmente; evidentemente ora che il vento spira da quella parte, sembra a Washington che non sia più il caso di disinteressarsi della Società delle Nazioni!!...

Ma più assai che alle sedute del Consiglio delle Nazioni, l'attenzione delle sfere politiche e dell'opinione pubblica europea è stata attratta da altri avvenimenti importanti. La evoluzione della situazione economico politica generale procede laboriosamente e faticosamente ma pur tuttavia procede sotto la pressione inesorabile dei fatti. I colloqui fra gli uomini di Stato si vanno moltiplicando ed intensificando e la persuasione che qualche cosa bisogna pur fare per uscire dalla angosciosa situazione presente si è ormai universalmente affermata.

Molto interesse ha suscitato la visita del Ministro francese Laval in America. Sebbene non si sia suscitato il successo clamoroso che era atteso da parte francese, anzi si siano sentite chiare lamentele per la freddezza colla quale il rappresentante della Francia è stato accolto a New York, tuttavia non vi è dubbio che lo scambio di idee effettuato in tale occasione ha valso a segnare un indirizzo e una direttiva che andrà seguita almeno in un primo tempo.

La opposizione americana sembra decisamente avversa ad un interessamento alle cose europee fino a che non si sia effettuata una revisione del patto Young o addirittura del Trattato di Versailles. Ma fino a questo punto non è per ora da pensare di trascinare la Francia. Qualche cosa però è stato deciso di fare e ne sono sintomo le conversazioni subito incominciate fra Laval, al suo ritorno, e l'ambasciatore tedesco a Parigi.

Non si sa di concreto quale sia il piano stabilito di azione verso la Germania. Certo è che la moratoria di un anno proposta da Hoover non sarà prorogata alla sua prossima scadenza; ciò rende inevitabile una sistemazione delle riparazioni prima dell'epoca della scadenza. Anche più urgente è la questione dei crediti a breve scadenza per la quale pure è necessario trovare una sistemazione se si vuole evitare di precipitare nel baratro la Germania e con essa gran parte della economia europea.

In Germania intanto i partiti nazionalisti continuano a guadagnare terreno e sebbene le recenti elezioni abbiano ancora segnato un successo di Brüning, non pare lontano il tempo in cui i seguaci di Hitler entreranno a far parte del Governo. Ciò che non può molto ben disporre la Francia.

L'interessamento sempre maggiore dell'America alle cose europee è anche dimostrato dall'invito rivolto al nostro Ministro Grandi di recarsi a New York. Grandi partirà ai primi di novembre e i suoi colloqui americani saranno senza dubbio molto importanti.

Il grande prestigio di cui l'Italia gode oggi nella politica europea è dimostrato anche dall'intenso interessamento suscitato dalla visita del Ministro Grandi a Berlino, dove fu accolto con singolare festosità. A questa visita si attribuisce una grande importanza politica perchè in essa sarebbero state esaminate molte gravi questioni che sono attualmente pendenti e per le quali una cooperazione italo-tedesca potrebbe essere molto efficace.

Intensi rapporti diplomatici sono poi in corso anche fra Parigi e Londra. L'Inghilterra ha ritrovato nel momento della difficoltà tutta la sua vecchia fierezza e l'esito delle elezioni generali ha trionfalmente dimostrato il profondo patriottismo della popolazione e la ferma volontà di ripresa che pervade il Paese. L'Inghilterra continuerà dunque ad essere importantissimo elemento nel gioco attuale della sistemazione europea.

La crisi inglese ha però avuto larghe ripercussioni in tutta Europa. Non solo parecchi Paesi monetariamente legati alla sterlina sono stati costretti come questa ad abbandonare la parità aurea, ma

anche la maggior parte degli altri hanno dovuto ricorrere a mezzi difensivi elevando il relativo tasso di sconto. Dal 20 settembre (prima della crisi inglese) al 1 ottobre si sono difatti verificati i seguenti aumenti nei tassi di sconto ufficiali. Inghilterra dal 4,5 % al 6 %; Norvegia dal 5 all'8 %; Finlandia dal 6 al 7,5 %; Danimarca dal 4,5 al 6 %; Bulgaria dall'8 % al 9,5 %; Grecia dal 9 al 12 %; Olanda dal 2 al 3 %; Svezia dal 4 all'8 %; Cecoslovacchia dal 5 al 6,5 %; India dal 7 all'8 %; Italia dal 5,5 al 7 %.

*

Il movimento del commercio per l'estero presenta nel mese di settembre una caratteristica che merita di essere rilevata. Da tempo abbiamo segnato la costante tendenza delle importazioni a ridursi in misura molto superiore alle esportazioni; ciò era dovuto indubbiamente in buona parte alla crisi industriale che produceva una riduzione nell'importazione di materie prime. Ma la relativa sostenutezza delle esportazioni dimostra che non solo questo fatto era la causale della accennata tendenza ma che ad essa concorrevano altre cause fra cui una saggia politica doganale e il senso innato del risparmio del nostro popolo che andava riducendo gli acquisti inutili di merci straniere.

Si veniva così progressivamente delineando un alleggerimento notevole dello sbilancio commerciale, fenomeno altamente benefico in quanto, rendendo più leggera la bilancia dei pagamenti all'estero, contribuiva efficacemente a consolidare le posizioni della nostra valuta e a difendere la nostra situazione finanziaria nei rispetti delle altre nazioni.

L'importanza di questo fatto non è mai forse stata grande come in questi tempi nei quali la indipendenza economica è così strettamente lagata a quella politica, e nei quali si vede come l'arma della pressione monetaria o creditizia sia adoperata senza riguardo anche contro nazioni che sembravano inattaccabili assolutamente sotto questo aspetto e al sicuro da ogni manovra del genere, più o meno larvatamente esercitata.

L'Italia che ha saputo salvarsi a tempo dal pericolo di una inflazione creditizia che l'avrebbe a un certo momento resa completamente in balia dei banchieri esteri, ha anche saputo con una rigorosa politica di contenimento delle importazioni mantenere una sufficiente agilità finanziaria ed una corrispondente libertà di manovra politica.

Grande è dunque la importanza pratica di questo movimento di alleggerimento della bilancia commerciale; esso si era andato incrementando rapidamente in questi ultimi tempi e nelle note precedenti facevamo notare come, nel mese di agosto, l'intervallo fra il valore delle esportazioni e quello delle importazioni si fosse ridotto a una entità quasi trascurabile.

Nel settembre si è addirittura arrivati a invertire il rapporto, cioè si è veduto il valore delle esportazioni superare quello delle importazioni; la bilancia commerciale è stata nettamente attiva per l'Italia. E' la prima volta che questo avviene, dopo molto tempo, forse da prima della guerra; il fatto merita quindi di essere rilevato con grande soddisfazione. Non ci si può certo illudere che questo equilibrio una volta raggiunto debba considerarsi senz'altro definitivamente acquisito. L'Italia è troppo debitrice all'estero di materie prime perchè la ripercussione di questa condizione non abbia a riflettersi sull'andamento della bilancia commerciale. Ma pur tuttavia il risultato toccato nel mese di settembre è degno di rilievo come indice di una tendenza che deve essere perseguita con tutta energia e con la fiducia ormai acquisita che la meta non è irraggiungibile.

Dai dati ufficiali pubblicati dalla Direzione delle Dogane, risulta dunque che nel mese di settembre ora trascorso il valore delle merci importate in Italia è stato complessivamente di L. 839.217,331, mentre quello delle merci mandate all'estero è salito a L. 870.983,847, lasciando un margine attivo nella bilancia commerciale di circa 32 milioni di lire. Nel settembre dello scorso anno le cose stavano molto diversamente: si ebbero infatti allora 1272 milioni di lire di importazioni contro 901 milioni di lire di esportazioni, con un disquilibrio di 281 milioni di lire. Come si vede la riduzione verificatasi nelle importazioni è stata in questo mese di circa 433 milioni di lire, mentre per le esportazioni si è limitata a circa 30 milioni di lire.

Tutto l'andamento degli scambi commerciali coll'estero è stato durante questo anno notevolmente migliore che nell'anno scorso. Infatti nei primi 9 mesi del 1931 si sono verificate importazioni per 9106 milioni di lire, mentre nello stesso periodo del 1930 esse erano state di 13.066 milioni; le esportazioni hanno invece rappresentato un valore complessivo di 7405 milioni contro 9043 milioni. In conseguenza di ciò il deficit della bilancia commerciale che era salito a 4022 milioni di lire nei primi 9 mesi dello scorso anno, si è ridotto a 1701 milioni alla fine settembre del 1931, con un alleggerimento di circa 2321 milioni di lire.

Ad ottenere questo risultato hanno contribuito anche le minori importazioni di grano. Infatti nel settembre di quest'anno si sono importati soltanto 88.910 quintali di grano in confronto a 1.571.946 quintali nel settembre dello scorso anno. Complessivamente nei primi 9 mesi le importazioni di grano sono state di 1.062.499 quintali nel 1931 mentre erano state di 4.152.240 quintali nello stesso periodo del 1930; si è dunque verificata una diminuzione di oltre 3 milioni di quintali.

Per quanto riguarda la contrazione ricordata nelle esportazioni, è opportuno rilevare che si tratta di un fenomeno assolutamente generale e comune a tutti i Paesi produttori del mondo i quali anzi, in generale, ne risentono in proporzione molto maggiore che non l'Italia.

Limitando infatti le nostre considerazioni soltanto al primo semestre dell'anno in corso, che per l'Italia è stato meno favorevole dei mesi successivi, troviamo che la diminuzione delle esportazioni è stata del 26,3 % nei confronti del primo semestre dell'anno precedente (3468 milioni di lire, contro 4767 milioni). Nello stesso periodo considerato gli Stati Uniti hanno visto discendere le loro esportazioni da 1352 milioni di dollari a 823 milioni circa, con una contrazione del 39 %. In Inghilterra si è pure passati da 259,6 milioni di sterline a 166,3 milioni segnando una diminuzione del 36 % circa. Nella Svizzera si è pure manifestata una contrazione del 25 % essendo le esportazioni passate da 714 a 532 milioni di franchi. Una diminuzione apparentemente minore si è verificata in Germania dove le esportazioni sono passate da 4344 milioni di marchi a 3442 milioni, con una contrazione del 20 %; bisogna però ricordare che questi dati comprendono anche le esportazioni in conto riparazioni le quali naturalmente non sono diminuite; ma se si depurassero le cifre citate dai valori relativi ai conti riparazioni, si metterebbe in evidenza una contrazione percentuale ben superiore al 20 %.

Caratteristico a questo riguardo è il comportamento della Francia la quale è soggetta a un continuo e rapido peggioramento della sua bilancia commerciale. Infatti nel primo semestre le esportazioni sono passate da 14.125 milioni di franchi a 10.160 milioni di franchi presentando una diminuzione del 27,5 %. Il movimento è continuato nei mesi successivi cosicchè alla fine dei primi 9 mesi dell'anno in corso si registrarono 23,4 miliardi di franchi di esportazioni contro 32,7 miliardi dell'anno precedente; la contrazione percentuale è salita a 28,5 %. Ma il fatto grave si è che contemporaneamente le importazioni diminuiscono in misura molto più limitata, passando da 39,2 miliardi di franchi a 33,4 miliardi. Conseguentemente si nota questo anno un peggioramento, che va sempre aumentando, della bilancia commerciale francese la quale da un deficit di 6,5 miliardi di franchi verificatosi nei primi 9 mesi dello scorso anno, è passata ad uno di 9,97 miliardi nell'anno in corso, con un aggravamento di 3,4 miliardi di franchi. Quando si tenga presente che anche le così dette esportazioni invisibili, provenienti dal movimento turistico, sono in forte contrazione si vede come l'ammassamento aureo nelle casse della Banca francese trovi una contropartita minacciosa in questo vero e proprio movimento di progressivo indebitamento in oro verso l'estero,

E' interessante notare come quest'anno, per la prima volta da lungo tempo, la bilancia degli scambi commerciali fra Francia e Italia si sia rivolta decisamente a nostro favore. Infatti, mentre nei primi 6 mesi del 1930 avevamo importato dalla Francia per 898 milioni di lire di merci ed esportato soltanto per 620 milioni, restando inferiori per 278 milioni di lire, nel primo semestre di quest'anno le esportazioni italiane in Francia sono state di 587 milioni, mentre le importazioni di merci francesi sono scese a 439 milioni lasciando un margine attivo di circa 148 milioni di lire a nostro favore.

In miglioramento è anche la nostra bilancia commerciale colla Jugoslavia grazie ad una progressiva riduzione delle importazioni passate nel primo semestre da 375 milioni di lire nel 1930 a 230 milioni nel 1931, mentre le nostre esportazioni passavano da 135 a 90 milioni di lire.

*

Uno dei fenomeni più interessanti e più significativi di questo periodo violento e generale di crisi è costituito indubbiamente dalla fermezza dimostrata dalla lira nei confronti della quotazione coll'oro. Quando, subito dopo l'abbandono della parità aurea da parte dell'Inghilterra, il nostro Governo annunciò l'intendimento di mantenere invariata la quotazione della nostra valuta, non mancarono i dubbiosi e i pessimisti cui non pareva possibile che la lira italiana potesse attraversare incolume la burrasca che travolgeva la sterlina, e con essa le valute di parecchie Nazioni ritenute dall'economia solidissima.

Gli è che la bufera presente era stata se non proprio preveduta, almeno prevenuta da chi regge le sorti del nostro Paese e perciò a tempo erano stati presi i provvedimenti per la difesa salda della nostra valuta e per renderla per quanto è possibile indipendente dalle altre valute estere e da ogni eventuale manovra di borsa.

I fatti hanno dimostrato l'opportunità e l'efficacia di tali provvedimenti e l'attuale successo costituisce una meritata vittoria preparata da una oculata ed energica volontà direttiva che a ragione può vedere nella tranquillità odierna della lira un ambito successo della propria politica monetaria. L'Italia ottiene oggi il premio della sua saggezza, del suo spirito di sacrificio, della sua fede nel futuro successo; altre vittorie seguiranno di cui l'attuale è come la promessa e l'annuncio. Anche nel campo economico il successo è dei pazienti, dei tenaci e dei forti.

La lira ha naturalmente risentito in una certa misura del disorientamento del mercato monetario prodotto dalla caduta della sterlina e specialmente dell'ondata di panico che si è rapidamente diffusa negli ambienti finanziari. Ma è interessante seguire l'andamento delle quotazioni ed osservare come dopo il primo scossone, molto limitato del resto, la quotazione della lira sia andata rapidamente, con moto deciso riprendendo il suo valore normale senza oscillazioni e senza dubbi.

Dopo avere superato, nei primi momenti, la quotazione di 20 lire per dollaro, già si scendeva a 19,85 al 23 settembre u. s., all'inizio del mese di ottobre si era già arrivati a 19,30; il 12 ottobre si scendeva a 19,22 per oscillare poi intorno a 19,20 con tendenza a ribassare ancora. Ci si è cioè tosto riportati nei pressi della quotazione ufficiale che è di 19, con margine legale fino a 19,10, nei riguardi del dollaro.

Queste cifre costituiscono per così dire il collaudo più persua-

sivo della stabilità della valuta italiana, collaudo ottenuto in condizioni particolarmente difficili e pericolose.

E' questa una constatazione molto confortante e di grande importanza pratica perchè è ben noto come la costanza del valore della unità monetaria influisca in modo molto notevole su parecchi fenomeni economici fondamentali per la vita del paese e come tale costanza sia benefica per il commercio e per le industrie che hanno bisogno di fare dei preventivi e dei calcoli a scadenza su basi sicure.

Le situazioni della Banca d'Italia segnalano bensì una diminuzione di qualche centinaio di milioni di lire nella nostra riserva di divise pregiate, ma al lettore non sarà sfuggito il fenomeno relativamente nuovo che i giornali politici hanno più volte segnalato. Vogliamo alludere alla entrata ripetutamente verificatasi di notevoli quantità di oro in Italia. La verità è che le riserve in oro della Banca d'Italia vanno aumentando progressivamente. Al 20 settembre u. s. il rapporto di riserva aurea (escluse le valute equiparate) e massa in circolazione era salito a 37,26. Da allora il rapporto è nuovamente cresciuto e il fenomeno accenna a continuare. Si manifesta cioè la tendenza evidente a provvedere alla copertura legale della circolazione, che è stabilita, come si sa, al 40 %, esclusivamente con riserva metallica ritenendo come un di più le valute equiparate. Questo stato di cose è ormai quasi raggiunto e costituisce una nuova ragione di saldezza della lira.

La nostra esposizione all'estero è poi tale che nessuna efficace manovra contro la lira può essere tentata. Noi ci siamo fortunatamente fermati a tempo sulla pericolosa via dell'indebitamento verso l'estero e d'altra parte contiamo delle contropartite non indifferenti. Quanto sia stato provvidenziale a suo tempo questo arresto è dimostrato da quello che è avvenuto in Germania, in Inghilterra e perfino negli Stati Uniti che avrebbero potuto essere in pericolo senza l'accordo intervenuto fra le Banche Federali e la Banca di Francia; quanto sia errata una esagerata politica di prestiti esteri è ben documentato da questi avvenimenti sensazionali.

Mancano quindi le ragioni tecniche che possano provocare una caduta della lira e d'altra parte mancano anche le ragioni psicologiche che possano generare un panico pericoloso. La incolumità finora dimostrata dalla lira sta a garantire meglio di ogni altra cosa la inverosimiglianza di un tale avvenimento il quale avrebbe, caso mai, dovuto verificarsi prima d'ora.

Non bisogna infatti dimenticare che la grave crisi monetaria mondiale che oggi attraversiamo è in gran parte dovuta a un dilagare di panico sempre più irrazionale e disorientato.

Dopo il crollo del Creditanstalt in Austria, il malessere che già si notava, si manifestò apertamente dando luogo nei vari Paesi a una fuga di capitali verso le nazioni ritenute più sicure: Francia, Svizzera, Olanda, Stati Uniti. Il movimento di accelerò straordinariamente dopo i primi segni della debolezza inglese invadendo anche i Paesi baltici, e perfino l'Olanda e la Svizzera, e si verificò l'imponente flusso di oro verso la Francia, che dura tuttora.

Negli Stati Uniti erano depositati dalle Banche di emissione del mondo circa 1200 milioni di dollari. Un violento esodo di oro si manifestò presto e continua dall'America verso l'Europa, e raggiunge di già proporzioni rilevantissime. Si comincia ormai a discorrere della saldezza del dollaro, mentre un accenno di inflazione va manifestandosi anche in quel ricchissimo Paese.

Il risparmio così allarmato, non sa più dove rifugiarsi e già si notano, all'estero, segni di una progressiva diffidenza contro l'Istituto bancario in genere, col ritiro dei vecchi depositi e il mancato afflusso dei nuovi. Il movimento si è delineato nettamente ad esempio nella Svizzera e in Francia e in altri Paesi dove si incrementano le domande di rimborsi dei depositi. Ne sono derivate condizioni allarmanti per le Banche e per le Società finanziarie, come si è visto in Francia dove lo Stato ha dovuto correre in parecchi casi ai ripari; negli Stati Uniti il movimento ha avuto uno sviluppo enorme provocando dal 1° gennaio al 31 agosto 1931 la chiusura di oltre 900 Banche che rappresentavano circa 700 milioni di dollari di depositi.

Tutto questo periodo burrascoso è stato attraversato con quasi completa incolumità dal nostro Paese che ne può essere fiero e contento. Non si è manifestato esodo di capitali in misura sensibile, non vi è stato panico fra i risparmiatori, la valuta è rimasta salda. Le conseguenze di questa prova di fede, di saggezza e di energia, stanno maturando e avranno felici ripercussioni per l'avvenire prossimo del Paese.

*

Si comprende quindi come numerosi siano stati i plausi rivolti al Governo per la difesa della lira da parte di Enti e Istituti finanziari. Il successo di tale politica è stato largamente riconosciuto all'estero dove non si è mancato di fare il confronto fra quanto avviene in Italia e in tanti altri Paesi.

A proposito di quanto dicevamo riguardo al panico dei risparmiatori può essere interessante rilevare alcuni dati ufficiali recentemente pubblicati. Risulta da essi che dal 1° luglio 1930 al 1° luglio 1931 i depositi presso i Monti di Pietà sono andati progressivamente aumentando con una media mensile di circa 25 milioni di lire, e per un totale di oltre 300 milioni di lire. Al 31 luglio 1931 si era così arrivati ad un ammontare complessivo dei depositi pari a 1372 milioni di lire, dei quali 777 milioni sono depositi a risparmio.

Naturalmente se la lira ha potuto essere efficacemente difesa, ciò non significa che la nostra economia nazionale non abbia a risentire le ripercussioni delle gravissime condizioni generali del momento.

Le più immediate ed evidenti di tali ripercussioni sono quelle di cui risente il bilancio dello Stato, il quale registra, come è noto da parecchi mesi una eccedenza delle uscite rispetto alle entrate; eccedenza, del resto, già contemplata nello stato di previsione come abbiamo a suo tempo largamente illustrato.

Le risultanze ultime pubblicate cioè quelle del Conto del Tesoro al 30 settembre, mettono in evidenza il proseguire di questa tendenza. Sono stati infatti registrati nel mese di settembre accertamenti di entrate effettive per complessivi 1428 milioni di lire, mentre nello stesso mese le uscite sono salite a 1771 milioni di lire, si è dunque avuto un deficit mensile di 343 milioni nella parte effettiva del bilancio, ciò che, aggiunto al disavanzo accumulatosi nei mesi precedenti, eleva il deficit di bilancio a un totale di 804 milioni.

Tenendo conto poi del capitolo movimento capitali che complessivamente presenta un passivo di 48 milioni, il disavanzo totale delle due categorie arriva, alla fine del mese di settembre, a circa 912 milioni.

Si tratta di una somma indubbiamente rilevante che è destinata ad incrementarsi ulteriormente nei mesi successivi sebbene il gettito della nuova sopratassa doganale possa intervenire a smorzare beneficamente, in una certa misura, il fenomeno.

Buone appaiono, dal Conto del Tesoro, le condizioni di cassa. Risulta infatti al 31 settembre una disponibilità liquida di circa 2023 milioni di lire, dei quali 1752 in conto corrente presso la Banca d'Italia e il rimanente presso la Tesoreria, la Zecca o i corrispondenti all'estero.

In sensibile aumento si presentano i debiti pubblici interni che arrivano a 92.172 milioni di lire, con un incremento di 865 milioni di lire di cui 786 milioni nei debiti patrimoniali e 79 milioni nel debito fluttuante per maggiori somme affluenti sui conti correnti col Tesoro.

La circolazione bancaria continua a diminuire scendendo, alla fine di settembre a 14.481 milioni di lire, con una contrazione, nel mese, di 164 milioni.

Un'altra ripercussione della crisi perdurante, oltre il disavanzo del bilancio, è quella della disoccupazione. Sebbene il programma di lavori deliberato e messo in attività con energica prontezza valga a lenire grandemente il fenomeno, tuttavia, dato l'approssimarsi della stagione invernale, non è possibile infrenarlo completamente ed impedire che il numero degli operai che restano senza lavoro vada di mese in mese crescendo.

Così il numero dei disoccupati che era di 693.256 al 31 agosto, è ulteriormente salito a 747.764 alla fine di settembre. A questo numero portano il loro contributo tutte le forme di attività del Paese. Nell'agricoltura, caccia e pesca, si registrano 163.390 disoccupati; nelle industrie che lavorano i prodotti dell'agricoltura, della caccia e della pesca, 76.522; nelle industrie estrattive del sottosuolo 217,69; nelle industrie dei metalli 72.827; nelle industrie dei minerali, edilizie, stradali e idrauliche 215.166; nelle industrie tessili 90.135; in quelle chimiche 12.164; nei servizi rispondenti a bisogni collettivi 42.420; negli esercizi pubblici 14.121; vi sono poi 6509 disoccupati nel personale non qualificato e 28.717 nel personale non operaio.

La situazione è indubbiamente dolorosa ma purtroppo corrisponde ad uno stato di cose universale che non è in nostro potere correggere; anzi le statistiche dimostrano come, sotto questo aspetto, le condizioni dell'Italia siano meno gravi assai che nella maggior parte degli altri Paesi.

Dovunque si è manifestato un incremento notevolissimo della disoccupazione in confronto dell'anno precedente. Le cifre che qui riportiamo a titolo di confronto sono altamente significative.

Al 15 agosto di quest'anno si contavano in Austria 196.321 disoccupati contro 156.124 alla stessa data dello scorso anno; nel Belgio 62.339 contro 15.203; nel Canadà 32.400 contro 18.473; in Cecoslovacchia 210.908 contro 77.309; in Danimarca 36.000 contro 26.232; in Germania 4.104.000 contro 2.882.500; in Inghilterra 2.142.824 contro 1.500.900; in Italia 693.272 contro 375.548; in Olanda 65.952 contro 32.755; in Polonia 251.608 contro 173.627; nella Svezia 41.261 contro 27.170; nella Svizzera 18.505 contro 10.341; in Ungheria 29.412 contro 21.860; nella Nuova Zelanda 48.670 contro 5371. Negli Stati Uniti la percentuale degli iscritti alle organizzazioni operaie che erano senza lavoro, alla data suddetta salivano al 18,9 % contro il 15,7 % al 15 agosto 1930, il che vuol dire in totale fra i 7 e gli 8 milioni.

Curiosa è la situazione della Francia, dove le statistiche ufficiali darebbero soltanto 53.673 disoccupati (contro circa 11.000 dello scorso anno); tale cifra è assai vivacemente contestata da parte delle organizzazioni operaie le quali sostengono che i senza lavoro ammontano già in Francia a oltre 700.000! Il leader socialista L. Blum in un recente articolo, basandosi su pubblicazioni di carattere semi ufficioso crede di poter stabilire che attualmente vi sono in Francia più di 650.000 operai completamente senza lavoro e circa un milione e mezzo di operai parzialmente disoccupati! La disparità delle cifre non potrebbe essere più sensazionale; probabilmente non si è lontani dal vero assumendo un valore intermedio fra i due estremi, ciò che porta a dimostrare come anche in Francia, che è pure, per tante ragioni, in condizioni privilegiate, il fenomeno della disoccupazione si faccia ormai gravemente sentire.

Se si riportano le cifre che abbiamo citato alla popolazione dei diversi Paesi è facile convincersi che la disoccupazione è percentualmente più leggera in Italia che all'estero. Non che questa sia una consolazione per noi, ma è una constatazione che giova fare per una equa valutazione del momento economico presente.

La produzione della energia elettrica marca in modo evidente il periodo di crisi. Il movimento di rapido incremento che si andava verificando da parecchi anni si è nettamente arrestato già nello scorso anno, per invertirsi addirittura nell'anno in corso dove si nota una diminuzione della produzione. Infatti nell'agosto di quest'anno secondo le statistiche della UNFIEL che riguardano circa il 93 % della produzione totale italiana, si sono generati 863.914.000 kWh mentre nell'agosto 1931 si era arrivati a 912.483.000 di kWh. Nel periodo dei primi otto mesi dell'anno in corso la produzione è stata complessivamente di 6457 milioni di kWh contro circa 6694 milioni nello stesso periodo del 1930.

E' questo uno dei sintomi certamente più eloquenti del malessere che travaglia le nostre industrie e del rallentato ritmo dell'attività produttrice del Paese. Purtroppo non ne mancano altri.

Il movimento ferroviario di trasporto merci risente, come è naturale, in modo diretto le conseguenze della minore intensità di lavoro nelle industrie. Mentre nel mese di settembre del 1930 si erano trasportati 4.913.890 tonnellate di merci, nel settembre di quest'anno si è scesi a 4.079.781 tonnellate. Estendendo il confronto al periodo dei primi nove mesi dell'anno, si trovano 40.890.161 tonnellate di merci trasportate nel 1930 e soltanto 33.568.411 tonnellate nel 1931. Ciò fa vedere in quali difficoltà si trovi l'Amministrazione ferroviaria per mantenere attivo o almeno in pareggio il bilancio dell'Azienda, perchè come è noto molte voci di spesa sono fisse o, quanto meno, diminuiscono in proporzione molto minore che non il traffico.

Analoghe constatazioni si possono fare riguardo al movimento delle navi nei porti. Mentre nel settembre del 1931 erano approdate nei nostri porti 18.262 navi e ne erano ripartite 18.374, nello stesso mese di quest'anno il movimento è sceso a 17.898 navi in arrivo e 17.877 navi in partenza. Quanto al movimento delle merci si sono avute 2.125.022 tonnellate di merci sbarcate e 671.950 tonnellate di merci imbarcate nel settembre dell'anno scorso e 2.117.723 tonnellate sbarcate e 622.966 tonnellate imbarcate nel settembre del 1931. In leggero aumento, da 814.704 a 853.154, si presenta invece il movimento dei passeggeri in arrivo o in partenza.

E' interessante a questo riguardo osservare che si delinea un miglioramento nella situazione della nostra marina mercantile come risulta dalle statistiche del naviglio in disarmo, il quale presenta rispetto alla situazione del settembre 1930 un alleggerimento di 7000 tonnellate pari all'1,23 %; la situazione attuale è però del 6,95 % migliore del minimo toccato nel febbraio 1931 quando si avevano 604 mila tonnellate di naviglio in disarmo. Il rapporto fra naviglio disoccupato (al 1° settembre) e quello totale esistente (al 30 giugno) è ora del 16,71 % invece di 17,55 % come nello scorso anno.

Le statistiche relative alla produzione delle principali merci segnano anch'esse, con grande uniformità, una progressiva riduzione. Così, si sono prodotte 99.681 tonnellate di laminati di ferro nell'agosto e 904.201 tonnellate complessivamente nei primi otto mesi del 1931, mentre se ne erano prodotti rispettivamente 122.696 tonnellate e 1.117.673 tonnellate nell'anno precedente.

Analogo andamento segna la produzione della ghisa scesa a 43.121 tonnellate nel settembre e a 384.699 tonnellate nei primi nove mesi di quest'anno, contro 44.768 tonnellate prodotte nel settembre 1930 e 400.121 tonnellate nei primi nove mesi dello stesso anno. Per l'acciaio si sono avute produzioni di 122.440 tonnellate nel settembre e 1.099.695 tonnellate nei primi nove mesi del 1931, mentre i corrispondenti dati pel 1930 erano stati di 154.725 tonnellate e 1.368.100 tonnellate.

Nei primi nove mesi dell'anno in corso si sono prodotte 25.865 tonnellate di leghe di ferro (contro 35.160 tonnellate nello stesso periodo dello scorso anno); 17.769 tonnellate di piombo (contro 17.604 tonnellate); 12.269 tonnellate di zinco (contro 13.718 tonnellate); 8207 tonnellate di alluminio (invece di 6025 tonnellate); 721 tonnellate di rame (invece di 261 tonnellate); 917 tonnellate di mercurio (invece di 1371 tonnellate); 192 tonnellate di antimonio (contro 142 tonnellate).

In forte contrazione è la produzione del cemento che, nelle 138 fabbriche censite, è scesa da 23,3 milioni di quintali nei primi otto mesi del 1930, a 20,7 milioni di quintali nello stesso periodo di quest'anno; altrettanto può dirsi dei perfosfati scesi da 9,8 milioni di quintali a 5,7 milioni di quintali, sempre nei primi otto mesi dell'anno. La carta, da 2288 milioni circa di quintali nel 1930, è passata a 2158 milioni di quintali nei primi otto mesi del 1931. Una ripresa segna invece la produzione della seta artificiale, passata da 20.428 tonnellate nello scorso anno (primi otto mesi) a 22.473 tonnellate nel 1931.

✻

Due fatti importanti sono intervenuti ad influenzare il nostro mercato borsistico durante il mese di ottobre, all'infuori delle ripercussioni dei gravi avvenimenti finanziari all'estero e dell'inquietudine della situazione politica internazionale. Vogliamo accennare all'aumento del tasso di sconto dal 5,5 % al 7 % e al Decreto che ripristina l'obbligo del deposito preventivo del 25 % del valore dei titoli per le operazioni a termine. Quest'ultimo provvedimento inspirato a un sano concetto di difesa del mercato, e imitato anche all'estero (a Parigi il deposito è del 40 %) ha prodotto una sensibile contrazione nel volume degli affari cosicchè durante il mese le Borse hanno segnato una stasi molto pronunciata con scarsissime contrattazioni.

Perdono quindi molto di interesse le considerazioni sull'andamento dei vari titoli dato che le masse scambiate sono state limitatissime, quando pure non si tratta addirittura di quotazioni puramente nominali o quasi. Si può dire tuttavia in generale che il mercato è stato quasi sempre molto ben sostenuto durante il mese; nell'ultima ottava però si delineava una decisa orientazione al declino che imprimeva a tutto il mercato un andamento pesante e cedente.

I titoli di Stato dopo una breve inflessione sotto l'effetto dell'aumento del tasso di sconto, si sono brillantemente ripresi e continuano nella loro buona sostenutezza.

I bancari sono stati calmissimi e quasi trascurati e non segnano nessuno spostamento di qualche importanza.

I titoli meccanici e metallurgici dopo un mese di buona sostenutezza segnano un deciso declino, su contrattazioni molto limitate, in chiusura. Analogo diagramma segnano i valori tessili, mentre le sete artificiali si difendono meglio.

Poco trattati i titoli dei trasporti e i saccariferi; migliore tendenza seguono gli immobiliari.

Il gruppo degli elettrici è stato, per tutto il mese, più movimentato degli altri col risultato definitivo però di quasi generali sensibili perdite.

RENATO SAN NICOLO'.

Variazioni dei titoli elettrici nel mese di ottobre.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	500	511,—	516,50	478,50
Lombarda	500	312,—	311,50	287,—
Bresciana	200	111,—	165,—	159,—
Adamello	250	127,—	123,75	126,—
Unione Esercizi Elettrici	50	25,50	30,25	25,50
Elettricità Alta Italia	250	60,—	60,—	60,—
Officine Elettriche Genovesi	250	221,—	238,—	—,—
Adriatica	100	155,50	158,50	143,50
Compagnia Imprese Elettriche Liguri	175	148,—	147,—	144,—
Ligure Toscana	200	225,50	225,50	226,75
Generale Elettr. della Sicilia	100	54,25	54,87	51,75
Elettrica Brioschi	250	290,—	270,—	250,—
Emiliana Esercizi Elettrici	350	291,—	289,—	287,—
Forze Idrauliche Crespi	375	955,—	295,—	292,—
Elettrica Valdarno	100	175,50	127,—	123,50
Tirso	250	143 —	160 —	155,—
Terni	400	305,—	308,—	287,—
Meridionale di Elettricità	250	200,—	202,—	193,—
Idroelettrica Piemontese	125	84,—	83,—	68,50
Dinamo	200	148,—	148,—	145,—
Elettricità e Gas di Roma	500	770,—	748,—	780,—

Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di ottobre.

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI

Carboni da vapore:						
Cardiff primario	L.	156,—	a	L.	159,—	alla tonn.
Americano	»	—,—	»	»	—,—	»
Slesia	»	135,—	»	»	138,—	»
Sarre	»	158,—	»	»	160,—	»
Antraciti:						
Inglese primaria (in pezzatura)	L.	245,—	a	L.	278,—	alla tonn.
Tedesca (in pezzatura)	»	275,—	»	»	300,—	»
Coke:						
Coke da gas nazionale	L.	180,—	a	L.	182,—	alla tonn.
» metallurgico inglese	»	175,—	»	»	178,—	»
» » nazionale	»	200,—	»	»	208,—	»
Petrolio	»	196,—	»	»	216,—	al Q.le
Nafta:						
Per Diesel	L.	590,—	a	L.	620,—	alla tonn.
Per caldaie	»	275,—	»	»	300,—	»
Benzina in fusti	»	241,—	»	»	301,—	al Q.le

METALLI

Ghisa:						
Eglinton N. 1	L.	535,—	a	L.	545,—	alla tonn.
Middlesbrò N. 3	»	435,—	»	»	450,—	»
Ematite	»	460,—	»	»	470,—	»
Lussemburgo-Lorena	»	375,—	»	»	385,—	»
Ferro:						
Laminato omogeneo	L.	77,50	a	L.	79,50	al Q.le
Poutrelles	»	75,50	»	»	—,—	»
Lamiere da 4 mm. in più	»	85,50	»	»	—,—	»
Acciaio:						
Rapido per utensili	L.	400,—	a	L.	7000,—	al Q.le
Martin resist. 50-70	»	95,—	»	»	140,—	»
Tubi bollitori	»	275,—	»	»	330,—	»
Rame:						
Elettrolitico	L.	415,—	a	L.	440,—	al Q.le
In fogli comuni	»	605,—	»	»	625,—	»
In barre tonde e quadre	»	625,—	»	»	645,—	»
Stagno in pani	»	1250,—	»	»	1300,—	»
Zinco in pani 1ª fusione	»	180,—	»	»	190,—	»
Piombo in pani 1ª fusione	»	165,—	»	»	175,—	»
Antimonio in pani	»	430,—	»	»	450,—	»
Ottone in barre	»	410,—	»	»	430,—	»
Alluminio in pani	»	850,—	»	»	910,—	»

Associazione Elettrotecnica Italiana
Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

SCHEMA DI NORME PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DEGLI IMPIANTI ELETTRICI NEI TEATRI, CINEMATOGRAFI E LOCALI DI SPETTACOLO IN GENERE

COMPILATE DAL SOTTOCOMITATO IMPIANTI
Presidente P. Ferrerio
Banfi - Barbagelata - Cenzato - Fano - Ferrario
Ghetti - Leanza - Manfredi - Massarelli - Neri - Prinetti
Rebora - Revessi - Roncaldier - Salvini - Taccani

NOTA BENE. - Secondo il disposto dell'Art. 10 dello Statuto del C. E. I. chiunque avesse osservazioni o suggerimenti da fare in merito al presente Schema è pregato di volerli comunicare entro tre mesi da oggi alla Segreteria del C. E. I. presso l'Ufficio Centrale dell'A. E. I. (Milano - Via S. Paolo, 10).

I. - Definizioni e Norme generali.

101. Si definisce «*locale per pubblico spettacolo*» il complesso degli ambienti, compresi quelli annessi e di servizio, costituenti un teatro, un cinematografo od una sala di concerti, balli, conferenze, esposizioni o riunioni pubbliche in genere. Gli impianti elettrici in tali «locali», oltre a soddisfare alle Norme C.E.I. per la costruzione e l'esercizio degli impianti elettrici, devono rispondere alle prescrizioni seguenti.

102. Gli impianti per la produzione o la trasformazione della energia e in particolare tutti gli apparecchi in olio devono essere disposti in un ambiente, costruito con materiale incombustibile, possibilmente separato da tutti gli altri, con accesso dall'esterno e tale, in ogni modo, che in caso di esplosione od incendio degli impianti contenutivi non vi sia pericolo per gli altri ambienti del *locale per pubblico spettacolo*.

Nello stesso ambiente va installato su ogni conduttura che vi arrivi dall'esterno, o che parta dal generatore quando l'energia sia prodotta in loco, un interruttore, manovrabile anche dall'esterno, il quale permetta di togliere completamente la corrente a tutto il locale. L'accesso a tale ambiente sarà riservato alle persone appositamente autorizzate.

103. La distribuzione dell'energia deve essere fatta a mezzo di un quadro di manovra, il quale, oltre che l'interruttore generale, deve portare per ogni circuito un interruttore multipolare automatico a massima o provvisto di valvole.

Il quadro va installato in posizione ed in modo da risultare sufficientemente lontano e convenientemente separato da materiali combustibili e da essere accessibile soltanto al personale che vi è addetto.

È consentita l'adozione di due quadri, nel qual caso è consigliabile siano disposti in ambienti il più possibile lontani fra di loro.

104. La distribuzione deve essere suddivisa convenientemente in modo che risultino alimentati indipendentemente i seguenti impianti:

a) illuminazione della sala del pubblico;
b) illuminazione degli ambienti accessori e di servizio della sala stessa; e illuminazione esterna;
c) illuminazione generale del palcoscenico;
d) illuminazione degli ambienti accessori e di servizio del palcoscenico e dei camerini;
e) effetti scenici;
f) cabina di proiezione cinematografica;
g) forza motrice.

È consigliabile di suddividere le lampade della sala, delle scale, dei corridoi e dei vestiboli, e di tutti gli ambienti in genere percorsi dal pubblico per uscire, su almeno due circuiti indipendenti.

Tale norma è obbligatoria per tutti i locali di capienza di 800 persone o più

Un circuito è considerato *indipendente* quando origina direttamente dal quadro generatore attraverso un apposito interruttore automatico o provvisto di valvole ed i suoi conduttori sono contenuti da soli in una protezione isolante o metallica.

105. Salvo nell'ambiente di cui all'art. 102 non è ammesso l'impiego dell'alta tensione, cioè di sistemi a tensione superiore a 300 Volt.

106. È vietato l'impiego dei conduttori nudi e dei cordoncini multipli.

I conduttori devono essere del tipo ad isolamento forte e devono essere contenuti in tubi isolanti o metallici, internamente lisci e largamente dimensionati, resistenti all'urto, e inalterabili per effetto dell'umidità. Per le linee principali è raccomandato l'uso di cavi sottopiombo armati od opportunamente protetti. Speciale cura si deve adottare per l'esecuzione dei terminali.

Il percorso delle condutture incassate deve essere opportunamente contrassegnato e va inoltre riportato su schemi topografici che rendano facile individuarlo.

107. Gli interruttori e le valvole, muniti di targhette che ne indichino il circuito comandato o protetto, devono essere raggruppati il più possibile, inaccessibili al pubblico e installati o protetti in modo da risultare sufficientemente lontati e convenientemente separati da materiali combustibili.

108. Quando l'illuminazione di sicurezza è ottenuta elettricamente con sorgente centrale, questa sarà installata in un ambiente esterno al locale per pubblici spettacoli o sottratto, per quanto possibile, all'azione immediata di un eventuale incendio.

Le batterie di accumulatori destinate all'illuminazione di sicurezza non possono adoperarsi per altri usi.

È raccomandabile l'adozione di due lampadine per ogni centro luminoso, inserite su due circuiti indipendenti, preferibilmente alimentati da due distinte batterie, installate in ambienti separati.

Il circuito di sicurezza, quando non sia normalmente mantenuto in funzione, deve attivarsi automaticamente venendo a mancare la corrente principale, e la batteria relativa deve avere capacità sufficiente ad assicurare la regolare alimentazione per almeno due ore.

È vietato l'impiego del sistema a lampadine in serie.

109. È ammesso di provvedere all'illuminazione di sicurezza mediante lampade provviste ciascuna di una propria piccola batteria di accumulatori, costituente un unico apparecchio con la lampada.

110. Non è ammesso nè per l'illuminazione normale nè per quella di sicurezza l'uso di lampadine di intensità inferiore a 20 Watt.

111. I corpi illuminanti, le lampade, i globi di vetro e simili applicati al soffitto della sala del pubblico o comunque direttamente soprastanti al pubblico devono essere fissati, disposti o protetti in modo che ne sia resa impossibile la loro caduta sugli spettatori.

II. - Prescrizioni particolari per il palcoscenico, le cabine di proiezione e simili.

201. Il quadro di distribuzione per il servizio del palcoscenico e delle cabine di proiezione, i regolatori di scena, i proiettori cinematografici devono essere possibilmente separati dal palcoscenico mediante pareti incombustibili. Quando ciò non sia possibile, tali apparecchi vanno installati in modo e si devono prendere precauzioni tali che risultino sufficientemente lontani e convenientemente separati da materiali combustibili e che non possano essere danneggiati dalle varie parti mobili usate sulla scena. Gli apparecchi stessi devono essere accessibili soltanto al personale che vi è espressamente addetto.

202. Per i reostati regolatori non è ammesso l'impiego di materiale combustibile nè di olio.

Quando sono usati a servizio di apparecchi alimentati da circuiti a più di due fili non devono in nessun caso essere installati sul conduttore neutro.

203. Per gli apparecchi di illuminazione a più colori la sezione del conduttore eventualmente comune ai diversi circuiti deve essere determinata nell'ipotesi della condizione più sfavorevole di carico.

204. Le condutture volanti vanno ridotte alla minima lunghezza possibile. Esse devono essere costruite in modo da sottrarre i conduttori ad ogni sforzo di trazione anche nel caso che la conduttura sia assoggettata a grandi sforzi meccanici. Inoltre il collegamento alla parte fissa deve essere tale che in caso di strappo sia evitata la rottura nei punti d'attacco.

Le condutture medesime devono avere un rivestimento protettivo, stagno, flessibile ma resistente all'usura e non metallico (cuoio, spesso tubo di gomma con tela, ecc.).

Le stesse norme vanno adottate per le condutture mobili usate per l'illuminazione dei leggii dell'orchestra.

205. Le valvole devono in ogni caso far parte dell'installazione fissa. È ammesso l'uso di una sola valvola multipolare per tutte le lampade dello stesso colore alimentate da un'unica linea a sezione costante per tutto il suo percorso e per tutte le sue diramazioni.

206. Le lampade a incandescenza fisse per l'illuminazione generale del palcoscenico e degli ambienti di servizio relativi (scale, corridoi, guardaroba, depositi, camerini, ecc.), devono essere provviste di gabbie metalliche o di spessi globi di vetro fissati al supporto e non mai al portalampada.

Quelle di sicurezza devono essere contenute in una gabbia metallica così resistente da non essere danneggiata anche se urtata con le varie parti mobili usate sulla scena, e devono essere numerate e contrassegnate in modo da poterle facilmente distinguere da quelle ordinarie.

207. Le prese a spina devono essere disposte all'interno di un involucro isolante e incombustibile contenuto in una scatola metallica meccanicamente resistente e provvista di coperchio da poter essere fissato quando la presa non è in funzione.

208. Le lampade ad arco, gli apparecchi per i lampi e simili devono essere provvisti di dispositivo atto ad impedire la caduta di particelle infiammate.

209. Gli apparecchi elettrici di riscaldamento (bollitori, scaldaferri, ecc.) usati nei camerini devono essere installati in modo che non possano essere causa di incendio anche in caso di guasto. A questo scopo vanno disposti su supporti incombustibili e protetti pure con materiale incombustibile dalla vicinanza con eventuali oggetti combustibili; per il collegamento all'impianto fisso si devono adoperare attacchi speciali e le minori lunghezze possibili di cordone, in modo che l'apparecchio non possa usarsi se non nel posto a ciò destinato.

210. Le cabine di proiezione cinematografiche devono essere separate dagli altri ambienti mediante solide pareti incombustibili ed avere possibilmente accesso diretto dall'esterno.

III. - Esercizio.

301. L'impianto elettrico di un locale per pubblici spettacoli deve essere affidato per l'esercizio e la manutenzione ad una persona idonea (elettricista), coadiuvata, nel caso di impianti importanti, da uno o più aiutanti uno dei quali sia in grado di sostituirlo in caso di necessità.

L'elettricista del teatro è anche responsabile nei confronti dell'elettricista eventualmente addetto alla compagnia agente.

302. In prossimità del quadro generale di manovra e sul palcoscenico deve essere esposto uno schema generale dell'impianto, tenuto aggiornato. La persona preposta all'impianto elettrico deve inoltre avere a disposizione uno schema topografico aggiornato con tutte le indicazioni del caso.

303. L'elettricista o il suo sostituto deve essere sempre presente in teatro durante le prove e gli spettacoli.

Prima dell'ammissione del pubblico e fino a quando tutti gli spettatori abbiano abbandonato l'edificio, deve essere accesa una parte sufficiente della illuminazione principale, come pure deve essere accesa o messa in condizione di entrare automaticamente in funzione l'illuminazione di sicurezza.

304. Prima dell'inizio della stagione di spettacoli e in ogni caso almeno una volta all'anno tutto l'impianto elettrico deve essere minutamente ispezionato da un incaricato della Associazione Nazionale per la prevenzione degli infortuni sul lavoro o da altro ente assimilabile, e del risultato dell'ispezione va tenuto nota in un apposito registro. Nel registro stesso si tiene nota del controllo delle condizioni di isolamente delle singole parti dell'impianto, che la persona preposta è tenuta a fare settimanalmente. Egli deve inoltre ispezionare con cura ogni settimana le condutture usate per le installazioni mobili del palcoscenico.

305. La carica delle batterie di accumulatori per l'illuminazione di sicurezza deve essere fatta quando l'illuminazione stessa non è in funzione e l'elettricista deve controllare, almeno una mezz'ora prima dell'ammissione del pubblico in teatro, se le batterie stesse sono in condizioni normali di carica e se tutto l'impianto di illuminazione di sicurezza è in condizioni di normale funzionamento.

306. L'elettricista deve avere sempre a sua disposizione gli strumenti necessari di misura, di controllo e di lavoro (compresi guanti di gomma, pinze isolanti e simili) in buone condizioni di funzionamento e di uso, nonchè una conveniente dotazione di apparecchi e materiali di ricambio e di lavoro, come valvole, lampadine, conduttori isolati, nastro gommato, isolatori, ecc.

VI. - Disposizioni transitorie.

401. Le presenti Norme si applicano integralmente ai nuovi impianti ed alla trasformazione completa delle installazioni esistenti; si devono anche applicare agli ampliamenti, alle trasformazioni e alle riparazioni che non comportano grandi cambiamenti nella parte destinata a rimanere, la quale può continuare a sussistere, purchè dia sufficienti garanzie di sicurezza.

Necrologio

Nella notte dal 2 al 3 ottobre si è spento il Socio

Ing. Comm. GUIDO LEONE FANO

Amministratore Delegato della Società Elettricità e Gas di Roma.

La nostra A. E. I., che Lo ebbe tra i Soci più autorevoli e fattivamente affezionati ricorderà a suo tempo in modo degno il nome dell'illustre Scomparso.

Alla Famiglia giungano graditi i sensi del nostro cordoglio e sia per Essa, nel dolore, motivo di fierezza il pensare che scomparsa la persona di Guido Leone Fano, restano le opere a perpetuarne la memoria ed a ricordarLo anche a chi, non avendo avuto la ventura di avvicinarLo, non potè apprezzare le doti veramente superiori dell'animo Suo.

◆

Guido Leone Fano si laureò Ingegnere civile a Padova nel 1898 e conseguì successivamente a Torino il diploma in Elettrotecnica presso la Scuola «Galileo Ferraris». Dopo un breve lavoro professionale in Istria ed una occupazione transitoria presso la Ditta Olivetti di Ivrea, fu assunto dalla Socità Napoletana per Imprese Elettriche e presiedette alla costruzione della centrale della Bufola e della rete di distribuzione a corrente alternata della città di Napoli. Con la Società Napoletana il Fano rimase fino al 1905 in qualità di Direttore tecnico, per passare poi con la Società Gadda come Capo dell'Ufficio Impianti.



Scioltasi questa nel 1908, il Fano riprese per un periodo di due anni la Direzione della Società Napoletana, dopo di che, nel 1911 passò alla Azienda Elettrica Municipale di Roma, della quale può ben a ragione considerarsi il fondatore tecnico e dove ebbe ad esplicare la parte più cospicua della Sua attività giovanile. L'impianto di Castel Madama, la centrale con motori Diesel, l'impianto di illuminazione pubblica, sono opera Sua.

Venuta la guerra, fu assunto come Direttore della Sezione Impianti idroelettrici creata dalla Società Ilva, sezione che fu poi assorbita nel 1921 dalla Società Meridionale di Elettricità. Alla Direzione dell'Ufficio Costruzioni di quest'ultima rimase il Fano sino al 1924, ed in tale periodo ebbe campo di realizzare gli impianti del Tanagro e dell'Aventino e quello del Matese. Studiò inoltre il primo schema degli impianti della Sila, la rete di trasporto e distribuzione della Puglia, la nuova grande centrale termica Maurizio Capuano ed il piano regolatore sulle cui idee direttive la Società Meridionale ha poi proseguito la sua attività.

Passato nel 1924 alla Società Elettricità e Gas di Roma in qualità di Amministratore Delegato, vi iniziava quell'opera ammirevole di riorganizzazione dei servizi e di sistemazione degli impianti, della quale spesso i Colleghi della Sezione di Roma hanno avuto notizia dalla viva voce dello Scomparso, e che la morte doveva improvvisamente troncare. Molti tra noi ricordano l'ultima Sua comunicazione, tenuta la sera del 27 febbraio di quest'anno, quando già il male inesorabile minava la Sua esistenza e cominciava a fiaccare la Sua infaticata e mirabile attività.

E' scomparsa con Guido Leone Fano una delle figure più cospicue e rappresentative del mondo elettrotecnico italiano. La grande Famiglia dell'A. E. I., nel cui seno Egli rivestì cariche importanti e che in tante occasioni si valse del Suo consiglio sempre pronto ed acuto, ne piange oggi con sincero dolore la fine immatura.

DIARIO DELLE RIUNIONI

La *sera del* 18 *novembre*, alle ore 21, nella Grande Sala del R. Conservatorio di Milano (Via Conservatorio n. 12), avrà luogo una

Commemorazione di T. A. Edison

Oratore il Prof. Ing. Gr. Uff. *Ferdinando Lori.*

I biglietti sono in distribuzione presso l'Ufficio Centrale (Milano, via San Paolo, 10).

Angelo Barbagelata, *Direttore responsabile.* (I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

Vol. XVIII (XXXV degli Atti) 25 Novembre 1931 - Anno X N. 33

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

Redazione ed Amministrazione: Via S. Paolo, 10 - Milano (103) - Telefoni N. 13-713 - 82-086

COMITATO DIRETTIVO: A. BARBAGELATA, Direttore della Rivista - U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

REDAZIONE: R. SAN NICOLO', Redattore Capo - F. NERI - G. SILVA, Redattori - M. BOELLA - P. LOMBARDI, Collaboratori ordinari

È gradita la collaborazione dei lettori - Gli articoli di interesse generale accettati dalla Redazione sono compensati

Gli scritti dei singoli Autori non impegnano la Redazione e quelli della Redazione non impegnano l'A. E. I.

I Manoscritti non si restituiscono

Ancora sull'uso dei tubi a vuoto nelle misure.

Abbiamo recentemente pubblicato (1) alcuni studi del Prof. Vecchiacchi sull'uso dei tubi a vuoto nelle misure elettriche, ed abbiamo accennato (2) così ai pregi come alle limitazioni proprie di tali procedimenti. Lo stesso autore ha nel frattempo studiato e sperimentato altre applicazioni, che si ricollegano per analogia di indirizzo e di criterio informativo alle precedenti, e formano oggetto di due brevi note, riferentisi a misure spesso occorrenti sia nel campo della ricerca sia in quello della tecnica.

Con la possibilità di disporre di tubi elettronici sempre più stabili, economici e di caratteristiche ben rispondenti alle esigenze imposte, è sempre più facile e sicura la previsione, che i nuovi metodi prenderanno larga cittadinanza nel campo delle misure elettriche, accrescendone ancora l'estensione e l'importanza, già oggi rilevantissime.

Causalità e casualità.

La nuova fisica ha portato nel mondo della intellettualità umana uno sconvolgimento così profondo e così vasto quale forse mai nella storia della scienza si è verificato nel passato. Dopo avere quasi distrutto quello che era sempre stato considerato il substrato necessario e presupposto di tutti i fenomeni naturali, riducendo la materia a un qualcosa di così evanescente che non manca di accostarsi per un curioso ritorno ideale, al « *prope nihil* » - « *ens et non ens* » della « philosophia perennis », ha mosso recisamente all'attacco anche del principio fondamentale del raziocinio umano cioè quello di causalità sostituendovi, almeno per alcune categorie di fenomeni, quello di casualità.

Questa rivoluzione, che dal campo fisico risale quello filosofico, non è però nella sua sostanza così profonda e radicale come la sua semplice enunciazione può far apparire. Perchè se particolari categorie di fenomeni appaiono nel loro complesso rette da legge statistiche tantochè non ci riesce possibile una previsione del fenomeno stesso in base alla conoscenza dei parametri attuali, non per questo il principio ideale di causalità, nella sua più perfetta espressione « ogni essere ha la sua ragione di essere » viene contraddetto o invalidato, ma soltanto respinto più addietro nella sua applicazione a un'altra categoria di fenomeni il cui intervento, *per noi* imprevedibile allo stato attuale, vale a determinare l'evento singolo che assume l'apparenza di evento fortuito.

Questi concetti fondamentali sono illustrati nell'articolo dell'Ing. Rabbeno che pubblichiamo in questo numero e che affidiamo alla meditazione dei nostri lettori.

« Conférence Internationale des Grands Réseaux ».

Come i lettori ricorderanno, lo scorso giugno si svolse a Parigi la sesta sessione della Conferenza Internazionale per le grandi reti ad alta tensione costituitasi nel 1921. La grande abbondanza di materia di questi ultimi mesi ci ha impedito di pubblicare prima l'ampio resoconto — riportato più avanti — dei lavori della riunione che, come sempre, furono assai interessanti. Qui rileviamo la deliberazione presa di trasformare la Conferenza in una vera Associazione internazionale, pensando che il gruppo dei nostri colleghi che sono ormai diventati *habituées* delle riunioni parigine, non vorranno mancare nelle file dei soci della nuova Associazione.

LA REDAZIONE.

(1) *L'Elettrotecnica*, 5 aprile 1930, pagg. 224-229, n. 10, vol. XVII.
(2) *L'Elettrotecnica*, 5 novembre 1930, pagg. 713-719, n. 31, vol. XVII.

DIGHE MOBILI E PARATOIE A FUNZIONAMENTO AUTOMATICO DIRETTO

V. RUBBO

Comunicazione tenuta alla Sezione di Milano il 5 dicembre 1930

(Continuazione e fine, v. N. 32, pag. 798).

Sbarramento sul Piave del « Consorzio irriguo Brentella di Pederobba ».

Il canale della Brentella deriva dal Piave a scopo di irrigazione, 46.000 l/s in estate e 30.000 nei periodi invernali. Le opere alla presa comprendono: lo sbarramento sul fiume, costituito da una diga fissa e da uno sghiaiatore o calone, di luce complessiva di metri 45, il manufatto di presa, il bacino di calma e lo scarico di fondo (fig. 19 e 20).

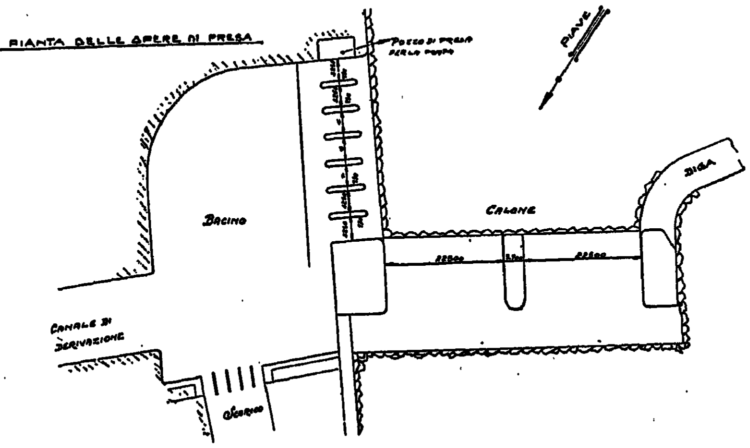
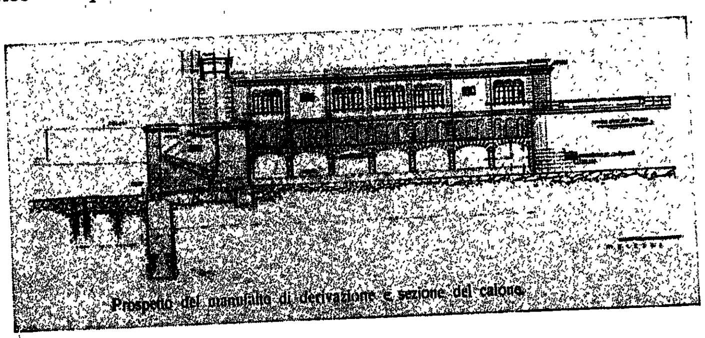


Fig. 19.

Queste opere sorgono a valle del ponte di Fenèr.

Il problema da risolvere, dato il regime torrentizio, era quello di avere davanti alle bocche di derivazione sulla soglia, sempre un carico d'acqua corrispondente alla portata da derivare. E' interessante notare come questo fatto nei vecchi progetti della presa dal Piave ha destato sempre preoccupazioni e lo sghiaiatore veniva previsto di dimensioni limitate con la soglia non molto profonda per la mancanza appunto di un sistema di regolazione. Con l'adozione delle paratoie automatiche è stato qui possibile di abbassare la soglia del calone alla



Prospetto del manufatto di derivazione e sezione del calone.

Fig. 20.

quota del massimo fondo del filone del fiume in corrispondenza al manufatto e precisamente a metri 3,15 ciò che ha anche consentito di aumentare notevolmente la luce del calone stesso permettendo un più rapido, facile e sicuro smaltimento delle ghiaie. La luce netta com-

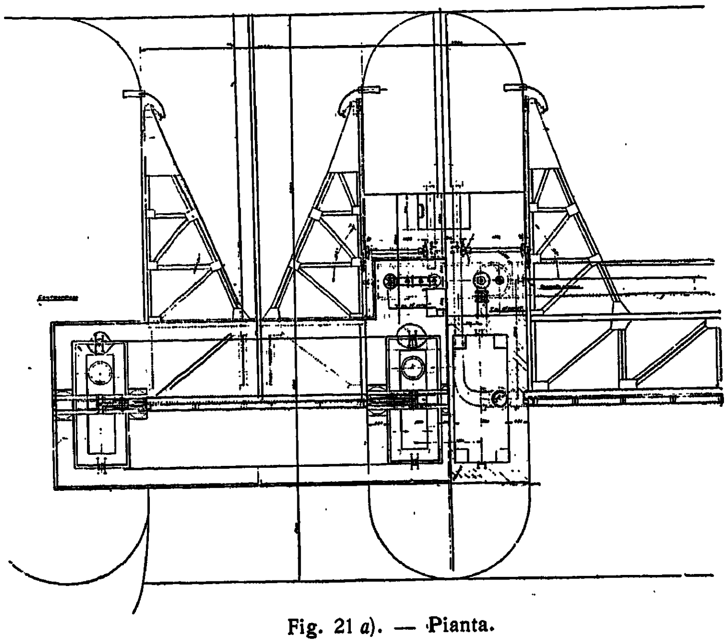


Fig. 21 *a*). — Pianta.

plessiva dello sghiaiatore è, come detto, di metri 45, in modo che prima che l'acqua stramazzi sulla diga fissa avente la cresta a quota (171,95), il fiume deve raggiungere una portata di 600 mc/sec. Nelle spalle e nella pila intermedia sono ricavati i pozzi in cemento armato, uno per ogni estremità delle luci, nei quali scorrono i contrappesi per la manovra delle paratoie automatiche. L'acqua per i pozzi viene derivata dal serbatoio passerella dove è immessa a mezzo di due

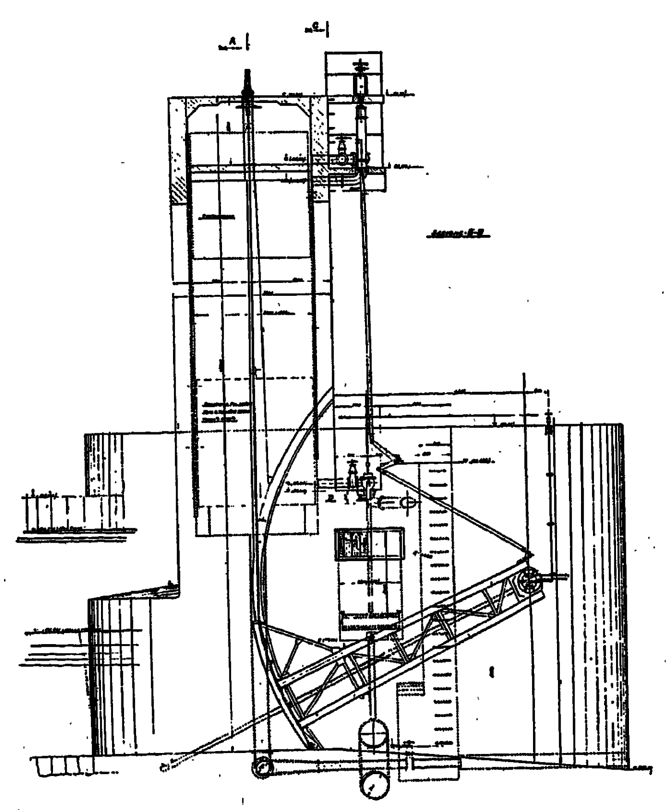


Fig. 21 *b*). — Sezione trasversale.

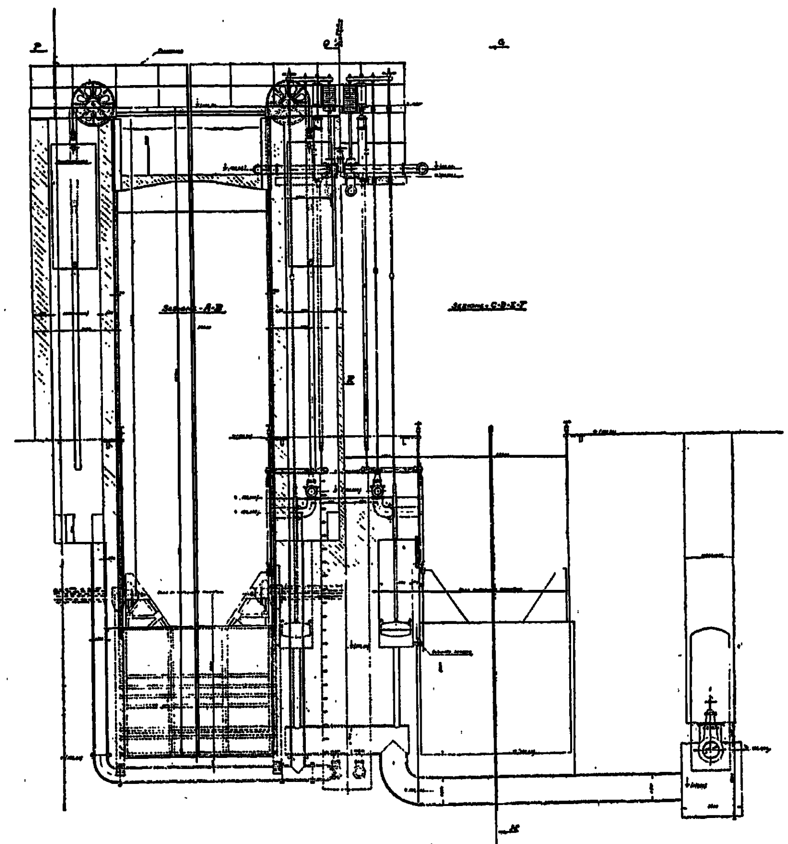


Fig. 21 *c*). — Sezione longitudinale.

gruppi di elettropompe a funzionamento automatico, allogati in apposito locale del vicino manufatto di presa (fig. 21 *a*) *b*) e *c*).

Per ottenere automaticamente la regolazione del pelo d'acqua di invaso davanti al manufatto di presa, con che si mantiene costante la derivazione dell'acqua di competenza della Brentella, nella pila centrale sono installate due valvole equilibrate per il vuotamento dei pozzi, valvole che sono comandate da galleggianti posti entro vaschette ricavate nella pila stessa. A tali vaschette l'acqua del fiume derivata a monte della presa in luogo dove si presume che la sua superficie si mantenga calma anche durante le piene, arriva per mezzo di tubazioni vuotabili ed ispezionabili sottopassanti il manufatto di presa e la platea della luce destra del calone.

Il livello dell'acqua nelle vasche dei galleggianti risulta così uguale a quello che si ha nel Piave di fronte alle bocche di derivazione.

Il funzionamento automatico avviene nel modo seguente: non appena il livello nel fiume tende a rialzarsi a monte dello sbarramento, i galleggianti portati in alto cominciano ad aprire le valvole di vuotamento dei pozzi, ciò che provoca un aumento del peso e la discesa dei contrappesi con conseguente apertura della paratoia. Un dispositivo di asservimento però limita tale movimento al valore indispensabile a smaltire la maggior copia d'acqua nel fiume, impedendo qualsiasi azione perturbatrice.

I quattro pozzi sono collegati alla loro sommità da un serbatoio pure in cemento armato della capacità di ca. 170 mc, e funzionante anche da passerella.

Le paratoie del tipo a settore sono costituite da un diaframma circolare fissato lateralmente a due bracci girevoli intorno a perni solidamente ancorati nelle pile e lubrificabili.

La loro ossatura si compone di una travata principale, disposta longitudinalmente, sulla quale si appoggia una serie di travi trasversali sostenenti il manto in lamiera. La tenuta laterale si ottiene con lamierino, mentre sul fondo si effettua a mezzo di un battente di legno duro assicurato alla paratoia, il quale a sua volta poggia su di una trave in ferro infissa nella soglia. Il lembo superiore delle paratoie quando queste sono completamente chiuse, trovasi allo stesso livello della cresta della diga. Ad ogni estremità della paratoia è assicurato il capo di un cavo metallico che, dopo essere passato entro la gola di una carrucola fissata sulla sommità del pozzo adiacente, va a sostenere con l'altro estremo il contrappeso scorrente nel pozzo stesso. Tale contrappeso, costruito in cemento armato, è vuoto internamente ed ha le pareti completamente stagne; il suo peso, dopo eseguita la taratura con sabbia, supera di 6 tonn. circa quello della mezza paratoia. Avendosi per ogni paratoia due sontrappesi, si viene a realizzare uno sforzo nel senso dell'apertura di circa 12 tonn. I contrappesi però sono normalmente immersi quasi del tutto nell'acqua contenuta nei pozzi, ed è in virtù della perdita di peso subita per tale immersione che vengono a controbilanciare il peso della paratoia. Al variare del livello d'acqua nei pozzi, varia anche l'immersione e quindi il peso dei contrappesi e si provoca il movimento della paratoia.

Dispositivo di asservimento.

Un freno ad olio con molla è collegato, mediante tiranti da una parte al corpo della paratoia e dall'altra ad una leva a cui fanno

capo l'asta della valvola di scarico dei pozzi, quella della valvola di comunicazione fra pozzi e serbatoio ed il tirante del galleggiante.

Col livello all'altezza della ritenuta normale, il galleggiante si trova nella posizione più bassa. Aumentando il pelo a monte, il galleggiante si solleva e scarica del suo peso la leva, essendo il tirante superiore scorrevole nel tubo collegato appunto al galleggiante.

L'azione di un adatto contrappeso, sospeso ad una estremità della leva provoca l'apertura della valvola al piede dei pozzi, con scarico dell'acqua e la variazione dell'azione idrostatica sui contrappesi determina, come sopra detto, l'apertura della paratoia. Interviene però subito l'azione dell'asservimento che provoca la chiusura della valvola di scarico dei pozzi fino a quando non si verifica un nuovo aumento di portata.

Diminuendo il livello a monte, il galleggiante si abbassa e per l'azione delle forze in gioco si apre la valvola di comunicazione fra pozzo e galleggiante. Le valvole automatiche sono precedute da saracinesche che permettono di fissare in una determinata posizione le paratoie, massima apertura durante le grandi piene, o di manovrare a mano le paratoie stesse qualora le valvole non funzionassero.

Il livello a monte, nei periodi normali, è regolato alla quota (171,80).

La corsa delle paratoie è di m 174,50 - 168,80 = m 5,70. I pozzi sono alti m 10,50 ed hanno le pareti dello spessore di cm 45; su queste, oltre gli sforzi dovuti alla pressione dell'acqua, viene a gravare anche il peso delle paratoie e dei contrappesi nonchè quello del serbatoio passerella e dell'acqua in esso contenuta.

Il serbatoio passerella è sostenuto da due travi ritenute continue su tre appoggi aventi alle estremità sui pozzi delle spalle, due giunti di scorrimento per la dilatazione (fig. 22).

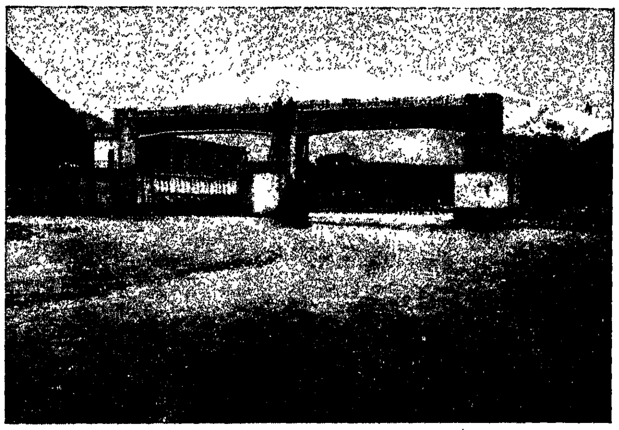


Fig. 22. — Vista da valle delle paratoie automatiche durante il vuotamento del bacino.

La quota del piano superiore della passerella trovasi a m 15,70 sopra quella della platea dello sghiaiatore. Per dare alla costruzione un carattere architettonico, ai pozzi laterali furono addossati altri due finti pozzi entro i quali trovano posto le scale a chiocciola per l'accesso alla passerella, dal piano delle spalle.

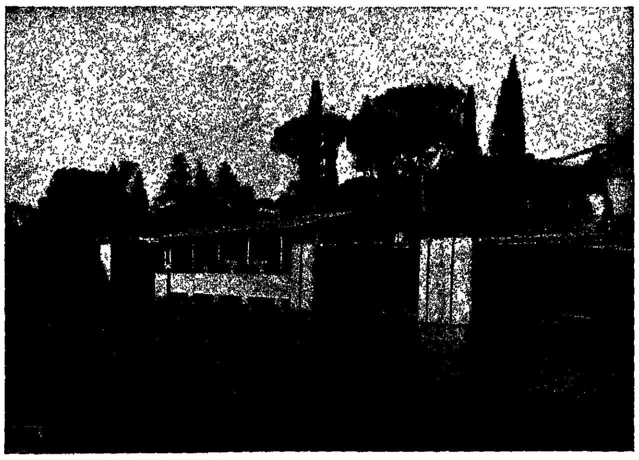


Fig. 23. — Bacino di S. Giovanni con le opere di presa e di regolazione del livello.

L'Azienda Elettrica Municipale di Roma ha adottato per il Bacino di S. Giovanni, dal quale parte la presa per la Centrale di Acquoria, due paratoie automatiche a settore per lo smaltimento delle piene, onde ottenere lo specchio acqueo a monte su di un dato livello di regolazione; esse sono installate all'imbocco dei Cunicoli Gregoriani. (figg. 23 e 24). Queste paratoie sono destinate a luci di metri 12 × 5,50 ciascuna e sono azionate da galleggianti in cemento, due per ogni paratoia, disposti in apposite camere ricavate nelle pile e comunicanti col livello a monte quando questo supera il valore corrispondente alla quota di ritenuta normale. Un opportuno contrappeso collegato ai bracci prolungati del settore, oltre i perni di rotazione, riduce lo sforzo che occorre esercitare sui galleggianti sia in funzionamento automatico che per manovra idraulica a mano.

Un' altra paratoia dello stesso tipo, è quella installata a Fontana Liri, ed è larga metri 17 (fig. 25).

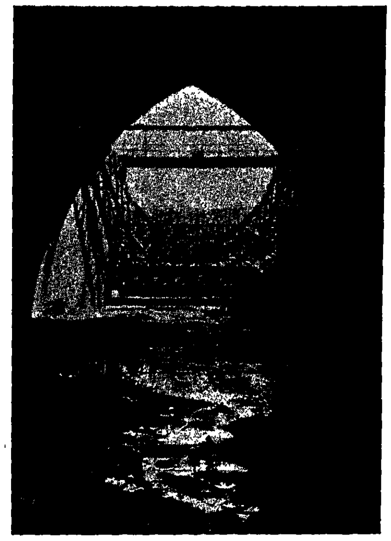


Fig. 24. — Paratoia automatica all'imbocco dei cunicoli Gregoriani, vista da valle.

Per conto della Società Edison di Elettricità sono state installate sulla Diga di Cadarese due paratoie automatiche del tipo a settore, ciascuna per una luce di m 10 × 4 di altezza.

Le paratoie sono munite di contrappeso in cemento armato colato in apposite armature e collegato alle estremità dei bracci prolungati del settore mediante l'interposizione di un parallelogramma articolato, ciò che produce uno spostamento verticale con vantaggio per la regolazione ed il funzionamento. Alle estremità del contrappeso sono collegati due tiranti fissati a due ventole oscillanti attorno ad un asse orizzontale e muoventisi in camere ricavate nelle pile. Queste camere comunicano fra di loro e sono munite nella parte inferiore di scarichi verso valle. La comunicazione col livello a monte mediante una bocca ricavata in corrispondenza della ritenuta normale, consente il funzionamento automatico delle paratoie.

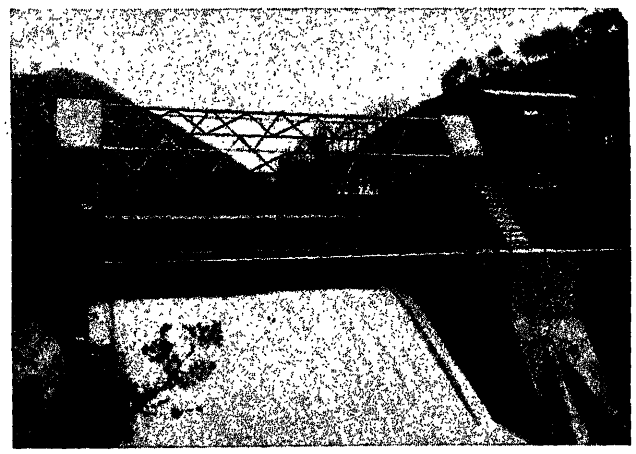


Fig. 25. — Paratoia automatica di Fontana Liri.

Infatti, fino a tanto che detto livello si trova al di sotto della bocca di comunicazione, essendo le camere delle ventole vuote, il settore è abbassato in quanto il peso proprio supera per costruzione quello del contrappeso. Aumentando il livello a monte mediante la pressione che viene ad esercitarsi sulle ventole, si determina il sollevamento del settore. L'inverso si ottiene abbassando questo livello. L'acqua contenuta nella parte superiore delle camere delle ventole passa nelle camere inferiori attraverso lo spazio esistente fra esse e la parete, scaricandosi verso valle. Questo spazio aumenta con l'abbassarsi delle ventole e si comprende subito che ciò concorre nell'assicurare la stabilità di funzionamento e regolazione.

Oltre che rispondere al funzionamento automatico, le paratoie sono provviste di manovra idraulica a mano che si realizza introducendo l'acqua derivata dal serbatoio nelle camere delle ventole mediante valvole, e di manovra meccanica mediante argano comandato da motore elettrico ed a mano, ottenendosi così tre sistemi completamente distinti di azionamento (fig. 26).

I vantaggi dei tipi di paratoie analogo a quello sopradescritto sono dati essenzialmente da:

a) Grande forza idraulica disponibile per il funzionamento
b) Soppressione di qualsiasi galleggiante
c) Ripartizione favorevole dei pesi delle pile che hanno il massiccio centrale a monte dei perni
d) Possibilità di manovrare le paratoie idraulicamente a mano con livello d'acqua relativamente basso.



Fig. 26. — Paratoie automatiche e scarico laterale sulla diga di Cadarese.

Per la Società Forze Idrauliche del Ceno sono installate in cresta alla Diga sul Ceno due paratoie del tipo analogo a quello descritto per l'Impianto di Cadarese e per luci di m 12 × 3 ciascuna - corsa m 4,50



Fig. 27. — Vista da monte, con serbatoio svasato, delle paratoie di sbarramento e di presa della centrale del Pione.

(fig. 27 e 28). Il funzionamento però qui avviene con l'acqua immessa nella parte inferiore della camera delle ventole, la quale esercita quindi una spinta facendo sollevare le medesime che trasmettono il moto al settore a mezzo di tiranti di collegamento.

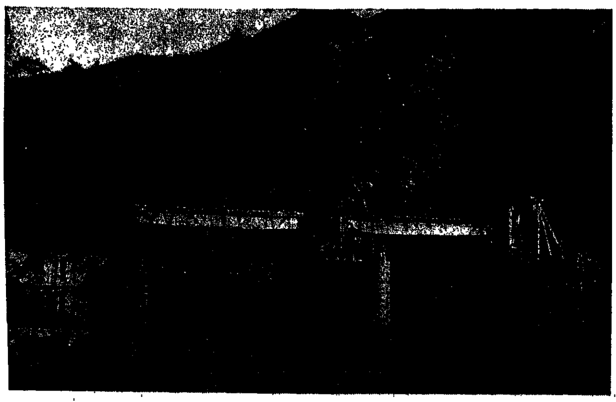


Fig. 28. — Paratoie automatiche a montaggio ultimato con serbatoio invasato.

Qui si hanno inoltre due cassoni galleggianti (uno per ogni ventola) che assicurano il funzionamento automatico nei periodi di massima piena in cui il livello fra monte e valle si riduce e la spinta viene quindi sommata all'azione di galleggiamento dei due cassoni.

Per l'Impianto di Cadarese la stabilità della regolazione è agevolata dalla sezione di passaggio sempre maggiore offerta all'acqua fra la camera superiore e quella inferiore della ventola; qui si ha per ogni paratoia l'aggiunta di uno speciale dispositivo di asservimento così costituito (fig. 29):

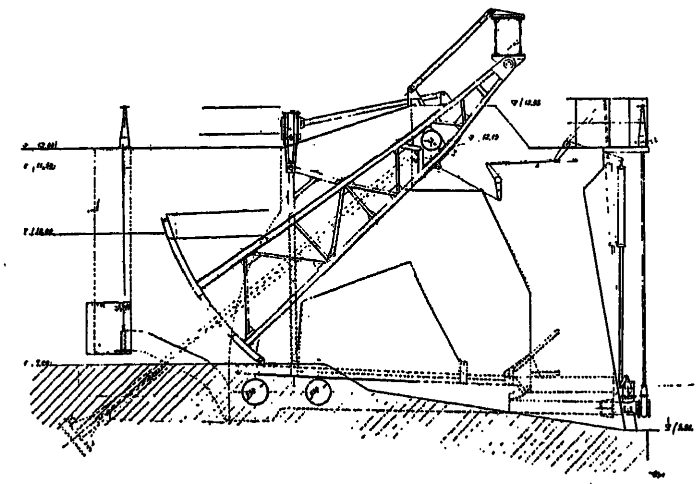


Fig. 29. — Sezione trasversale di una paratoia.

Un freno ad olio è collegato, con leve e tiranti, per un'estremità al corpo della paratoia e per l'altro estremo alla lente della valvola situata sul cunicolo di scarico delle camere delle ventole, fra loro comunicanti.

La paratoia, sollevandosi, agisce mediante l'asservimento sulla valvola aprendo lo scarico e provocando così una diminuzione di pressione sotto le ventole e le paratoie tendono ad assumere una posizione di equilibrio, mentre l'azione del freno, defluendo l'olio dall'alto in basso del cilindro, richiude la valvola.

Se la portata da smaltire attraverso le luci lasciate libere dalle paratoie è uguale a quella del corso d'acqua, il sistema rimane immoto. Se la portata aumenta, si ripete l'azione dell'asservimento. E' così evitata ogni e qualsiasi oscillazione. Le saracinesche vengono tarate nella posizione rispondente al miglior funzionamento e consentono di aumentare ancora l'elasticità del sistema.

FF. SS. - Impianto di Suviana.

Gli sfioratori automatici di superficie della Diga di Suviana comprendono due paratoie da m 7 × 3 ciascuna, destinate alla regolazione del pelo dell'acqua a monte su due distinti livelli di ritenuta a cui rispondono i battenti di 5 metri e 3 metri, rispettivamente (fig. 30).

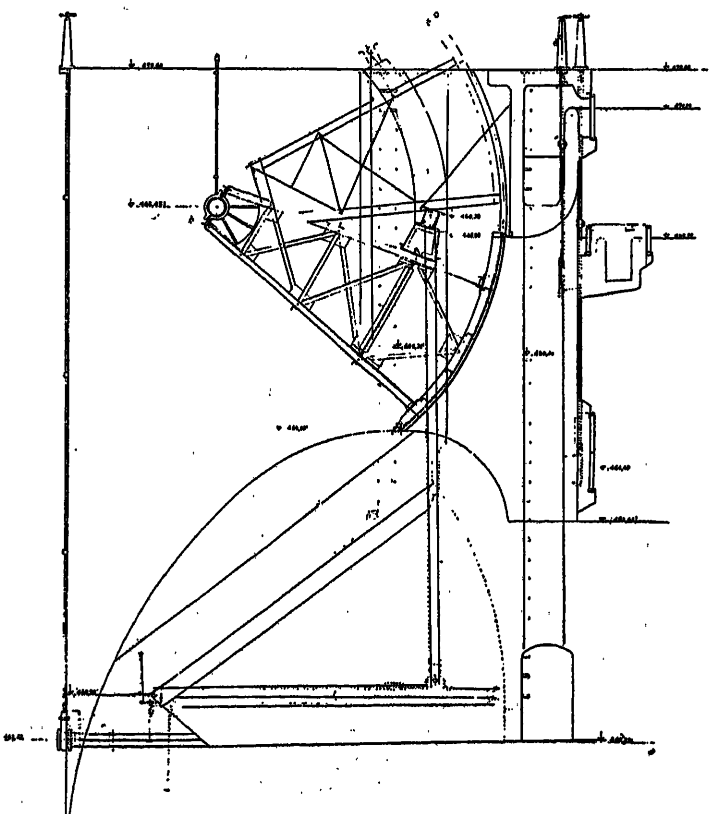


Fig. 30. — Sezione trasversale di una delle paratoie automatiche di scarico superficiale della diga di Suviana.

Le paratoie automatiche sono del tipo a settore, ciascuna costituita da un diaframma curvo secondo un cerchio collegato a due bracci laterali girevoli attorno a due perni fissati alle sponde in muratura. Nelle pile laterali alle paratoie sono ricavati due pozzi in ciascuno dei quali si muove una ventola oscillante attorno ad un asse orizzontale; l'estremità di ciascuna di queste ultime è fissata a mezzo di solidi tiranti articolati a due travi che si collegano alla parte superiore della raggiera della paratoia in una posizione intermedia fra il mantello ed il perno di oscillazione. Le ventole vengono a costituire in ciascun pozzetto due camere, l'una superiore e l'altra inferiore. Per ogni paratoia le due camere inferiori sono in comunicazione fra di loro e col livello a monte a mezzo di bocche rettangolari ricavate nella parete frontale delle pile ed aventi il lembo inferiore in corrispondenza del livello di ritenuta normale (quota 470). Le camere superiori trovansi in diretta comunicazione mediante ampie luci di scarico col pozzo a valle. Per evitare accumulazione di sabbia o di limo nelle camere inferiori, queste sono in comunicazione verso valle, per lo scarico, a mezzo di opportune saracinesche.

Per ottenere la regolazione automatica sul livello a quota (468) sono stati previsti degli sversatori ausiliari in cemento armato con la soglia in corrispondenza di detta quota. Naturalmente, quando il livello di acqua da mantenere costante è quello di quota (470), la comunicazione di questi sversatori ausiliari coi pozzi e quindi con le camere delle ventole, è esclusa mediante valvole comandate dall'alto delle pile. Per ottenere quindi la regolazione sul livello a quota (468) si agirà su queste valvole.

Col comando idraulico a mano si ha la possibilità di aprire le paratoie nella quantità voluta anche con un livello d'acqua nel serbatoio, relativamente basso.

Paratoie automatiche a settore dell'impianto di Coindre.

Sono destinate a tre luci, da m 12 × 4 cad. con uno smaltimento di 550 m³/sec. I pozzi a monte sono mantenuti vuoti in permanenza mentre quelli a valle nei quali si trovano i galleggianti, sono collegati ad un condotto ricavato nella platea che è messo da una parte in comunicazione col livello a monte mediante uno sversatore ricavato alla quota normale di ritenuta e per l'altro estremo col livello a valle mediante una comune valvola a mano (fig. 31).

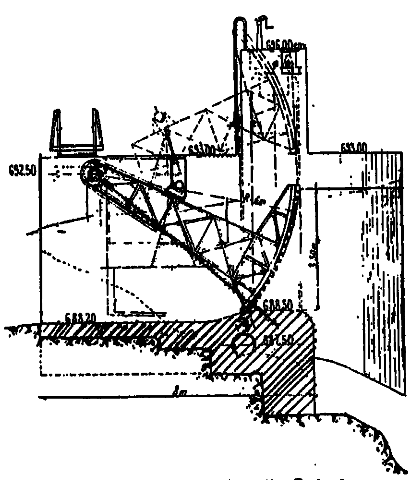


Fig. 31. — Paratoie di Coindre: sezione trasversale.

Il funzionamento, ciò premesso, è facilmente concepibile. Allorchè il livello a monte si eleva di qualche centimetro sulla quota normale, le camere dei galleggianti si riempiono parzialmente e allorchè il livello nella camera raggiunge una altezza uguale all'incirca alla metà dell'altezza del galleggiante, l'azione del medesimo rompe l'equilibrio e ciò provoca l'apertura delle paratoie sotto l'azione dei contrappesi scorrenti nei pozzi mantenuti vuoti in permanenza come sopra detto. Queste, sollevandosi, trascinano i galleggianti e venendo tosto a ridursi l'azione idrostatica, il sistema si arresta e la posizione si mantiene fino a quando la portata non varia. Le paratoie si chiudono non appena l'afflusso diminuisce fino a portarsi il livello alla quota di ritenuta normale.

La manovra di apertura può essere effettuata con l'intermediario di una valvola ausiliaria che immette acqua nelle camere dei galleggianti in condizioni normali.

E' da notare che nel marzo 1927 ad opere in corso di ultimazione si ebbe una piena fortissima e lo sversatore automatico si comportò benissimo e ciò valse da collaudo. Le acque si scaricano a valle con uno scivolone a pendenza di centimetri 44 per metro.

Paratoie automatiche dell'impianto di Black Canyon.

L'impianto di Black Canyon è costituito da tre paratoie a settore sommergibili da m 19,2 × 4,35, ciascuna disposta sulla cresta della diga ed azionata da un regolatore di livello a galleggianti; esse, completamente ribaltate, consentono la scarico di 1150 m³/sec. Sull'asse della paratoia vi è un piccolo settore da cui parte un cavo che si svolge sopra una carrucola ed è collegato alla valvola inserita sul cunicolo di scarico della camera della paratoia; la carrucola è fissata al galleggiante (fig. 32).

Aumentando il livello a monte, il regolatore a galleggiante agisce sulla valvola di scarico e la paratoia si abbassa; contemporaneamente, il piccolo settore col cavo tende a chiudere detta valvola di scarico (asservimento) e ciò provoca l'arresto della paratoia.

L'azione continua se il livello riprende ad aumentare e quindi limita il movimento alla misura strettamente necessaria e sufficiente. La parete di ritenuta ha un profilo adatto in modo da consentire, a paratoia completamente abbassata, una soglia perfettamente razionale per il deflusso.

Il complesso dello scarico della camera della paratoia è costituito, quindi, da una valvola pilota combinata con un by-pass, un pistone differenziale ed una valvola principale; in tal modo, tutti i movimenti si producono senza sbalzi e dolcemente. Un'altra valvola è sempre parzialmente aperta per compensare le perdite d'acqua della camera di immersione della paratoia.

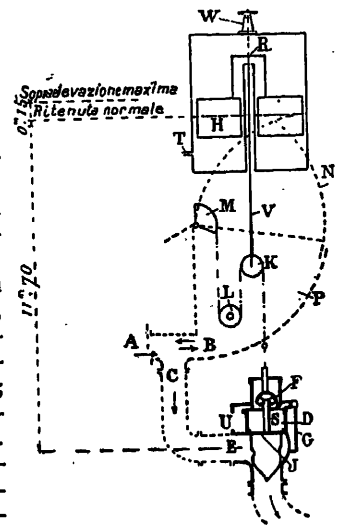


Fig. 32. — Schema di funzionamento della diga mobile di Black Canyon.

Nel movimento il piccolo settore collegato all'albero della paratoia, allenta il cavo e ciò arresta il moto della paratoia stessa. D'altra parte, questa paratoia non monta per effetto della pressione esercitata dall'acqua che penetra attraverso la valvola di compenso nella camera, perchè questo movimento portrebbe ad aprire di nuovo la valvola di scarico dato che, sollevandosi la paratoia, aumenterebbe ancora il livello a monte. La paratoia è completamente sommersa quando la sopraelevazione di livello raggiunge i 15 cm sulla ritenuta normale.

Paratoie di questo tipo si hanno anche sulla diga in terra di Guernsey e su quella di Kittitas Diversion.

Paratoia a cassone galleggiante.

Il diaframma è costituito da un cassone che in periodo normale risulta pieno d'acqua; il suo interno è in comunicazione col livello a monte e con lo scarico a valle mediante una valvola posta sotto l'influenza di un galleggiante. Aumentando il livello a monte, il galleggiante scopre lo scarico, il cassone si vuota e la spinta idraulica lo solleva fino al limite di azione della spinta stessa e di un contrappeso che equilibra il cassone vuoto. Per aumentare la corsa del diaframma, il contrappeso assume la forma di un recipiente cilindrico, forato, nel quale si ha l'azione dell'acqua a monte, a mezzo di un piccolo sifone che si adesca appunto con l'aumentare del livello.

La paratoia è munita di manovra idraulica a mano sulla quale si agisce col livello alla ritenuta normale e di comando meccanico a serbatoio svasato.

Questi tipo di paratoia, è stato installato, fra l'altro, per lo scarico di superficie della diga di Fontanaluccia sul torrente Dolo e sulla diga di Mazzè Canavese.

Paratoie automatiche in cemento armato.

Gli studi e le esperienze in materia ci dicono che le paratoie a settore in cemento armato generalmente non costano meno delle paratoie metalliche. Solo a partire da un'altezza effettiva di 6 metri circa,

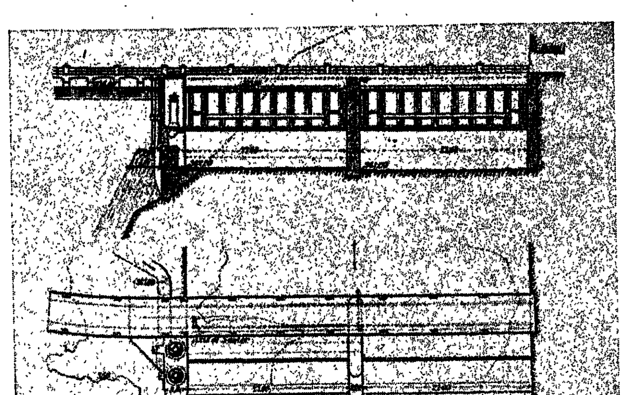


Fig. 33 *a*. — Paratoie di Camarasa: pianta e sezione.

l'esecuzione in cemento armato risulta più economica anche perchè le gettate vengono fatte sul posto e per grandi sbarramenti la spesa per l'impianto dei cantieri relativi a questa parte è trascurabile. Da ciò si deduce come le installazioni di questo genere non possono essere molte. Citiamo l'impianto di Camarasa in Spagna (Pirenei), l'impianto del Tirso in Sardegna e un altro nel Brasile.

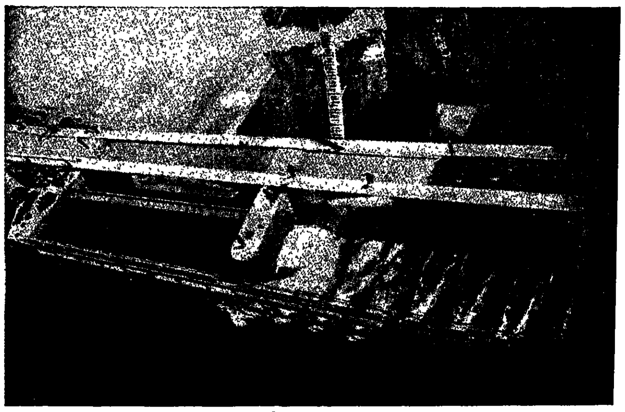


Fig. 33 *b*. — Vista dall'alto delle due paratoie automatiche.

Diga Camarasa, 163 milioni di m^3 di invaso, 151 m di lunghezza in cresta, 92 m di altezza. L'impianto idraulico ha una potenza di 100.000 HP.

Si hanno due paratoie pendolari in cemento armato da m 27 di larghezza ciascuna, con 10 metri di raggio. Esse sono del tipo a settore con altezza di m 6,98 e consentono di scaricare 2000 m^3/sec circa: $\sqrt{2gH} \times 0{,}45 \times 6{,}98 \times 27 = 2000$, dove $H =$ m 6,98. Il settore pesa 120 tonn, la parete frontale ha uno spessore di 33 cm; opportuni setti sono disposti a m 2,25 l'uno dall'altro. Gli scomparti sono a tenuta ad eccezione dei due estremi che possono essere messi in comunicazione con l'acqua di invaso [fig. 33 *a*), *b*), *c*)].



Fig. 33 *c*. — Una paratoia parzialmente sommersa, durante il funzionamento.

Il funzionamento automatico è molto semplice. Quando il livello aumenta, un galleggiante scopre la luce di scarico della camera ed il settore si abbassa dolcemente, con una tolleranza di pochi centimetri rispetto al livello di ritenuta; il totale abbattimento si ottiene con un sovralzo di 10 cm circa. Per ottenere la manovra a mano si hanno due possibilità: o immettere l'acqua nel settore, o sollevare la valvola che copre la luce di scarico della camera.

Paratoia a settore sulla diga del Tirso.

Due paratoie da m 12 × 7 di altezza, in cemento armato, sono piazzate in corrispondenza della penultima e terzultima luce fra i contrafforti della diga. Il raggio delle paratoie è di m 10. L'interno del settore, in codizioni normali di ritenuta, a paratoia alzata è perfettamente ispezionabile. La chiusura ermetica verso valle è ottenuta dall'albero stesso del diametro di 100 mm, che è fissato sulla soglia; lateralmente, la tenuta è realizzata da lamierino elastico in acciaio la cui tenuta è come al solito agevolata dalla pressione idraulica.

La posizione della paratoia è funzione del valore della pressione sulla sua faccia inferiore, nella camera di immersione. Durante il movimento questa pressione è regolata da una valvola speciale formata da tre cilindri di cui due aperti ed il centrale chiuso e funzionante da galleggiante. Il cilindro esterno chiude lo scarico della camera inferiore ed è collegato al galleggiante interno a cui arriva l'acqua mediante una tubazione ad imbuto quando il livello nel lago aumenta oltre la quota di ritenuta normale.

Il galleggiante, sollevandosi, costringe il cilindro esterno a sollevarsi con esso, ciò che provoca l'apertura dello scarico della camera della paratoia [fig. 34 *a*) e *b*)].

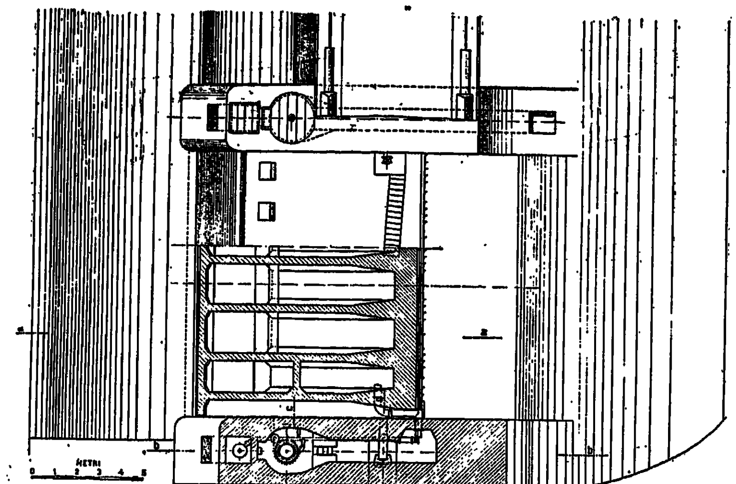


Fig. 34 *a*. — Paratoie in cemento armato sulla Diga del Tirso: pianta.

L'abbassamento del settore è tosto limitato per il fatto che, spostandosi esso in basso, aumenta il momento della spinta idrostatica sulla faccia inferiore e la paratoia si arresta immediatamente. Solo quindi un aumento di portata del corso d'acqua consente un ulteriore abbassamento della paratoia.

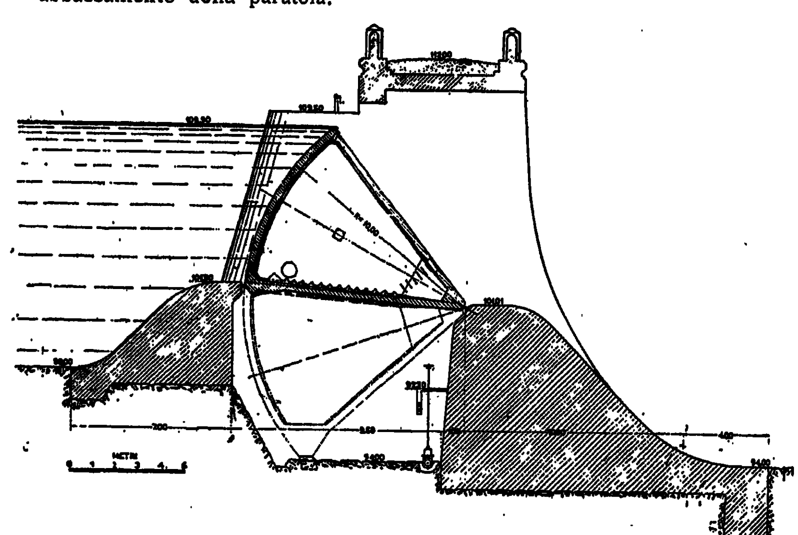


Fig. 34 *b*). — Sezione trasversale.

La manovra a mano di scarico della camera di immersione consente di abbassare la paratoia in circa dieci minuti primi.

Nelle operazioni di invaso, appena l'acqua entro il lago raggiunge un certo livello, essa penetra nella camera di riposo del settore e quando il volume d'acqua spostato della paratoia eguaglia il suo peso questa comincia a muoversi. Questi due organi consentono uno scarico di oltre 800 m^3/sec. La paratoia è suddivisa da diversi scomparti disposti a 3 metri l'uno dall'altro, dello spessore 30 cm.

Nella paratoia si può accedere in condizioni normali mediante apposito chiusino situato ad un estremo. Le pareti sono calcolate per resistere alla massima pressione idrostatica che si verifica a paratoia abbassata e che corrisponde all'altezza totale della lama stramazzante.

Illustriamo ora un grandioso sbarramento automatico, attualmente in avanzato montaggio, mentre per quanto si riferisce ad altri tipi di dighe automatiche derivate dai fondamentali, ci richiamiamo alla bibliografia riportata al termine del presente lavoro.

Descrizione delle paratoie automatiche per lo sbarramento del Sele, e loro modo di funzionare.

Generalità e caratteristiche costruttive.

Lo sbarramento sul fiume Sele a Persano della Soc. An. per le Bonifiche comprende quattro paratoie, ciascuna per una luce netta di

metri 17 di larghezza per metri 6 di altezza normale di ritenuta. Nella fig. 37 si ha la vista dello sbarramento, con l'inizio della esecuzione delle pile limitanti le luci che verranno occupate sulle paratoie automatiche. Dette paratoie sono di tipo a settore a funzionamento automatico, e sono previste per rispondere alle seguenti condizioni di manovra:

a) funzionamento automatico per mantere costante — entro le tolleranze prestabilite — il livello a monte, sempre che la portata del fiume non oltrepassi la capacità di scarico delle luci completamente aperte.

b) manovra idraulica a mano allo scopo di poter manovrare le paratoie ed eventualmente provocarne a volontà anche la completa apertura, utilizzando la spinta idrostatica che, mediante il gioco di opportune saracinesche, si può creare sotto le ventole servomotrici, in dipendenza del dislivello esistente fra monte e valle dello sbarramento.

c) manovra di sicurezza per determinare a volontà ed indipendentemente dalla quota di livello a monte ed a valle dello sbarramento, la loro apertura e chiusura parziale o totale, utilizzando l'azione di gravità di contrappesi mobili entro appositi pozzi, combinata con la spinta idrostatica che sui contrappesi stessi si potrà esercitare regolando opportunamente il livello dell'acqua entro i pozzi sopradetti.

Durante il funzionamento automatico il livello a monte si mantiene costante con una tolleranza di qualche centimetro sulla ritenuta normale a quota (46,50).

Le paratoie propriamente dette sono del tipo a settore cilindrico, costituite da diaframma curvato ad arco di cerchio, collegate ai perni di rotazione mediante due bracci laterali a raggiera.

Allo scopo di evitare qualsiasi attrito di strisciamento e ridurre così al minimo tutte le resistenze passive, i perni sono del tipo a rotolamento. In essi, la parte mobile è costituita da un settore in acciaio fuso del raggio di circa 500 mm, rigidamente collegato alla raggiera; la parte fissa, da un supporto in acciaio fuso ancorato solidamente nella muratura; le superfici di rotolamento sono accuratamente lavorate.

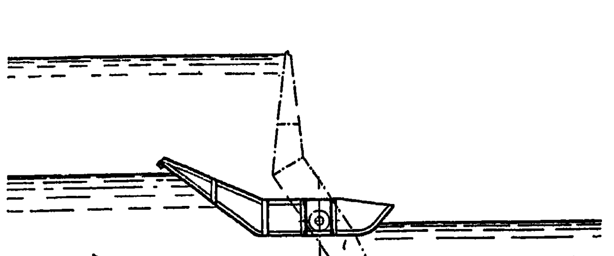


Fig. 36. — Paratoia automatica di regolazione di portata con livello a valle a quota determinata variando il livello nel serbatoio entro dati limiti.

La concordanza del movimento è esattamente assicurata a mezzo di un robusto ingranaggio, il quale esclude la possibilità di qualsiasi scorrimento.

Un rullo disposto al centro del segmento rotolante e montato su cuscinetti a sfere, rotola su una controguida la cui superficie è parallela a quella del piano del supporto rotolante, e impedisce — allorchè la paratoia a settore si trova in posizione di apertura e su di essa non si esercita più la spinta idraulica — che il settore mobile del perno si stacchi dal suo piano di appoggio [fig. 38 *a* e *b*)].

Il peso di ciascuna paratoia è equilibrato da due contrappesi in calcestruzzo, alloggiati e scorrenti entro due pozzi praticati nelle pile laterali, i quali pozzi normalmente si trovano pieni d'acqua.

I blocchi di calcestruzzo costituenti i contrappesi, sono dimensionati in modo che il loro peso ecceda complessivamente di circa 11 tonn. quello delle parti mobili della paratoia a settore, ivi compreso il peso delle ventole servomotrici, quando i pozzi sono vuoti, e che risultino più leggeri di detta paratoia quando i pozzi sono pieni d'acqua, per effetto della spinta idrostatica.

Una tubazione d'alimentazione facente capo a due gruppi elettropompa disposti in un piccolo edificio laterale, mediante il gioco di apposite valvole, può alimentare contemporaneamente i due pozzi di ciascuna delle quattro paratoie.

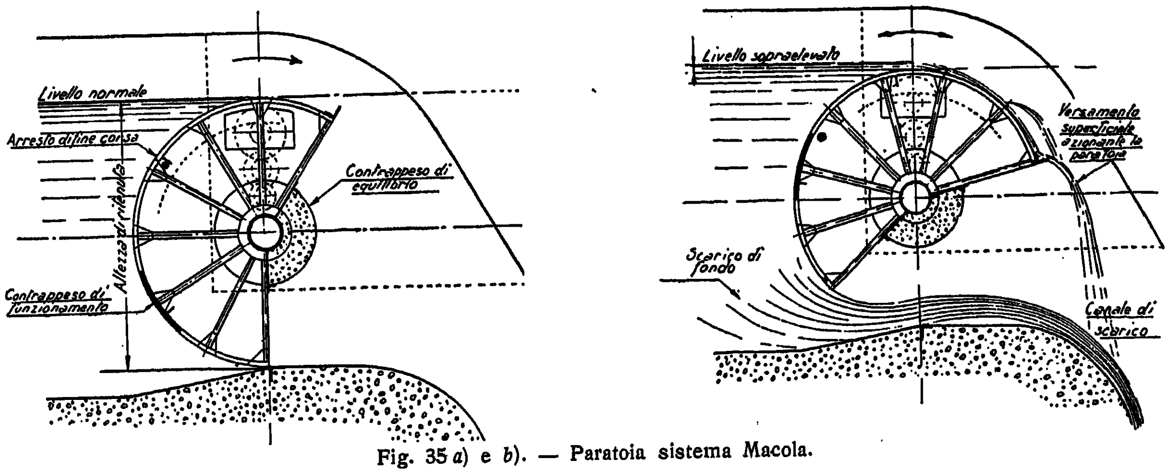


Fig. 35 *a*) e *b*). — Paratoia sistema Macola.

Lo scarico dei pozzi è pure comandabile a mezzo di apposite valvole.

A ciascuno dei due bracci a raggiera della paratoia, che portano alla loro estremità i perni, è collegata — mediante una biella a grande momento di inerzia — una ventola servomotrice, oscillante attorno ad un asse orizzontale e disposta in una camera ricavata nella pila. La parte inferiore di questa camera che circonda la ventola servomotrice, con piccolo gioco comunica col livello a monte attraverso ad uno sfioratore disposto all'altezza di ritenuta normale, mentre la parte superiore, mediante apposita apertura, sbocca sempre liberamente verso valle.

Le due camere appartenenti alla stessa paratoia sono collegate fra loro per mezzo di una condotta di comunicazione.

Modo di funzionare delle paratoie.

a) *Funzionamento automatico.* — Il funzionamento automatico viene realizzato utilizzando l'azione delle ventole servomotrici sopra descritte.

A partire da paratoia abbassata se il livello d'acqua a monte si alza al di sopra della cresta dello sfioratore, la parte della camera che si trova al disotto delle ventole servomotrici si riempie d'acqua fino ad una certa altezza che è funzione della lunghezza dello sfioratore, dello spessore della lama stramazzante e del gioco esistente fra le ventole servomotrici e le pareti della camera che le contiene. Questo gioco, essendo molto piccolo, ed in parte anche ridotto a mezzo di apposite tenute, rende sufficiente una lama stramazzante di pochi centimetri di spessore per riempire le camere fino ad un'altezza considerevole, mentre l'acqua che sfugge superiormente attraverso il suddetto gioco, si scarica per l'apertura che sbocca liberamente verso valle, come sopra accennato.

Sulla superficie inferiore delle ventole servomotrici viene così a formarsi una pressione idrostatica considerevole che, trasmessa a mezzo delle bielle alle braccia della paratoia, ne provoca l'apertura.

Questo movimento tuttavia viene presto ad arrestarsi per il fatto che la pressione che si esercita sulla superficie della ventola servomotrice diminuisce quando essa si alza, mentre per contro il momento del peso della paratoia da sollevare aumenta man mano che la paratoia si apre. Di conseguenza, le paratoie si mantengono in equilibrio in una posizione intermedia corrispondente ad un'apertura tale che la portata d'acqua da esse erogata risulta uguale a quella del corso d'acqua. Se frattanto la portata del corso d'acqua viene ad aumentare, si alza immediatamente anche il livello a monte e quindi aumenta la quantità d'acqua stramazzante sullo sfioratore che alimenta le camere delle ventole servomotrici.

Viene così a formarsi sotto di queste una pressione idrostatica

maggiore che determina una maggiore apertura delle paratoie. In caso di abbassamento del livello a monte, si produce reciprocamente un movimento delle paratoie nel senso di chiusura; se detto livello a monte si abbassa tanto da risultare inferiore alla cresta dello sfioratore, le camere delle ventole servomotrici si vuotano completamente e le paratoie vengono così a chiudersi gravando con tutto il loro peso contro la soglia e assicurando la tenuta.

Nel particolare caso in esame, il centro di gravità delle superfici delle ventole servomotrici, quando queste sono completamente abbassate e la paratoia è chiusa, si trova a metri 3,75 circa al disotto del livello normale d'acqua, mentre le due ventole hanno una superficie complessiva di m^2 22. Ne risulta una forza massima di un totale di circa 80 tonn., delle quali circa 45 vengono trasmesse, attraverso bielle, al corpo della paratoia in misura largamente esuberante per ottenere il movimento di questa.

Lo sfioratore di regolazione, che alimenta le camere delle ventole di comando, è previsto di una lunghezza utile di metri 16 e capace di fornire una portata di circa litri 550 al secondo quando il livello d'acqua si alza solamente di 6 cm sopra la quota di ritenuta normale.

Le ventole servomotrici agiscono inoltre come smorzatori a liquido, cosicchè i movimenti si producono lentamente, senza colpi, e senza dannose oscillazioni.

b) *Manovra idraulica a mano.* — Per tale manovra si utilizza ancora l'azione delle ventole servomotrici.

A mezzo di una piccola saracinesca apribile a mano si può mettere in comunicazione la parte inferiore delle camere delle ventole servomotrici con l'acqua a monte delle paratoie, anche se il livello di queste si trova a quota inferiore alla cresta dello sfioratore. Viene così a formarsi sulla superficie inferiore delle ventole una pressione idrostatica tale da determinare l'apertura delle paratoie.

Nel caso presente, lo sforzo totale da vincere è di 12 tonn. ivi compreso gli attriti per lo strisciamento delle guarnizioni. Questo sforzo conduce ad una pressione sotto le ventole di circa 36 tonn. e tenendo conto della loro superficie ne deriva una pressione idrostatica necessaria per sviluppare tale spinta di metri 1,60 circa. Supposto che a valle il livello si innalzi di metri 2,50 e tenendo conto dei metri 1,60 necessari per equilibrare lo sforzo di tonn. 36, si ha a disposizione, per il sollevamento, un battente di metri 1,90.

E' con questo battente che l'acqua defluisce sotto le ventole attraverso una luce di 450 mm.

Tenendo conto delle perdite che si verificano attraverso le guarniture, considerate con una certa larghezza corrispondenti ad una fessura perimetrale di 2 mm si ha una portata utile di 360 litri al secondo circa a disposizione per riempire il volume di 46 m^3 necessario per ottenere il percorso totale delle ventole. Ne deriva pertanto un tempo di 2 a 2,5 minuti per il funzionamento idraulico a mano. Convenendo di ridurre la velocità di apertura della paratoia si strozzerà adeguatamente la luce della valvola ausiliaria d'immissione.

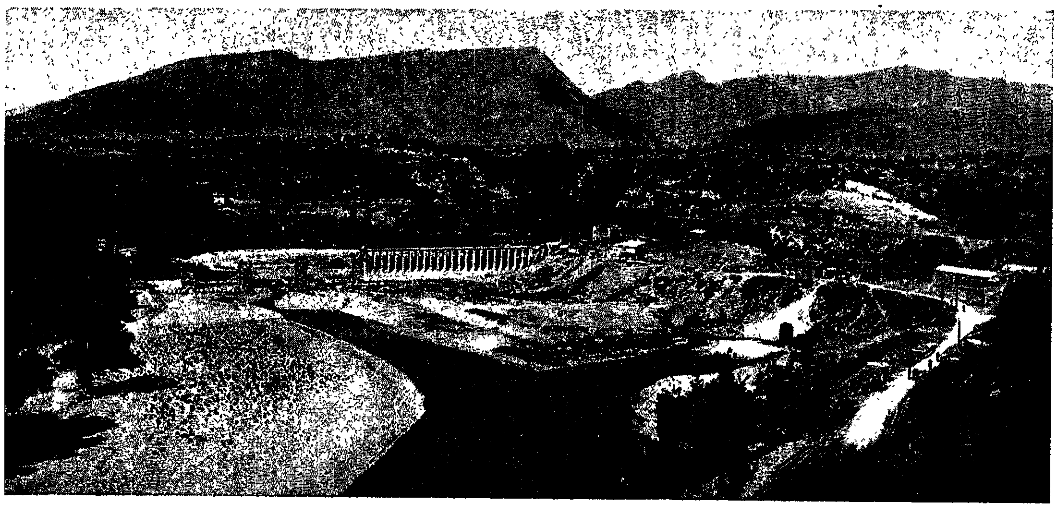


Fig. 37. — Sbarramento sul Fiume Sele.
Veduta generale dell'impianto: Diga di Ponte Sele, sbocco della galleria di deviazione per l'esecuzione dei lavori e campagne limitrofe.

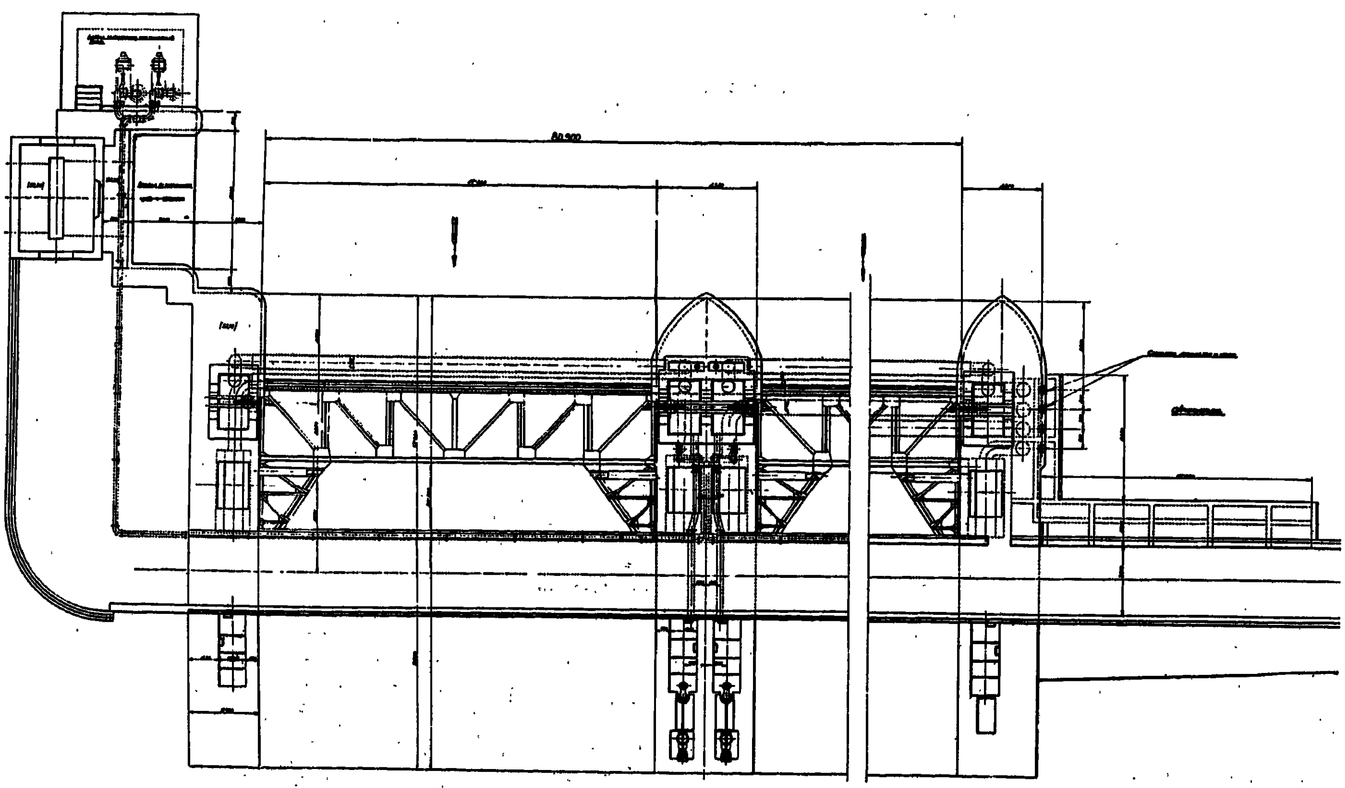


Fig. 38 *a*) — Sbarramento del Sele - Pianta delle paratoie automatiche.

c) *Manovra di sicurezza.* — Per questa manovra si utilizza l'azione dei contrappesi collegati a mezzo di cavi di acciaio e di puleggie di rinvio alle paratoie, e scorrenti negli appositi pozzi.

Per aprire le paratoie è sufficiente quindi, con la semplice manovra di apposita valvola, scaricare l'acqua dai pozzi.

Il volume dei pozzi è di 69 m³ e tenendo conto dei 20 m³ occupati dai contrappesi si hanno 49 cm³ di acqua da scaricare. Con un battente medio di m 5 ed una valvola di 25 cm di diametro disposta al piede dei pozzi stessi, per il vuotamento si impiegano da 3 a 3,5 minuti. Si noti quindi che il tempo per la manovra totale è brevissimo e in pratica conviene aumentarlo strozzando l'apertura della valvola di scarico.

Il grado di apertura delle paratoie può essere fissato a piacere, regolando opportunamente, con la tempestiva chiusura della saracinesca sopra accennata, il livello d'acqua entro i pozzi, mentre per la richiusura completa delle paratoie è sufficiente ritornare a riempire i pozzi mettendo in azione gli appositi gruppi di elettropompe.

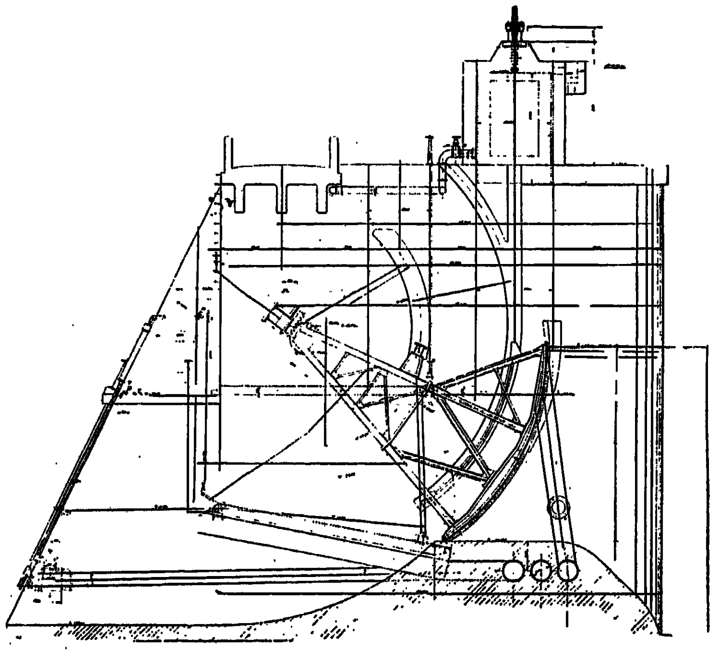


Fig. 38 *b*). — Sezione trasversale della paratoia estrema in sponda destra, munita di organi di asservimento.

La manovra di sicurezza può effettuarsi in qualunque condizione, e cioè anche qualora il livello d'acqua a monte sia molto inferiore al normale, ed in particolare — ciò che più interessa — anche nell'ipotesi catastrofica che per una piena eccezionale il livello a valle salga a quota (44,50).

Di più, la manovrabilità di apertura delle paratoie è resa del tutto indipendente dalla disponibilità di corrente elettrica o di altra fonte di energia, essendo sufficiente per essa, come sopra detto, scaricare semplicemente i pozzi dei contrappesi.

Da ciò risulta, per questo tipo di comando, un grado di sicurezza notevolmente superiore a quello ottenibile con qualunque altro sistema implicante argani di qualsiasi tipo.

Per garantire in ogni caso la perfetta efficienza del comando di sicurezza, i pozzi dei contrappesi sono disposti in modo che il loro fondo risulta a quota superiore al livello di massima piena catastrofica; viene così assicurata la possibilità di scaricare sempre in ogni evenienza e completamente l'acqua in essi contenuta, e di comandare quindi l'apertura delle paratoie.

La paratoia presso lo sfioratore di presa è munita di opportuno dispositivo di asservimento; essa, inoltre, per piccoli eccessi di portata funzionerà da sola, realizzando in tal modo, come esposto nella parte generale, vantaggi derivanti da un esercizio più semplice e assicurando contemporaneamente una completa regolazione. La fig. 39 rappresenta il montaggio dele parti metalliche da murarsi, in avanzato svolgimento.

Sifoni e paratoie automatiche.

Per la regolazione dei livelli di ritenuta si dà in generale la preferenza alle paratoie automatiche le quali, come abbiamo visto, bene si prestano per realizzare il concetto di una fine regolazione. Rari esempi si riscontrano di adozione di sifoni che trovano invece vasto impiego in altri campi; in queste applicazioni il sifone può essere consigliabile in presenza di portate relativamente piccole, da svasare da grandi altezze. In qualche caso si ricorre a più sifoni con le bocche disposte su diverse altezze; comunque anche la regolazione su distinti diversi livelli è realizzabile agevolmente con le paratoie automatiche, ed a riguardo ci riferiamo al caso dello sversatore della diga di Suviana delle FF. SS. già citato.

Inoltre, il sifone, come organo di scarico di piene dei fiumi, non si adatta convenientemente, sulle traverse dei quali invece si prestano molto bene le paratoie le quali ultime risentono in ogni caso del vantaggio della manovra a mano ad esse direttamente applicata.

Un altro caso fondamentale di applicazione delle paratoie automatiche si ha quando si tollerano nei periodi di piene eccezionali aumenti nell'altezza di ritenuta rispetto al valore di normale regolazione.

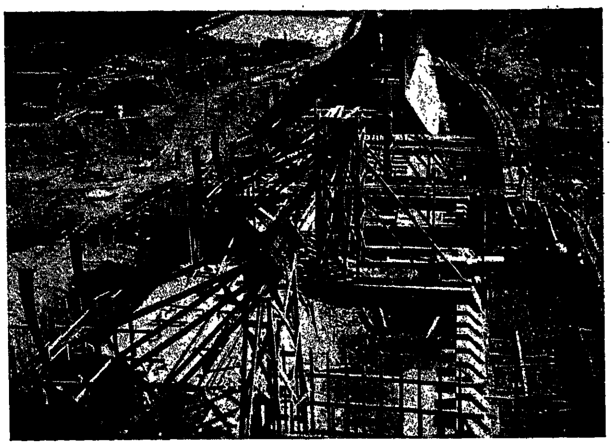


Fig. 39. — Vista della messa in opera delle parti da murarsi in attesa del getto di cemento.

In queste condizioni si adottano, come effettuato in notevoli importanti impianti fra cui Fiumerotto e diga Lavezze della S. Acquedotto De Ferrari Galliera, paratoie che coprono una luce atta a smaltire una portata corrispondente alle piene normali avendo l'avvertenza di prevedere pile di sufficienti altezze tali da consentire il margine occorrente in previsione delle piene eccezionali. Così facendo ne deriva una soluzione molto economica che non sarebbe realizzabile diversamente.

BIBLIOGRAFIA

Wasserkraft und Wasserwirtschaft, n. 18, anno 1929 - Ing. Hohlfeldt: Sulle moderne dighe mobili nella Sassonia.

Description de quelques types de barrages automatiques. - (Minnesota et S. Gestraud) H. F. Weber - *R. G. E.*, 1920, tome VIII, pagine 897-906.

Bautecnik, dicembre 1928 - M. Ludwig.

L'Usine Hydroelectrique d'Eguzon - *R. G. E.*, tome XXI, 1927, autore A. Curchod e «Le Geneie Civil» 3 luglio 1926.

Il Canale della Brentella, 1929 - Treviso-Longo e Zoppelli.

Note sur le calcul des déversoirs de crues des barrages reservoirs - «Schweizeriche Bauzeitung» del 25 marzo 1922 - Otto Sommer.

Vannes automatiques leurs types et possibilites d'application - Otto Sommer.

Evolution des barrages mobiles sur fleuves en vue de leur emploi pour le prises d'eau des Usines hydroelectriques - Revue Industrielle, september-october, 1922, tome LII par D. Eydoux.

Cenni sui più moderni tipi di paratoie e dighe mobili automatiche - Ing. A. Testa.

I. Kolle - Schweirerische Bauzeitung, 23 settembre 1922, t. LXXX.

Le Barrage de Brême sur la Weser - Catalogo della Società MANN.

Dighe - Ing. Scimeni.

Wegman - The Design and Construction of Dams.

Paratoie sistema Ing. Macola - *Energia Elettrica*, luglio 1928.

Dighe mobili a settore automanovrabile - Dall'*Industria*, 1920 - Ing. G. Rodio.

Handbuch des Wasserbanes - Handbuch der Ingenieur - Ing. Prof. Hengels.

Das hydraulische Dachwer - Patent Huber e Lutz.

Sonderdruck aus Wasserkraft und Wasserwrtschaft, 1930, Heft 6. Das hydraulische Dachwehr - Ing. Huber.

Roller and Sector Gates on Hydroelectric Plant in Norweg - Engineering News-Record, 1928 - Ing. O. Reed.

L'impianto idroelettrico di Crevola d'Ossola sul Toce - Prof. Ing. G. Ganassini.

Pubblicazioni della Società Tosi-San Giorgio:

« L'Eletrotecnica » anno 1927, n. 31: L'impianto del Tirso.

Dr. Ing. Vincenzo Rubbo: Cenno sulle opere di bonifica della piana in destra del Sele, con particolare riguardo alla diga di Persano - « Energia Elettrica », n. 10, anno 1931-X.

I TRIODI E LA DETERMINAZIONE DEGLI INTEGRALI ISTANTANEI DI UNA GRANDEZZA ALTERNATIVA PERIODICA

F. VECCHIACCHI

Mediante triodi, e con l'ausilio di un variatore di fase, è possibile determinare staticamente l'integrale di una tensione alternativa periodica ad un determinato istante, e ricavarne per punti l'intero diagramma di variazione rispetto al tempo.

1. — Si abbia in fig. 1 *a* il diagramma di una tensione alternativa $v = f(t)$ di periodo T e di forma qualunque. Salvo una costante additiva Ω_0 da determinarsi, l'integrale Φ della v al tempo t, od in corrispondenza dell'angolo $\alpha = \dfrac{2\pi t}{T}$, può essere eguagliato all'area Φ_1 (tratteggiata) del diagramma di variazione della v, compresa tra l'angolo 0°, corrispondente al passaggio di v per lo zero con derivata positiva, e l'angolo α medesimo.

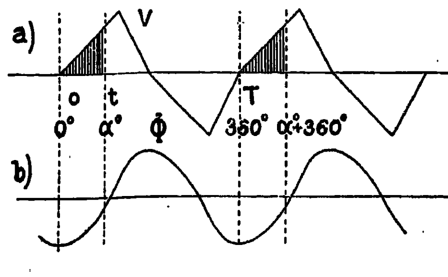


Fig. 1.

In molti casi si sa che $\Phi = \Phi_1 + \Phi_0$ deve essere una grandezza alternativa pura, priva cioè di componente continua, ed allora la costante Φ_0 resta determinata dalla necessità di ottenere un valore medio nullo per il diagramma di Φ medesimo. Se per di più, si sa a priori, ed anche questo è un caso frequente, che le due semionde di Φ devono avere lo stesso valore massimo, (come accade ad es. nel caso in cui il diagramma della v contenga solo armoniche di ordine dispari), risulta per Φ_0 il valore $\Phi = -\dfrac{\Phi_{max}}{2}$, cioè la metà dell'area di una semionda della v.

2. — Con l'ausiliario di un variatore di fase, i triodi consentono una facile determinazione per punti dell'intero diagramma dell'integrale Φ nel tempo, nel caso particolare in cui la v subisca due sole inversioni in un periodo, e le due semionde, pur presentando una forma qualunque, abbiano eguale durata; quando cioè l'intervallo di tempo tra due passaggi consecutivi per lo zero sia esattamente eguale ad un semiperiodo. Una limitazione del genere non esclude per quanto è noto la massima parte delle f.e.m. prodotte con macchine a corrente alternativa, risultanti ad es. da tensioni sinoidali deformate in circuiti i cui parametri variabili abbiano valori indipendenti dal segno della corrente. (Ferro soggetto a magnetizzazione alternativa simmetrica).

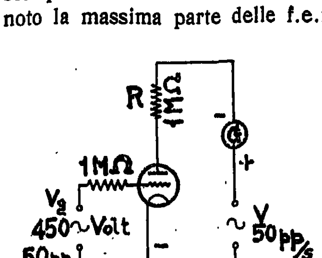


Fig. 2.

E' facile comprendere come il procedimento in questione venga a risultare un'estensione, con triodi, del sistema di misura dei valori medi con diodi (¹), alla stessa guisa che il procedimento di rilievo di un diagramma col sistema dei contatti istantanei (²), costituisce una estensione del sistema a diodo per la determinazione dei valori massimi.

3. — Alla griglia del triodo di fig. 2, avente un coefficiente di amplificazione piuttosto elevato ($\mu = 15$), è applicata una tensione V_g di qualche centinaio di volt, avente la stessa frequenza della tensione V di cui si vuole determinare l'integrale, inserita nel circuito anodico, e fase regolabile rispetto ad essa da 0° a 360° in maniera nota. La tensione V_g può essere come la V di forma qualunque, salvo la limitazione di un eguale durata per le due semionde (³). Ove la forma della V_g vari insieme alla fase, quest'ultima s'intende riferita ai passaggi per lo zero.

L'effetto della V_g di griglia, che, come si è detto, ha valore elevato, è evidentemente quello di rendere lo spazio anodico del triodo, conduttivo durante tutto un semiperiodo (semionda di V_g positiva) ed isolante durante l'altro. Stando le fasi della V e della V_g come in fig. 3,

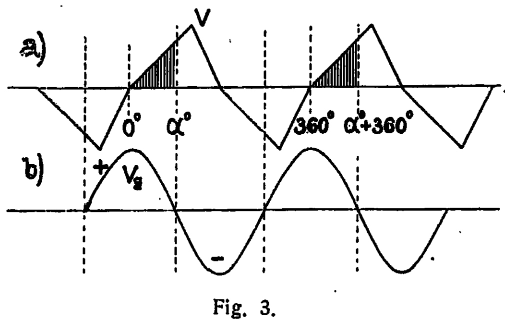


Fig. 3.

l'indicazione I del galvanometro a corrente continua sarà proporzionale a Φ_1 e cioè, salvo la solita costante additiva Φ_0, a Φ, per tutto l'intervallo di variazione di α tra 0° e 180°, essendo la fase 0° presa all'inizio della semionda positiva della V. E' evidente come in questo gioco abbia importanza fondamentale il fatto che la conduttività del triodo è unilaterale e che cioè il passaggio della corrente anodica richiede, oltre ad un'adatta tensione di griglia, anzitutto una tensione anodica di segno positivo.

Da 180° a 360°, in molti casi, (e cioè quando la V contiene solo armoniche dispari), si potranno ricavare i nuovi valori di Φ_1 da quelli precedentemente determinati fra 0° e 180°; nel caso generale si continueranno i rilievi col circuito considerato dopo avere invertito simultaneamente gli attacchi della V e della V_g, e cioè a dire dopo avere eseguito uno sfasamento di 180° in ambedue le tensioni.

Durante tutta la semionda positiva, essendo R molto grande, (1 — 10 $M\Omega$ ad esempio), di fronte alla resistenza interna del triodo, si può ritenere, trascurando quest'ultima, che la resistenza totale in serie con il galvanometro sia espressa dalla R medesima. Per questo occorrerà tuttavia che la tensione V non sia troppo bassa, ma che l'ordine di grandezza medio di essa sia ad es. almeno diverse diecine di volt (⁴).

Avremo: $\Phi_1 = \Phi - \Phi_0 = TRI$, e, nel caso in cui la Φ deve essere una grandezza alternativa pura con eguali valori massimi:

$$\Phi_0 = \frac{T R I_{max}}{2}$$

dove: T è il periodo, I la corrente media letta al galvanometro, ed I_{max} il valore massimo assunto da questa medesima corrente.

4. — Una tensione V_g di griglia sinoidale, avente, come quella del caso sperimentato, 450 volt efficaci, e cioè circa 640 volt di ampiezza, presenta, intorno ai passaggi per lo zero, una velocità di variazione $\dfrac{d V_g}{d t}$ di $\dfrac{2\pi \cdot 640}{T} \dfrac{\text{volt}}{\text{sec}}$, cosicchè, in particolare, l'intervallo di tempo Δt necessario per una variazione ΔV_g eguale a 10 volt, risulta di circa 1/400 del periodo. Con un triodo avente $\mu = 15$, tale variazione è sufficiente per portare il triodo dalla condizione di conduttività nulla a quella di conduttività finita, per tutti i valori di tensione anodica fino ad un centinaio di volt ed anche oltre (⁵). In tali condizioni si potrà quindi ritenere in pratica, agli effetti dell'integrale, che, indipendentemente dai valori di tensione anodica, il circuito anodico presenti la conduttività voluta per l'intero intervallo di tempo corrispondente alla semionda positiva della V_g. Come si è premesso,

(¹) «Misura diretta mediante diodi dei valori medii e massimi di una grandezza alternativa». Nota di prossima pubblicazione su *L'Elettrotecnica*».

(²) Rilievo della forma di una grandezza alternativa con un metodo di contatti istantanei attuato staticamente - *L'Elettrotecnica*, 5 novembre 1930, n. 31, vol. XVII.

(³) Per quanto ci è noto dei variatori di fase (vedi ad es. Fasometri a triodi - *L'Elettrotecnica*, 5 novembre 1930, n. 31, vol. XVII) si comprende che il caso più pratico (per non dire il solo caso pratico) di realizzazione delle condizioni su esposte, sarà quello delle frequenze industriali e di una tensione di alimentazione sinoidale o quasi ricavata da una rete polifase. Mentre il variatore (campo rotante) è direttamente alimentato da tutto il sistema di tensioni, la tensione di una fase serve a produrre la V analizzata, attraverso un circuito di deformazione (ad es. induttanza a ferro) del quale si vuole studiare il comportamento.

(⁴) Loc. cit. nota 1.

(⁵) In certi casi potrà essere conveniente inserire una certa polarizzazione negativa nel circuito di griglia.

tale intervallo deve essere esattamente eguale ad un semiperiodo e cioè a 180° [6].

Senza indugiarci su altri particolari, diremo che anche qui valgono le osservazioni esposte in precedenza in proposito del sistema di contatti istantanei, dei fasometri a triodi, ecc., ecc. [7]. Per quanto riguarda la frequenza si hanno, a causa delle capacità parassite del triodo [8], limiti superiori piuttosto bassi, che, per una R di 1 $M\Omega$, e per triodi usuali, risultano verso qualche migliaio di periodi/sec. I valori della R non saranno in generale troppo bassi (ad es. al di sotto di 0,5 — 1 $M\Omega$) allo scopo di evitare eccessivo consumo, ed influenze da parte della conduttanza variabile del triodo, nè troppo alti (ad es. al disopra di 10-20 $M\Omega$), per evitare influenze dovute agli immancabili difetti d'isolamento dello zoccolo e del supporto del triodo, ed in genere di tutta l'installazione. Questa sarà pertanto realizzata con tutte le cure dovute.

5. — Di fronte al metodo di rilievo dei valori istantanei, quello qui considerato per il rilievo degli integrali, presenta il vantaggio di una più semplice realizzazione. Così, quando si tratti di rilevare il diagramma di una corrente, potrà in molti casi essere più comodo tradurre la corrente stessa in una tensione al secondario di una mutua induttanza, invece che in una caduta ohmica ai capi di una resistenza.

E' chiaro che tanto l'uno quanto l'altro metodo potranno essere applicati contemporaneamente su oscillazioni aventi la stessa origine ed in tale maniera sarà possibile, come è altrove considerato [9], tracciare ad es. i cicli d'isteresi di un materiale ferromagnetico. Poichè mediante giochi di induttanze, resistenze e capacità, si può passare facilmente da un diagramma alla sua derivata od al suo integrale, l'impiego simultaneo dei due sistemi potrà consentire un controllo reciproco di buon funzionamento, e costituire un utile esercizio didattico.

I TRIODI ED IL RILIEVO DEI CICLI D'ISTERESI DEL FERRO

F. VECCHIACCHI

Mediante triodi, con i dispositivi, altrove descritti, per la determinazione dei valori istantanei di una grandezza alternativa e del suo integrale, è possibile ricavare per punti, a lettura diretta, il ciclo d'isteresi di un materiale ferromagnetico sottoposto ad una tensione alternativa. Mediante diodi si può ricavare la curva di prima magnetizzazione in modo ancora più facile.

1. — Si abbia, come in fig. 1, un nucleo chiuso di ferro, (in genere di un certo materiale ferromagnetico da studiare), sul quale siano disposti un avvolgimento primario L_1 di N_1 spire, ed un avvolgimento secondario L_2 di N_2 spire. Al primario venga applicata, attraverso una resistenza R, una tensione alternata V di frequenza f e di forma qualunque. Supponiamo che le dispersioni di flusso tra primario e secondario sieno molto piccole, che grazie ad una conveniente laminazione, le perdite per correnti parassite sieno trascurabili di fronte a quelle d'isteresi, e che le capacità distribuite degli avvolgimenti sieno sufficientemente piccole per poter essere ritenute nulle.

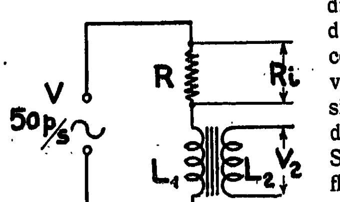


Fig. 1.

Il ciclo d'isteresi nei termini Φ flusso d'induzione concatenato con l'avvolgimento primario, e corrente i attraverso lo stesso avvolgimento, potrà essere speditamente rilevato per punti qualora si disponga di un mezzo per determinare insieme, in ogni istante t del ciclo, il valore R_i istantaneo della tensione ai capi della R, ed il valore Φ istantaneo dell'integrale $\frac{N_1}{N_2}\int_0^t v_2\,dt + \text{cost}$, corrispondente. Per quanto si è avuto occasione di rilevare [1], i triodi offrono la possibilità considerata, con la sola limitazione che la tensione V ai capi del ferro, pur essendo di forma qualunque, presenti due sole inversioni per periodo ed abbia le due semionde di eguale durata. Perchè il ciclo d'isteresi sia simmetrico, occorre evidentemente che i valori massimi raggiunti dalla corrente nelle due semionde sieno eguali, e ciò accade in particolare nel caso in cui la tensione V applicata comprenda solamente armoniche di ordine dispari. (Occorre altresì che il ferro non possegga magnetizzazione residua così intensa da non poter essere cancellata dal campo alternativo applicato, nè che sia soggetto ad un campo costante di altra origine).

2. — In fig. 2 è riportato lo schema completo di un'installazione attuata alle frequenze industriali, nella quale il complesso dei triodi

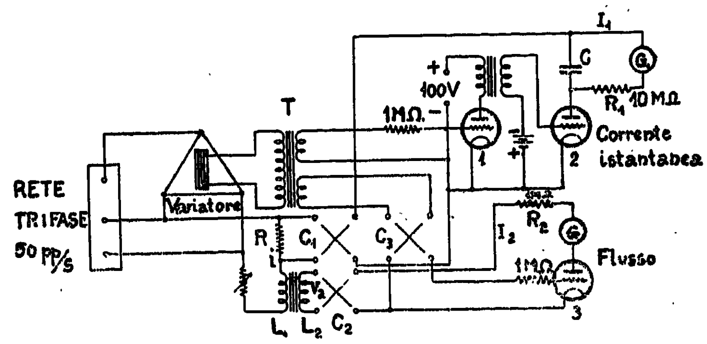


Fig. 2.

1 e 2 serve alla determinazione dei valori istantanei $R\,i$, ed il triodo 3 a quella dell'integrale istantaneo della tensione v_2 al secondario del ferro.

L'induttanza L_1 è costituita dall'avvolgimento primario di un trasformatore, adatto per una tensione efficace di circa 60 volt, il secondario L_2 del quale, ha numero di spire doppio. La resistenza R è di circa 100 Ω e le correnti sono dell'ordine di qualche decimo di ampere. Il variatore di fase è del tipo a campo rotante con alimentazione trifase, il trasformatore T a due secondari è in realtà costituito da due piccoli trasformatori intervalvolari per l'amplificazione nella gamma acustica, con rapporto di trasformazione 3. I primari di tali trasformatori sono alimentati in parallelo con una tensione di 150 volt. C_1, C_2, C_3, sono tre commutatori che permettono di variare facilmente il senso delle connessioni nel corso delle misure [2].

Per tarare il galvanometro G_1 in valori istantanei di corrente si può far circolare nel circuito $L_1 R$ una corrente continua nota. In maniera analoga si può operare per la taratura del galvanometro G_2 tenendo presente che:

$$\Phi + \Phi_0 = \frac{N_1}{N_2} T R_2 I_2,$$

e che Φ_0, sempre nell'ipotesi di $| i^+_{max} | = | i^-_{max} |$, risulta espresso da:

$$\Phi_0 = N_1/N_2 \frac{T R_2 I_{2max}}{2}$$

dove T è il periodo, ed I_{2max} il valore massimo assunto dalla corrente I_2 galvanometrica.

(6) Un variatore di fase a campo rotante a ferro, come quelli per le frequenze industriali, anche se alimentato con tensioni sinoidali, può presentare nella tensione secondaria distorsioni variabili insieme con la fase. Ad ogni modo il controllo che le due semionde di segno contrario rimangono sempre della stessa durata potrà essere eseguito col circuito di misura, sostituendo la V alternata con una tensione continua, e verificando che la deviazione galvanometrica rimane allo stesso valore per qualunque posizione dell'organo variabile del variatore.

(7) Loc. cit. note 1, 2, 3.

(8) Loc. cit. nota 1.

(9) In questo stesso fascicolo del giornale: «I triodi ed il rilievo dei cicli d'isteresi».

(1) « Rilievo della forma di una grandezza alternativa con un metodo di contatti istantanei attuato staticamente » - *L'Elettrotecnica*, 5 novembre 1930, n. 31, vol. XVII.

« I triodi e la determinazione degli integrali istantanei di una grandezza alternativa periodica ». In questo stesso fascicolo del giornale.

(2) A differenza di quanto risulta nello schema della nota originale (Rilievo della forma, ecc., loc. cit. nota 1), nel circuito anodico del triodo 2 per il rilievo dei valori istantanei, è inserita solamente la tensione da analizzare, senza aggiunta di alcuna componente E_0 continua. Il valore istantaneo sotto misura deve quindi avere segno tale da rendere positivo l'anodo, ed è perciò che è disposto il commutatore C_1. I commutatori C_2 e C_3 relativi al circuito per la determinazione del flusso, vanno manovrati insieme, per invertire gli attacchi con la V_2 e con la tensione secondaria del trasformatore T quando l'indicazione del galvanometro G_2 passa per il suo massimo. Come il commutatore C_1 può essere abolito mediante inserzione nel triodo 2 di una componente continua E_0 di tensione anodica, così i commutatori C_2 e C_3 possono essere soppressi qualora ci si contenti di ricavare dal ciclo d'isteresi, la sola porzione corrispondente a valori di flusso positivi o negativi, dalla quale, per simmetria rispetto all'origine, si può ricavare facilmente l'altra porzione che completa il ciclo medesimo. E così una soluzione ridotta può permettere di alimentare in parallelo i circuiti di griglia dei triodi 1 e 3, facendo a meno di uno dei due secondari del trasformatore T. Si comprende bene come in ogni caso si debba prestare la dovuta attenzione nello stabilire i sensi dei vari collegamenti in accordo.

L'istante in cui ha luogo il guizzo di tensione di griglia nel triodo 2, e l'istante t, (angolo α), per il quale viene misurato l'integrale di tensione (fine od inizio della semionda positiva di tensione di griglia del triodo 3), si debbono corrispondere perfettamente. Data la maniera di produzione del guizzo, tale condizione risulta facilmente soddisfatta con l'approssimazione necessaria, semplicemente mediante opportuna scelta del senso delle connessioni, ed al più mediante l'inserzione di una conveniente polarizzazione nel circuito di griglia del triodo 1.

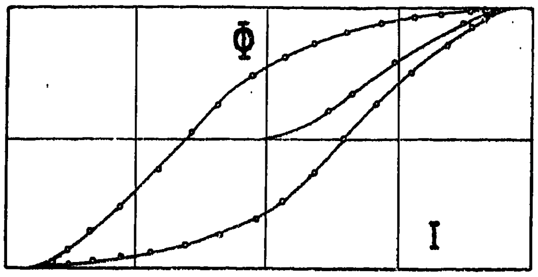


Fig. 3.

In fig. 3 è riportato uno dei cicli d'isteresi ricavato con la installazione descritta.

3. — Si comprende come sia inutile leggere l'angolo sul variatore di fase, che può essere considerato unicamente come un mezzo di variazione della corrente i assunta come variabile indipendente. Così il variatore può dare senza inconvenienti una tensione di uscita la cui fase sia anche diversa da quella letta sulla scala, non essendo necessario altro se non che la fase stessa sia variabile entro 360° e che ciascuna delle due semionde abbia durata di 180°. La lettura della fase può permettere per contro di rilevare insieme al ciclo di isteresi anche il diagramma della corrente magnetizzante e quello del flusso in funzione del tempo, cosa che può avere il suo interesse ad esempio nei casi in cui la curva di tensione v_2 ovvero quella di corrente i, siano sensibilmente sinoidali. (E' chiaro che in tale intento il rilievo sia della v_2 sia della i potranno essere eseguiti attraverso uno o più stadi di amplificazione).

Per le varie avvertenze relative alla pratica realizzazione dei circuiti di rilievo della corrente istantanea e del flusso, si rimanda alle relative note (3).

4. — Il sistema di rilievo degli integrali è chiaramente di assai più semplice attuazione, che non il sistema di rilievo dei valori istantanei. Può perciò convenire di far ricorso, per la determinazione dei cicli d'isteresi, invece che al circuito sopra considerato in fig. 2, ad un circuito come in fig. 4, nel quale la resistenza R_1 è sostituita me-

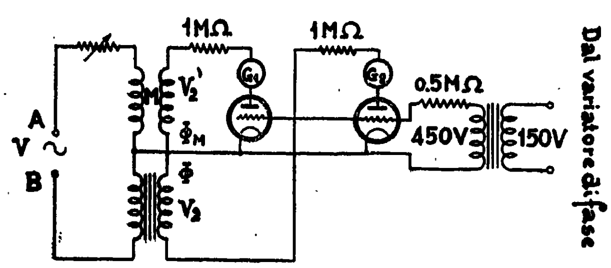


Fig. 4.

diante una mutua induttanza M ad aria. E' chiaro come il valore istantaneo i della corrente sia in ogni istante proporzionale al flusso Φ_2 concatenato col secondario della M, e come una determinazione dell'integrale della v_2 permetta di ricavare il valore i istantaneo medesimo. Questa nuova maniera di procedere appare più seducente dell'altra, anche per il fatto che in tal modo il rilievo del ciclo d'isteresi viene eseguito mediante confronto tra grandezze della medesima natura. (Flusso in una mutua induttanza ad aria e flusso in una mutua induttanza a ferro).

E' per quanto sappiamo:

$$i = 1/M \int_0^t v_2 \, dt + \text{cost},$$

e cioè a dire, nella solita ipotesi di $|i^+_{max}| = |i^-_{max}|$:

$$i = \frac{T R_1}{M} \left(I_1 - \frac{I_{1\max}}{2} \right).$$

(3) Loc. cit. nota 1.

$$\Phi \text{ (ferro)} = \frac{N_1}{N_2} T R_2 \left(I_2 - \frac{I_{2\max}}{2} \right).$$

Con il procedimento in questione si ha anche il vantaggio di una semplificazione al riguardo dei commutatori, poichè i massimi delle deviazioni galvanometriche si corrispondono perfettamente. Così, con lo schema di fig. 4, non c'è bisogno di nessuna inversione di senso finchè ci si contenti di rilevare uno solo dei due tratti di andata e di ritorno del ciclo (dall'uno dei quali si può ricavare l'altro), mentre che, per la determinazione sperimentale del ciclo intero, basta semplicemente eseguire un'inversione negli attacchi della V ai morsetti A e B, in corrispondenza dei massimi di i_1 ed i_2. Il circuito di fig. 4 ha anche il vantaggio di non necessitare la presenza del trasformatore T a due secondari per il controllo delle tensioni di griglia.

5. — La curva di prima magnetizzazione può essere ottenuta evidentemente come luogo dei vertici dei cicli d'isteresi determinati con uno dei metodi sopra esposti. Ma poichè il valore massimo di Φ, corrispondente al valore massimo di i, risulta eguale a $\frac{T}{2} V_{2m'}$, dove $V_{2m'}$ è la metà del valor medio V_{2m} come usualmente definito, è chiaro che il procedimento può essere notevolmente semplificato ad esempio mediante l'uso del circuito di fig. 5, dove, mediante diodi (4)

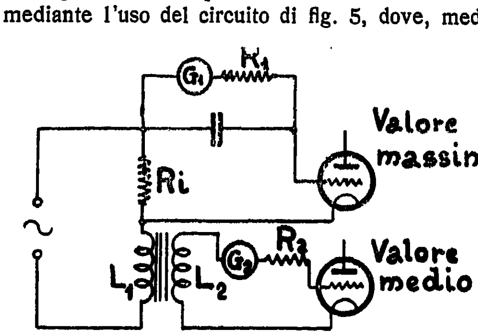


Fig. 5.

(triodi adoperati come tali), viene eseguita direttamente la determinazione dei valori medii e massimi considerati. Tale maniera di procedere, che non ha bisogno di essere diffusamente commentata, ha il vantaggio di portare a risultati più precisi con maggiore speditezza e semplicità.

6. — Sia dal punto di vista della sensibilità, sia da quello della rapidità di uso, i sistemi ora descritti, e particolarmente il secondo, si mostrano superiori agli usuali sistemi balistici.

Con una attuazione molto accurata i risultati possono essere molto buoni anche dal punto di vista della precisione. Gli errori principali da evitare sono quelli dovuti all'effetto delle correnti parassite, per cui si cercherà di laminare il ferro come si conviene. Altri errori, di cui del resto è anche possibile tener conto (5), sono quelli dovuti alla resistenza interna dei triodi, i cui effetti non sono, a rigore, perfettamente trascurabili.

L'alterazione portata sulla forma del ciclo dalle correnti parassite, è evidentemente dipendente dalla forma della tensione ai capi degli avvolgimenti. Va da se che in certi casi, (ad esempio tensione di forma sensibilmente sinoidale e frequenza di prova eguale alla frequenza d'uso), questa conglobazione dei due effetti in un solo ciclo può anche essere vantaggiosa.

Sembra che l'uso dei metodi esposti possa costituire ad ogni modo un utile esercizio non privo di un certo valore didattico.

(4) «Misura diretta mediante diodi dei valori medii e massimi di una grandezza alternativa». Nota di prossima pubblicazione sull'*Elettrotecnica*.

(5) Loc. cit. nota 4.

I PRINCIPI DI CAUSALITÀ, DI CASUALITÀ, DI INDETERMINATEZZA E DI ESCLUSIONE ARMONICAMENTE COORDINATI

G. RABBENO

Nei fenomeni irreversibili a base statistica esistono cause efficienti agenti sull'equilibrio medio e cause determinanti agenti sulla sorte dei singoli elementi, le quali hanno fra loro ordine di grandezza diverso e campi di variabilità inversi. Perciò il prodotto dei loro scarti ha un minimo finito. L'identità istantanea di più elementi non sarebbe da escludersi, ma essi avrebbero effetti identici a quelli di un elemento unico.

Nella fisica moderna sono stati introdotti ormai molti concetti nuovissimi, che per le menti abituate alla Meccanica classica appaiono del tutto paradossali, e spesso in contraddizione patente con quelli che si ritenevano prima i fondamenti stessi dell'edificio logico della Filosofia naturale.

Pure, addentrandosi con volonterosa meditazione anzichè con misoneismo aprioristico nella selva aspra e forte dei nuovi postulati, si riesce abbastanza spesso a dare loro una forma convincente, tanto che poi si resta quasi sorpresi che alcune delle necessità logiche oggi messe in evidenza siano rimaste per tanto tempo inosservate.

Si tenterà qui di mostrare in una forma grossolana, ma appunto per ciò meno ardua da afferrarsi per intuizione diretta, come anche i principii che oggi fanno spesso discutere fra loro fisici e filosofi, cioè quelli di *Causalità*, di *Casualità*, di *Indeterminatezza* e di *Esclusione*, possano armonicamente e logicamente coordinarsi.

I primi due sono notissimi, e fondamentali, l'uno della Meccanica classica, l'altro della Meccanica statistica. Il terzo (di Heisemberg), rende al contrario evanescenti:

a) il concetto stesso di misura dei fenomeni al limite estremo di sensibilità via via raggiunto dai nostri mezzi di indagine, perchè non vi si possono prendere rilievi se non mettendo in giuoco impulsi dello stesso ordine di grandezza di quelli in azione nei fenomeni stessi, che ne restano modificati nell'atto che si vorrebbe percepire;

b) le leggi in base alle quali si esplica il Principio di Causalità (integrandolo con quello di Casualità), in tutti i fenomeni irreversibili a base statistica, ove noi possiamo conoscere valori medi, ma dobbiamo poi supporre la *identità* di individui elementari soggetti a sorte *diversa*.

Quest'ultima impostazione moderna del pensiero scientifico meriterebbe una più ampia trattazione, poichè da un lato la sua universalità la fa riaffiorare in tutti i campi dello scibile, dall'altro la sua sottigliezza ha potuto lasciar supporre a qualcuno che ne restasse leso lo stesso Principio di Causalità, cardine fondamentale di ogni logica umana.

Mi servirò di due esempi per fissare l'essenza del problema, e di un terzo per chiarirlo.

1. — E' noto che le stastistiche anagrafiche permettono di prevedere con esattezza un minimo di decessi in una data regione abitata entro un certo periodo; ma è impossibile sapere *quali* individui morranno, appunto perchè tutti gli uomini sono uguali in faccia alla morte, e solo il caso sceglierà le vittime indeterminabili *a priori*.

2. — E' noto che nelle sostanze radioattive in un certo intervallo di tempo si frantuma una frazione fissa degli atomi, del resto tutti identici fra loro; ed è contrario al principio stesso della legge del Caso il supporre che si possano scorgere fra gli atomi che esploderanno e quelli che si conserveranno una qualsiasi differenza atta a determinare a *priori* la loro sorte.

Si osservi però che con ciò non è già il Principio di Causalità che viene messo in dubbio, come potrebbe sembrare. In un istante qualsiasi la scelta del singolo individuo colto dal caso sarà dovuta a una *causa* ben determinata, anche se ignota a noi fino all'attimo prima (malattia, imprudenza, delitto nel primo esempio), anche se ignota a noi prima e dopo (posizione, vibrazione, urto nel secondo esempio). Ma in conseguenza dell'avvenuta selezione, tutto l'ambiente ne resta modificato, in modo da riimpostare il problema non come sèguito del precedente, ma come problema nuovo ogni volta. Si ricordi la discussione di H. Poincaré sul gioco di azzardo.

Ciò perchè si tratta di fenomeni *irreversibili* non soltanto per la ragione elementare che il tempo non si può risalire a ritroso. Anche se noi immaginassimo di poter tornare indietro nel tempo e, dopo aver notato *a posteriori* gli individui morti e gli atomi esplosi, di ricominciare il periodo tenendoli ora separati in gruppi a parte, non sarebbero più essi tutti e soli i colpiti dal caso; ma anzi fra loro verrebbe scelta la sola percentuale comune, e gli altri troverebbero dei sostituiti nel gruppo principale. Infatti quella separazione ideale fatta *a priori*, modificherebbe (in modo per noi misterioso, ma tuttavia reale) tutte le condizioni di fatto iniziali; e i fenomeni conseguenti non sarebbero più quelli che hanno condotto al primo risultato. L'indeterminatezza è dunque anche qui congenita, necessaria, indipendente da ogni nostra inettitudine profetica.

Nei due esempi sopra citati noi ignoriamo realmente quali oscuri riflessi vengono a modificare l'ambiente in conseguenza di ciascun singolo evento: ma non è difficile ideare altri esempi in cui quei riflessi siano invece evidenti.

Supponiamo che una caldaia accesa possieda n valvole di sicurezza idealmente identiche fra loro, e nessun altro sfogo. Giunta la pressione interna a un certo valore, tutte le n valvole saranno prossime a sollevarsi insieme. Soltanto, per una *causa* infinitesima, imprevedibile, esterna (un soffio, un raggio, un suono) una delle valvole si alzerà prima: *allora la pressione interna scenderà all'istante*, e le altre $n-1$ valvole *non saranno più prossime a muoversi*. Sarebbe facile prestabilire ogni quanti minuti una valvola, e una sola, dovrà sollevarsi per un certo numero di secondi per una data attività del focolare. Ancora sarà impossibile predeterminare quale delle n si alzerà; ma almeno in questo caso particolare ci si può rendere esatto conto del meccanismo intimo del fenomeno, e della coesistenza di una «indeterminatezza» nella scelta degli individui (scelta fatta da cause evanescenti, ma reali) con un ritmo *medio* perfettamente determinato.

Nel caso dei fenomeni vitali e intraatomici ci manca un manometro capace di rivelarci la relativa tensione energetica e le sue pulsazioni; ma probabilmente la causa del ritmo è, sotto qualche riguardo, analoga.

Possiamo dunque cominciare dal distinguere in ogni fenomeno percettibile due ordini di cause:

a) le cause *efficienti*, che rendono il fenomeno *possibile*, mettendo in atto un equilibrio *statistico* di forze e di reazioni, per cui *in media* si realizzano, nello spazio e nel tempo, le condizioni generiche necessarie e sufficienti alla esplicazione del fenomeno stesso;

b) gli impulsi *determinanti*, che servono solo a precisare il punto e l'istante in cui quell'equilibrio si rompe, lasciando passare un flusso finito di energia per un certo tempo, cioè una certa quantità di «azione».

Questi due tipi di cause sono sempre fra loro di diverso ordine di grandezza, poichè le prime agiscono sui valori medi, le seconde sugli elementi materiali singoli; le prime sono soggette alla meccanica statistica, le seconde alla meccanica classica. Queste ultime, per non trasferirsi fra le prime, devono essere almeno di ampiezza tale da superare *i campi di variabilità*, fra punti ed attimi diversi, delle predette cause efficienti; infatti soltanto con questa condizione le cause determinanti possono provocare con assoluta indifferenza, là dove cadono, lo scatto del fenomeno statistico.

In conseguenza viene chiarito anche dal punto di vista fisico il concetto matematico (altrimenti astruso) che *il prodotto degli errori* nelle misure spaziali ed energetiche relative a un punto materiale qualsiasi *non può scendere sotto un valore minimo finito*. Per afferrarlo, *grosso modo*, riprendiamo l'esempio precedente di più valvole di sicurezza sulla stessa caldaia. La causa efficiente del loro sollevamento è la pressione media del vapore interno. In pratica le valvole non saranno perfettamente identiche; ma se l'intensità degli impulsi determinanti supera lo scarto massimo delle resistenze da valvola a valvola, quando la più pronta sta per aprirsi in realtà si alzerà quella qualunque di esse che venga colpita dall'impulso determinante. La scelta resta dunque ancora per intero affidata a questo impulso, e non alla causa efficiente.

Supponiamo poi di restringere idealmente il campo delle differenze accennate; allora la scelta resterà indifferente di fronte alle cause del 1° ordine (cioè *fortuita* relativamente ad esse), anche per impulsi del 2° ordine via via più blandi, cioè di fronte a cause determinanti (esterne al fenomeno in sè) via via più numerose, e meno definite. Se si potesse avere una identità assoluta delle valvole (precisione assoluta nelle misure relative) basterebbero per la scelta impulsi esterni infinitesimi, dopo ogni periodo di ricarica di energia. In tal caso limite sarebbero sufficienti impulsi di infinite specie, con un massimo di intederminatezza.

Passando per analogia a un elettrone, una esattezza assoluta (se fosse possibile) nella determinazione delle sue coordinate spaziali ed energetiche *in un dato istante* non ci direbbe nulla sulla sua sorte attuale, sia perchè per prendere le misure stesse l'avremmo già modificata, sia perchè a un elemento solo non sono applicabili le leggi statistiche, in base alle quali si determinano solo ritmi periodici e probabilità per un istante successivo. Perciò sarebbe massimo l'errore di tale applicazione. Al contrario quelle leggi sono valide per applicazioni a grandi numeri di elementi: col crescere del numero di questi si riduce in proporzione inversa l'errore energetico, ma diventano indeterminate le coordinate spaziali di ciascuno.

Quando le misure in questione si applicano all'elemento *minimo* cui sia giunta la nostra possibilità di indagine, le cause determinanti restano di là da quella possibilità. Ma esse non cessano di esistere; e quando fossero conosciute, come genere, per l'immenso numero delle loro unità apparirebbero a loro volta rette da leggi statistiche, cioè dal Principio di Casualità, mentre quello di Causalità andrebbe ricacciato più oltre, nell'Ignoto, fra gli impulsi singoli determinanti l'aspetto «fortuito» delle precedenti. E così all'infinito, verso l'infinitamente piccolo.

Al contrario verso l'infinitamente grande restano percettibili gli impulsi elementari determinanti, mentre sfuggono le medie d'insieme, che rappresenterebbero le vere Leggi (statistiche) dell'Universo.

Infine anche il Principio di esclusione (del Fermi), apparentemente paradossale, secondo il quale in un insieme di punti materiali non ve ne *possono* essere due con identici parametri fisici, può trovare un barlume di spiegazione intuitiva per analogia con l'esempio grossolano già trattato.

Supponiamo infatti che, per un caso, due delle valvole della caldaia sopra esaminata, in uno stesso istante di massima pressione, siano colpite da due impulsi determinanti sufficienti a iniziarne il moto. Ebbene, esse si alzeranno insieme, per metà tempo, lasciando passare ciascuna una metà del flusso di scarica periodico, il quale è un «quanto» indipendente dal numero dei fori di uscita, vincolato solo alle caratteristiche meccaniche dei loro organi otturatori. Per un osservatore esterno ciò sarà indiscernibile dal caso generale di uno scatto singolo, negli effetti statistici. Perciò sarebbe forse meglio dire non già che non possono *mai* presentarsi insieme due o più elementi casualmente identici; ma bensì che quando ciò si realizza (con frequenze qualsiasi) *il loro gruppo funziona come un elemento solo* privo di uguali. Così allo zero assoluto di temperatura, innumerevoli atomi aventi energia nulla potrebbero equivalere a quell'unico fermo concesso dalla teoria dei « quanta » (1).

Concludendo :

a) Ben ragionano i fisici quando affermano che verso l'estremamente piccolo, nel regno dei grandi numeri e della meccanica statistica, il Principio di Indeterminatezza esclude il Principio di Causalità, in quanto che questo viene ricacciato *per definizione* oltre il velo dell'Ignoto, anche se esso velo via via si allontana col dilatarsi del campo esplorato.

b) Ben ragionano i filosofi sostenendo che il Principio di Causalità è indistruttibile per la nostra mente, e che esso permane nella logica e nella metafisica, anche se la fisica subatomica non può avvalersene direttamente, perchè le congerie innumerevoli si sottraggono alle misure singole, su cui quel Principio impera.

(1) *L'Elettrotecnica* n. 17, 15 giugno 1931, pag. 405 - « Elettrofisica e Magnetofisica ».

LA SESTA SESSIONE DELLA "CONFERENCE INTERNATIONALE DES GRANDS RESEAUX ELECTRIQUES"

Parigi, 18-27 Giugno 1931

1. — La recente Sessione della Conf. Intern. Des Grands Réseaux si è svolta fra il consueto interesse dei tecnici. L'accurata organizzazione e l'ambiente simpaticissimo hanno assicurato a questa Conferenza un posto privilegiato fra le riunioni consimili ed una affluenza di partecipanti sempre notevole. Quest'anno, pur colla « crisi » imperversante, il numero dei Membri è ancora aumentato nei confronti di quello delle riunioni precedenti (725 contro 703 nel 1929 e 544 nel 1927). Se mai la crisi si è fatta sentire nella parte diremo così «mondana» della Conferenza, essendo alquanto ridotto il numero delle Signore. Ma dal punto di vista tecnico il successo è stato oltremodo serio. La sala delle riunioni è stata sempre affollata e di questo passo gli organizzatori dovranno pensare per le prossime sessioni, ad un locale ancora più ampio.

Il contributo italiano, sempre notevole ed apprezzato, è stato assai inferiore a quello del 1929 (17 inscritti contro 40). In assenza dell'Ing. L. Emanueli, il Prof. A. Barbagelata ha assunto la direzione della Delegazione italiana.

Ci piace ricordare che l'Ing. U. Del Buono è Vice Presidente onorario della Conferenza, il Prof. A. Barbagelata Vice Presidente effettivo; inoltre la Presidenza di due Comitati di Studio è affidata all'Italia (Marcia in parallelo, Ing. A. Roncaldier - Neutro a terra, Ing. U. Del Buono).

Si compiva quest'anno il 10° anniversario della fondazione della Conferenza e la circostanza è stata opportunamente messa in rilievo nelle cerimonie ufficiali.

Gli organizzatori hanno ritenuto anche giunto il momento di dare una nuova veste giuridica alla Conferenza trasformandola in una vera Associazione internazionale che avrà membri individuali e collettivi che, colle quote pagate annualmente dai suoi soci provvederà alle spese necessarie per mantenere attiva l'organizzazione della Conferenza fra una sessione e l'altra. Le sessioni continueranno a tenersi ogni due anni a Parigi e saranno aperte come ora a chiunque pagherà la tassa d'iscrizione. Gli associati godranno però di qualche particolare vantaggio e fra l'altro riceveranno gratuitamente la nuova rivista mensile (« Electra ») che costituità l'organo ufficiale della Conferenza. Sullo Statuto e sulla nuova organizzazione della Conferenza avremo occasione di ritornare.

*

I rapporti presentati alla Conferenza, che avrebbero dovuto essere limitati ad una settantina finirono coll'essere un centinaio, per le consuete insistenze degli Autori giunti in ritardo. Di essi oltre una metà poterono essere inviati in bozza ai congressisti con notevole anticipo e tutti gli altri poterono essere distribuiti fin dal primo giorno della riunione : risultato veramente degno di nota e che costituisce il miglior elogio per gli organizzatori. Anche nella condotta dei lavori e nell'organizzazione delle sedute, pure seguendosi la falsariga delle precedenti sessioni, si è constatato un notevole progresso. Il sistema dei « relatori speciali » che dovrebbero riassumere i gruppi di memorie affini (in luogo dei rispettivi autori) ed avviare la discussione mettendo in evidenza i punti degni di rilievo, ha cominciato a dare buoni frutti per quanto non tutti i relatori si siano ben resi conto della loro funzione, e qualcuno di essi si sia troppo diffuso sul riassunto delle memorie con notevole spreco di quel tempo che egli avrebbe dovuto far risparmiare. Anche le discussioni si sono svolte meglio che per l'addietro per quanto non sempre sia stato applicato l'ottimo regolamento predisposto dagli organizzatori. I doveri di cortesia internazionale consigliano di cambiare presidente ad ogni seduta per far passare via via sul seggio presidenziale i più cospicui rappresentanti delle varie nazioni e naturalmente non tutti i presidenti così scelti possono avere la necessaria energia, tanto più difficile da esplicare in un ambiente internazionale. Così è ancora accaduto qualche volta — ma assai meno che in passato — che qualche autore, troppo innamorato del suo lavoro, sia ritornato su di esso in sede di discussione per esporre con molti dettagli e molta perdita di tempo quello che i presenti già avevano od avrebbero potuto leggere.

Peggio ancora : qualche autore che non aveva mandato in tempo il suo rapporto ha creduto di poterlo esporre oralmente in sede di discussione.... Ma, come già detto un miglioramento notevole c'è stato e certamente nelle future sessioni ci si potrà avvicinare ancora di più alla perfezione, in modo da rendere sempre più nutrite ed interessanti le discussioni. A ciò forse potrebbe giovare un'ulteriore limitazione del numero dei rapporti limitando eventualmente il campo trattato nella sessione in modo da portare in discussione taluni argomenti non in tutte le sessioni (biennali) ma solo ogni quattro anni.

*

Venendo al contenuto tecnico della Conferenza, crediamo di poter affermare che novità sensazionali non vi furono.

Come il lettore potrà vedere leggendo queste note, non si ebbero rapporti di eccezionale importanza, che, d'altronde, allo stato attuale della tecnica, non sono da attendersi ogni due anni. Ma molti furono i lavori seri e degni di nota cosicchè anche i volumi dei rendiconti di questa sesta Sessione costituiranno una preziosa opera di consultazione. Tra le cose migliori ci piace qui ricordare taluni dei rapporti presentati dai presidenti dei Comitati di studio. Com'è noto la Conferenza ha creato nel suo seno un certo numero di Comitati permanenti i quali non costituiscono un doppione con quelli della Commissione Elettrotecnica Internazionale, avendo il compito di istruire i problemi per poi passarli alla C.E.I. per le deliberazioni del caso. Secondo la eterna legge che governa i lavori collegiali, l'attività di questi comitati di studio è dipesa in gran parte dall'attività del rispettivo presidente. Ed è perciò doveroso ricordare qui specialmente i Comitati per gli isolatori (pres. Van Cauvenberghe), per gli interruttori (pres. Perochet) e per gli oli (pres. Weiss) che hanno potuto portare alla riunione rapporti densi di dati e di risultati sperimentali coordinando i lavori di molti laboratori, e mostrandoci ancora una volta che oggi più che mai progresso della tecnica e ricerche di laboratorio sono un sola cosa.

2. — *I lavori della Conferenza* si sono svolti nell'ordine seguente :

a) **Caldaie.**

De Smaele (35) esamina l'impiego delle alte pressioni (100 atm.) e l'utilità di fornire non solo energia elettrica, ma anche vapore agli

utenti. La soluzione che appare più economicamente interessante sarebbe addirittura quella di una produzione centralizzata di vapore con fornitura, come sottoprodotto, di energia elettrica. Ma è evidente che la produzione e la vendita di grandi quantità di vapore non è possibile che in particolarissime condizioni.

b) **Alternatori.**

Wilczek (41) espone i progressi di questi ultimi anni nella costruzione dei grandi turbo-alternatori, avendo particolare riguardo per la potenza unitaria, la scelta della tensione, le prove elettriche e meccaniche, la riduzione delle perdite, la riduzione del peso per kVA, la scelta del sistema di eccitazione, il servizio come condensatore sincrono, il raffreddamento in circuito chiuso (aria o idrogeno).

Sullo stesso argomento Ricalens (86) ricorda i limiti di potenza dei grandi alternatori, il miglioramento del rendimento, la stabilità e la regolazione; particolarmente interessante è lo studio dei generatori ad alta tensione (fino a 33 kV) in modo da poter alimentare direttamente, senza trasformatori, le reti di distribuzione.

I generatori ad alta tensione sono anche studiati da Beldi e Kopeliowitch (96) con speciale riguardo al comportamento degli isolanti. Coll'impiego di nuovi materiali le sbarre di un alternatore previsto per 36 kV, hanno potuto sopportare, nelle stesse condizioni del servizio normale, la tensione di 60 kV per parecchie ore; la tensione di fulminazione per sollecitazione di breve durata ha sorpassato 200 kV.

Laurent (87) tratta il problema delle grandi unità a due avvolgimenti separati, ciascuno alimentante una frazione della rete; esse permettono, in caso di perturbazione, di ridurre sensibilmente le correnti di c. c. senza nuocere alla stabilità.

Barbillon (55) esamina il funzionamento in parallelo dei generatori durante il periodo transitorio dovuto a brusche variazioni del carico.

Schultess (67) preconizza l'impiego di profilati e di saldature elettriche in luogo dei pezzi fusi in ghisa, con riduzione del peso e miglioramento delle caratteristiche meccaniche.

Discussione assai viva a proposito delle macchine di elevatissima potenza e di quelle ad alta tensione; notata la riesumazione (con molti dettagli!) della misura delle perdite per via indiretta (temperatura dell'aria di raffreddamento).

c) **Isolanti.**

Drewnowski (4) presenta il Rapporto Generale del Comitato degli Isolanti, riassumendone i lavori e suggerendo una proposta per la classificazione degli isolanti e delle loro proprietà.

Il rapporto già citato Beldi e Kopeliowitch (96) contiene pure una dettagliata esposizione dei sistemi di prova adottati per il controllo degli isolanti.

Discussione notevole sopratutto sulle misure delle perdite. Contrasto stridente fra i tecnici che considerano queste misure come troppo delicate e sovente contraddittorie, e i ricercatori più fini che ne traggono conclusioni sicure sul comportamento del materiale isolante.

d) **Trasformatori.**

Circa i trasformatori di misura Imhof (65) descrive un apparecchio che riunisce in un unico insieme un riduttore di tensione e di corrente; Grillet (69) presenta invece il risultato di ricerche sperimentali sugli effetti dei corti circuiti nei riduttori di intenstà.

Per quanto riguarda invece i trasformatori di potenza Pichon (90) espone gli accorgimenti costruttivi più efficaci per ottenere la migliore ripartizione della tensione lungo gli avvolgimenti e ricorda la necessità di coordinare le tensioni di prova dei trasformatori con quelle dei passanti e della linea: Glazanov, Mirolubov, Savitzky, Tchernycheff (47) preconizzano l'impiego di resistenze e di capacità in derivazione sulle prime spire, a ciascuna estremità dell'avvolgimento.

Nella discussione riappare l'eterno dissidio fra coloro che vogliono proteggere «dall'esterno» il trasformatore (condensatori, scaricatori e simili), coloro che vogliono proteggerlo «dall'interno» (trasformatori auto-protetti), e infine coloro (e sono i più) che fidandosi della tecnica costruttiva attuale, non vogliono proteggerlo affatto!

e) **Varie.**

Marche di qualità. — Lohr (5) espone i concetti che presiedono agli studi dello speciale Comitato circa la creazione di una Marca di qualità internazionale.

Diagramma circolare dei circuiti a corrente alternata. — Stigant e Lacey (12) applicano nel modo più generale il diagramma circolare allo studio dei circuiti a c. a. monofase, e, in particolare, al trasformatore ed alla linea di trasporto. Per un circuito qualunque le relazioni di interdipendenza fra tensioni, correnti, sfasamenti, potenze, si traducono in sei circonferenze e in sei rette luogo di vettori. I risultati non costituiscono certo delle novità, ma l'esposizione facile ed armonica è da segnalare.

Trasmissione d'energia a corrente continua. — Schjolberg-Henriksen (104) fa una rapida rassegna storica dei trasporti a c. c. e ne espone le grandi possibilità per valicare forti distanze. Dopo la scoperta del convertitore statico (reversibile) della c. a. in c. c. a tensioni elevatissime, il problema sembra entrare in una fase di studi e di realizzazioni del tutto nuove. L'A. esamina il trasporto di imponenti masse di energia dalla Svezia al Belgio ed alla Francia, per concludere che l'impiego della c. c. ad altissima tensione (2 × 300 kV) si presenta come il più vantaggioso.

La discussione mette bene in rilievo l'eccezionale importanza dell'argomento. Siamo forse ad una rivoluzione imminente nella tecnica dei grandi trasporti. Questo preannunziato ritorno alla c. c. è davvero un ammonimento singolare per i nostri così eccessivi entusiasmi per la c. a.; quest'ultima dopo essere stata considerata come il mezzo più perfetto per le applicazioni industriali, dovrà forse accontentarsi di un ruolo ben modesto, quello della semplice distribuzione, lasciando alla vecchia c. c. il campo dei grandi trasporti.

f) **Oli per trasformatori.**

Studi teorici e ricerche di laboratorio. — I rapporti Ornstein e Willemse (13), Masson (44), Bruckman (99) largamente corredati da tabelle e grafici espongono i risultati di pazienti ricerche di laboratorio sulle proprietà degli oli isolanti, le loro alterazioni, ecc.

Comportamento degli oli in servizio. — Il rapporto (100) presenta il risultato di ricerche sistematiche circa le proprietà degli oli in servizio presso tre grandi Società.

Conservazione e manutenzione degli oli. — Houser (74) e Leyval (102) espongono i pregi degli epuratori di olio, le perdite d'olio nelle turbine, il controllo del consumo dell'olio, ecc.

Miscele di oli. — Pellissier (18) continua le ricerche circa gli effetti del mescolamento di oli diversi in uno stesso trasformatore.

Questi miscugli non sembrano avere quell'influenza nefasta che è loro attribuita generalmente.

g) **Interruttori.**

Il rapporto del Comitato di Studio (7) è stato presentato dal Presidente Perrochet. Dato che i costruttori sembrano ormai in grado di fornire apparecchi veramente garantiti e provati per la massima sollecitazione richiesta, il vero problema per l'esercente risiede nella valutazione di questa sollecitazione massima, cioè nel calcolo delle correnti di c. c. I metodi esatti e approssimati sono messi a confronto, con netta preferenza per i secondi più semplici e più rapidi. Circa il coefficiente di sicurezza nasce un'elegante questione: di esso dovrà tener conto l'esercente (maggiorando opportunamente la corrente di c. c. della rete) oppure il costruttore? Neanche su questo punto, che coinvolge non piccole responsabilità, l'accordo fra le parti sembra facilmente raggiungibile.

Lo studio più completo sul processo di interruzione è quest'anno quello del Bruce (50) che prende in esame il bilancio energetico del fenomeno e critica vivacemente gli autori che lo hanno preceduto. Per i numerosi dati teorici e sperimentali questo rapporto assume sicuramente un posto notevole fra i lavori consimili.

Houst (36) e Spurck (58) esaminano specialmente gli apparecchi ad alta velocità di interruzione. Il primo sembra preconizzare contatti ruotanti, il secondo invece utilizza il soffio dell'arco (getto d'olio) per ridurre la lunghezza dell'arco stesso. Le prove effettuate su quest'ultimo tipo di interruttore ci sembrano meritevoli di attenzione. Aperture dell'ordine di 1 milione di kVA, a 140 kV, sono state effettuate in 3-4 periodi, realizzando in pieno le più esigenti richieste per quanto riguarda la stabilità del servizio.

Bresson (68) esamina i diversi casi di corto circuito che possono presentarsi sulle reti e i diversi artifici sperimentali adottati nei laboratori di prova. Sembrerebbe anche sperimentalmente provato che la rottura non dipende dalle sovratensioni istantanee manifestantisi all'istante dell'estinzione dell'arco su una delle fasi. L'A. ha poi studiato l'effetto dei diaframmi di separazione dei poli negli interruttori ad unica cassa; essi tendono ad aumentare la lunghezza degli archi perchè annullano l'effetto favorevole, su di una fase, dei movimenti di olio provocati dagli archi delle altre fasi.

Interessanti risultati sperimentali sono anche riportati dal Grant (89), con originali considerazioni sul coefficiente di sicurezza: secondo l'A. quest'ultimo sarebbe, per le costruzioni attuali, del 96 %. (Come si possa valutare con tanta precisione il funzionamento di un interruttore è per noi un piccolo mistero). Volendo la sicurezza assoluta bisognerebbe dividere le capacità nominali odierne per 2,5!

La discussione sugli interruttori è sempre una delle più animate della Conferenza. I Costruttori sopratutto non mancano di mettere in rilievo le novità costruttive o i più recenti risultati sperimentali. Questi ultimi sono sovente affidati alla cinematografia. Quest'anno la discus-

sione è stata però assai meno brillante di quella della Riunione precedente. Novità sensazionali non ne sono state presentate. Molto commentato il silenzio quasi assoluto a proposito degli interruttori senza olio. Nel 1929 ci era stato detto che li interruttori in olio avevano i giorni contati...

h) **Sottostazioni.**

Josse (14) studia gli effetti elettrodinamici dei corti circuiti sugli isolatori portanti ed i sezionatori, e cita varie disposizioni pratiche atte a resistere a sforzi rilevanti.

Sporn (38) espone gli schemi tipici adottati in America per le sottostazioni all'aperto.

Joung e Alsaker (37) continuano gli studi già presentati nel 1929 circa la sostituzione dei sezionatori con sbarre girevoli onde ridurre sensibilmente il numero degli isolatori necessari.

Infine de Mulinen e Wertmann (92) descrivono i nuovi quadri di manovra luminosi, e diversi dispositivi di «blocco» contro le false manovre.

i) **Isolatori.**

Il Comitato Isolatori è certo uno dei più attivi, sotto la diligente ed entusiasta direzione del suo Presidente M. Van Cauvenberghe. Il rapporto (1) riassume le conclusioni che il Comitato può presentare dopo questi anni di così attivo lavoro. In particolare:

Misura delle alte tensioni. — Raccomandazioni per l'impiego dei diversi sistemi.

Dispersione delle misure (scarti). — Nelle prove di arco a secco e sotto pioggia sono da prevedersi scarti del ± 5 % su di uno stesso isolatore, e del ± 10 % su isolatori diversi ma dello stesso tipo. Gli scarti sono massimi per gli isolatori rigidi e per quelli di sospensione provati separatamente; minori per le lunghe catene di isolatori.

Arco a secco. — E' indispensabile fissare una «umidità normale» a cui riferire le prove, per es. 65 %. La «curva degli scarti» è riconosciuta di indubbia utilità per giudicare la qualità di una fornitura, ma è oggi praticamente impossibile prescrivere una curva limite.

Prove ad alta frequenza. — La frequenza di 200 000 per/sec. è giudicata preferibile a quella di 20 000 per/sec.

Arco sotto pioggia. — Questa prova tende a perdere non poca importanza. La scelta della resistività normale di 10 000 Ω/cm^3 da parte della C.E.I. sembra essere assai razionale. L'impiego delle curve di correzione deve farsi con notevoli precauzioni quando esse si applichino ad isolatori diversi da quelli che servirono per rilevare le curve stesse. L'aspersione preliminare durante 5 minuti (C.E.I.) non deve ridursi. Prove comparative su di una stessa catena e in laboratori diversi sono in corso.

Fulminazione in olio. — La questione dell'opportunità della prova in olio è ancora aperta. Sono noti gli sconcertanti risultati ottenuti con oli diversi. Sembra che con olio di lignite le misure siano più attendibili, ma è probabile che la soluzione migliore sia quella di abbandonare questa prova di tipo caratterizzata da una sollecitazione dell'isolatore senza alcun rapporto con quella di esercizio.

Prova ad impulsi. — Occorre ancora definire esattamente l'impulso «standard» e le apparecchiature atte a produrlo. Dovranno distinguersi le prove di tipo da quelle di controllo della fabbricazione.

Prove meccaniche ed elettromeccaniche. — Per il controllo della fabbricazione si raccomanda (per gli isolatori sospesi) un carico di trazione eguale al 40 % di quello prescritto per le prove elettromeccaniche, applicato per 5 ÷ 10 secondi. La prova combinata elettromeccanica (di tipo) dovrebbe invece effettuarsi applicando il 75 % della tensione d'arco a secco e il 50 % del carico di rottura. Questo sforzo sarebbe aumentato con sbalzi di 500 kg ogni 30 secondi fino alla distruzione meccanica od elettrica dell'isolatore.

Statistiche di servizio. — Speciali questionari sono stati distribuiti a numerose Società. L'interpretazione degli accidenti di servizio è però cosa assai soggettiva.

Sulla determinazione del campo elettrostatico i rapporti Drewnowski (24), Drewnowski e Dunikowski (24 bis) illustrano diffusamente un metodo (in verità già noto da tempo in Italia) detto di compensazione.

La porcellana per isolatori è invece particolarmente studiata nei rapporti Skrowronski (29) e Sten Velander (108).

Un isolatore passante misto (parte in olio e parte a condensatore) è illustrato nel rapporto Imhof (66).

Gli isolatori in servizio hanno formato oggetto dei rapporti Maggi (7), Montandon e Gravier (19). Il primo dà i risultati di esercizio di una linea a 130 kV. Ancora una volta si mette in evidenza che la famosa ripartizione della tensione lungo le catene di isolatori non è in alcun diretto rapporto con la statistiche delle riscontrate fulminazioni. L'elemento più frequentemente deteriorato è proprio quello che sopporta la minima tensione. E' dunque la sollecitazione meccanica che interviene in modo preponderante nella vita dell'isolatore. L'A. dopo aver seguito metodicamente l'invecchiamento progressivo degli isolatori ne cerca una giustificazione nelle differenti temperature assunte dalle varie parti di un isolatore colpito dai raggi solari. Il secondo dei rapporti adesso citati non è che il seguito di un analogo studio presentato nel 1929 circa gli isolatori a bagno d'olio adottati nel Marocco, in una regione ove i depositi salini sembrano escludere l'impiego degli ordinari isolatori.

Alla discussione assai vivace parteciparono i Colleghi Maggi, Silva, Volpato. Da notare la tendenza a svalutare sempre più la ripartizione della tensione lungo le catene di isolatori.

l) **Linee.**

Viel (54) riprende i noti studi circa le grandi linee di interconnessione a 400 kV. L'autore ritiene che coll'adozione di uno speciale conduttore (di circa 8 cm di diametro esterno) e di un originale «filo di equilibrio» i problemi tecnici relativi a tali trasporti siano risolubili. Il costo di una tal linea è pure analizzato. Nella discussione il conduttore e sopratutto il «filo di equilibrio» furono oggetto di assai fondate critiche.

Montagni (82) descrive la linea a 125 kV Cismon-Porto Marghera della Soc. Idroelettrica Cismon, montata su pali in cemento armato centrifugato con mensole girevoli, ricordando i dati tecnici più interessanti relativi ai pali ed ai conduttori adottati.

Il calcolo meccanico delle linee è sempre seguito con attenzione. Quest'anno Rozental (53) e Gellert (84), inspirandosi al rapporto Silva del 1929, hanno presentato notevoli contributi. Il primo si occupa principalmente del calcolo delle freccie ed estende a queste il Teorema di Pitagora già noto nel calcolo delle lunghezze di archi di catenaria. Il secondo intrapprende invece l'esame della catenaria sotto un punto di vista del tutto originale, con riferimento ad un notevole «diagramma circolare della catenaria». Di necessità vengono introdotti nell'esposizione numerosi elementi immaginari; ciò complica assai il procedimento, rendendone difficile la comprensione.

Durante la discussione il collega Silva illustra le nuove forme matematiche che egli ha adottato in un rifacimento integrale dello studio presentato nel 1929. In particolare l'introduzione della «trigonometria del triangolo catenario-rettangolo» ha semplificato notevolmente tutte le formule risolutive. Vista l'importanza dell'argomento M. List è incaricato di coordinare i vari lavori onde giungere ad un metodo pratico, di facile impiego.

Silva (49) presenta poi il film illustrante la costruzione della linea dell'Isarco (Cardano-Cislago) a 220 kV (Gruppo S.I.P.), con speciale riguardo per la parte montata su pali in cemento armato contrifugato. Questa proiezione, già nota in Italia, ha avuto un notevole successo, tanto che, su richiesta, essa venne ripetuta.

m) **Perdite in linea.**

Grabscheid (60) studia l'influenza del diagramma di carico sulle perdite nel rame. Morgan e Whitehead (61) trattano invece dell'impedenza e delle perdite delle linee ad alta tensione, con speciale riguardo alle nuove reti dell'Inghilterra.

n) **Palificazioni.**

Le fondazioni sono oggetto di un accurato studio del Lamb (51) che, coll'applicazione di un principio di similitudine, ricava la resistenza al rovesciamento di un palo da quella ottenuta in laboratorio con un modello in scala convenientemente ridotta.

Dalla Verde (81) espone invece i calcoli e le prove effettuati sui portali in cemento armato e sui pali in ferro della linea a 220 kV Cardano-Cislago (Grupo S.I.P.). Questo rapporto completa la descrizione cinematografica della stessa linea, con dati interessantissimi di calcolo e di prova.

Alla discussione prende parte il Collega Silva.

o) **Cavi e Conduttori.**

Bakker, Presidente del Comitato Cavi, presenta (6) le diverse opinioni manifestatesi nel Comitato stesso circa le prescrizioni da adottare per le forniture dei cavi. Gli studi sull'argomento sono affidati ad una ristretta Commissione della quale fa parte il Collega Soleri.

Le diverse norme nazionali sono messe utilmente a confronto dal Konstantinowsky (79).

Tschiassny (80) espone un nuovo metodo per la prova di perforazione, con un aumento assai lento della tensione impressa.

Infine Takahashi (97) descrive la costruzione e la posa di un cavo sottomarino a 33 kV. Tutte le giunzioni sono state preparate in fabbrica, con grande cura; il cavo non presenta, nei giunti, nè ingrossamenti nè riduzione sensibile di flessibilità. Il cavo intero (circa 3 000 m) è stato poi messo in opera senza speciali accorgimenti.

Nella discussione il contributo portato dal Collega Soleri è da segnalare col più vivo compiacimento. La nostra industria dei cavi è talmente apprezzata e l'autorità del Soleri talmente riconosciuta, che la semplice esposizione dei più recenti studi, delle nuove ricerche nei laboratori italiani, attira la attenzione dei tecnici tutti. Il Soleri ha messo in guardia contro le troppo facili generalizzazioni circa le perdite, la ionizzazione, la dilatazione dei cavi. Può perfino accadere, per effetto delle dilatazioni e contrazioni, che un cavo male impregnato abbia perdite minori di quelle di un cavo bene impregnato!

p) **Oscillazioni e vibrazioni dei conduttori.**

Questo argomento ha avuto uno sviluppo inusitato: le preoccupazioni degli installatori circa l'effetto disastroso delle vibrazioni sulla vita dei conduttori, appaiono vivissime. I tre rapporti presentati: Ferrier (39), Davison (95), Holst (105) esaminano la natura del fenomeno e danno notevoli risultati di misure su linee in esercizio.

La discussione è stata vivace sui sistemi smorzatori, le ricerche di laboratorio, le misure. Manca ancora una ricca collezione di osservazioni sistematiche, ma diverse Società sono già nettamente orientate su questa via; entro pochi anni disporremo di materiale abbondante e, speriamo, sufficiente per una chiara indagine del fenomeno e delle sue conseguenze. E l'Italia? Quale delle nostre grandi Società vorrà contribuire a queste ricerche?

q) **Potenza reattiva.**

Il Comitato di studio è presieduto dall'autorevole Budeanu, il cui raporto (8) riassume lo stato d'avanzamento dei lavori del Comitato e i risultati di una inchiesta fatta presso le Società, dà dei ragguagli sull'importanza dei fenomeni deformanti e ricorda la dibattuta questione delle grandezze reattive, della loro definizione e misura.

Uno studio teorico sulla potenza reattiva è presentato dal Darrieus (93); i mezzi per il miglioramento del fattore di potenza sono discussi dal Wilczek (40), e, infine, alcuni speciali accorgimenti per la taratura dei contatori di energia reattiva sono esposti dall'Iliovici (72).

La discussione è stata assai meno brillante di quella degli scorsi anni. L'argomento scottante delle definizioni (sul quale permangono divergenze notevoli) non è stato quasi toccato, anche per l'assenza degli «specialisti» Budeanu, Blondel, Brylinski.

Da notare il sempre maggiore sviluppo dei condensatori statici.

r) **Neutro a terra.**

L'Ing. Del Buono, Presidente del Comitato e Relatore Speciale, rende conto (10) dei lavori del Comitato stesso.

Il rapporto Nierenberger (107) si riferisce particolarmente all'impiego di bobine di estinzione (Petersen) e quello Ehrenburg e Van Staveren (32) alla messa a terra del neutro nei circuiti a bassa tensione.

Dalla discussione si rileva che il buon funzionamento delle reti ad alta tensione con neutro a terra è ormai un fatto acquisito, i cui vantaggi non possono più negarsi. Hanno partecipato alla discussione i Colleghi Del Buono e Silva.

s) **Sovratensioni.**

Il Presidente del Comitato, Vinuesa, espone (2) lo stato attuale della questione. Vengono esaminate la natura, l'origine e l'importanza delle sovratensioni; i risultati sperimentali e le perturbazioni del servizio; la opportuna scelta dell'isolamento; gli apparecchi di protezione. Come conclusione è sopratutto invocata la registrazione sistematica (klydonografo, oscillografo a raggi catodici) dei fenomeni di sovratensione e degli effetti dei vari dispositivi di protezione.

Lo studio più notevole circa le misure delle sovratensioni in linea è quello del Berger (64). Un vagone ferroviario è stato trasformato in laboratorio munito di ogni più moderno apparecchio (due oscillografi a raggi catodici). Una parte del vagone è adibita ad abitazione del personale. Questo perfetto laboratorio ambulante ha potuto eseguire misure su alcune linee svizzere della rete ferroviaria ad alta tensione. La conclusione più importante dello studio del Berger sembra questa: le sovratensioni indotte da scariche atmosferiche in prossimità della linea sono prive di pericolo anche per le linee a media tensione. Alle stesse conclusioni giunge pure il Norinder (26) dopo pazienti ricerche su alcune linee svedesi. Sempre sul fulmine e sulle sue conseguenze il Peek (56) ed il suo collaboratore Lewis (45) continuano l'esposizione delle loro ricerche di laboratorio e sul terreno. Infine il Dauzère (25) cerca di spiegare la preferenza che le scariche atmosferiche presentano per alcune regioni in confronto di altre.

Sugli apparecchi di protezione, la loro efficacia ecc., rimandiamo ai rapporti Sembera (17), Norris (27), Mc Eachron (57), Ledoux (71).

Discussione sempre vivace sopratutto per merito dei costruttori degli apparecchi di protezione. Ma quel certo scetticismo che sempre si è manifestato sull'efficacia di questi apparecchi sembra guadagnare terreno. Le misure più sicure ed imparziali sembrano diminuire di molto l'importanza del fenomeno delle sovratensioni, sopratutto per le linee ad alta tensione.

Notevole l'abbondanza di indagini sperimentali accuratissime che, in questo campo, sono solo possibili con ricchezza di mezzi ed abilità non comuni. Anche qui l'Italia è assente....

t) **Misure.**

Relatore speciale il Prof. Barbagelata. Reznicek (43) e Szilas (85) progongono l'eliminazione dei riduttori di tensione, utilizzando opportunamente, in loro vece, gli stessi trasformatori di potenza. Notiamo che in Italia esistono da tempo diverse applicazioni dello stesso principio.

Sull'argomento sempre più attuale delle misure a distanza sono stati presentati i rapporti: Usigli (23), Janicki (46) e Vettiner (59). La discussione si è imperniata sulla esatta definizione dei problemi relativi alla misura a distanza e sulla classificazione razionale dei vari sistemi.

Il rapporto Lulofs e Van Staveren (33) descrive gli accorgimenti adottati in un nuovo laboratorio per lo studio degli apparecchi di illuminazione.

u) **Protezione selettiva delle reti.**

Labouret (52) espone i principii sui quali è basata la protezione di una rete belga e le prove effettuate per constatarne il buon funzionamento. Tosuke Wajima (98) si occupa invece di protezioni di reti aventi il neutro a terra attraverso forti resistenze.

v) **Marcia in parallelo.**

Il Presidente del Comitato, Ing. Roncaldier, si è fatto rappresentare dal collega Silva che ha riassunto il rapporto generale e speciale (9).

La questione della stabilità e della regolazione è stata ripresa da Smouroff (11), Ibler (73), Barbillion (55).

Kristen (63) tratta invece dell'impiego dei trasformatori a prese variabili sotto carico, confrontandone il costo con quello dei regolatori ad induzione.

Silva (21) completando uno studio già comparso su queste colonne, descrive vari sistemi economici per la misura delle tensioni e per la sincronizzazione, basati tutti sull'opportuna utilizzazione delle correnti di capacità dei normali passanti.

I risultati di servizio di una rete largamente interconnessa sono esposti dal Barrère (16) con speciale attenzione per gli inconvenienti riscontrati.

Rieunier (20) e Fallou (30) espongono nei suoi dettagli la grandiosa opera di interconnessione realizzata, coll'unificazione della frequenza, nella zona parigina. E' questo uno degli esempi più suggestivi della utilità e talvolta della necessità del funzionamento in parallelo. Dieci anni di lavoro e 78 mila motori sostituiti o modificati per un complesso di 400 mila HP!

Altre pratiche informazioni sul servizio di una rete chiusa ad anello ci sono fornite dal Mollard (103).

Le conclusioni dell'Ing. Roncaldier mettono in evidenza il crescente interesse dei tecnici verso una sempre più estesa marcia in parallelo; a ciò deve accompagnarsi la razionale sistemazione dell'apparecchiatura, in modo che il servizio di questa, reso più gravoso dalla interconnessione, sia sempre perfetto.

La discussione di un così grande numero di rapporti fu disgraziatamente assai limitata a motivo del poco tempo disponibile. Ad essa parteciparono i colleghi Maggi e Silva.

3. — *Bibliografia.*

Ecco l'elenco completo delle memorie presentate alll'ultima Sessione della Conferenza:

1) R. van Cauwenberghe: Rapport du Comité d'Etudes des isolateurs.
2) A. de Vinuesa: Rapport du Comité spécial pour l'étude des surtensions.
3) H. Weiss: Rapport du Comité Spécial pour l'étude des huiles isolantes.
4) K. Drewnowski: Rapport du Comité Spécial pour l'étude des matières isolantes autres que les huiles.
5) H. Lohr: Rapport du Comité Spécial sur un projet de création d'une marque internationale de qualité.

6) G. I. T. BAKKER: Rapport du Comité Spécial pour l'étude des cables à haute tension.
7) P. PERROCHET: Rapport du Comité Spécial pour l'étude de la construction et des essais des interrupteurs dans l'huile.
8) C. BUDEANU: Rapport du Comité sur le probléme de la puissance réactive.
9) A. RONCALDIER: Rapport du Comité Spécial pour l'étude de la marche en parallèle des centrales.
10) U. DEL BUONO: Rapport du Comité Spécial sur la mise du neutre à la terre.
11) A. SMOUROFF: Stabilité de transport d'énergie entre stations centrale marchant en parallèle.
12) S. AUSTEN STIGANT et H. MORGAN LACEY: Diagramme circulaire général pour les circuits alternatifs monophasés.
13) ORNSTEIN et WILLEMSE: Examen des huiles pour transformateurs au poit de vue de leus pertes diélectriques, de leur conductivité, de leur oxydation e de leur structure.
14) M. JOSSE: Calcul des effets électromagnétiques produits par les courts-circuits sur les jeux de barres ou connexions des postes de transformation.
15) A. O. AUSTIN: Isolation de quelques lignes à très haute tension.
16) M. BARRERE: Sur l'exploitation des Réseaux à 120 000 V des Société « Energie électrique Rhone-Jura » et « Compagnie Bourguignonne de Transport d'Energie ».
17) F. SEMBERA: Valeur théorique et pratique des dispositifs de protection contre les surtensions.
18) E. PELLISSIER: Sur l'emploi dans un transformateur d'un mélange d'huiles de provenances diverses.
19) A. MONTANDON: Sur l'isolement des lignes à hautes tensions situées au bord de la mer.
20) P. RIEUNIER: Liaison des réseaux par l'unification des fréquences.
21) G. SILVA: Un problème de la marche en paralléle des centrales: la synchronisation économique.
22) . . . .
23) B. USIGLI: Les mesures électriques et la totalisation à distance.
24) K. DREWNOWSKI: Méthode experimentale de détermination du champ électrique des isolateurs.
24 bis) K. DREWNOWSKI et S. DUNIKOWSHI: La méthode de compensation automatique adaptée à la recherche des champs électriques.
25) C. DAUZÈRE: Sur la localisation des coups de foudre dans certaines régions.
26) H. NORINDER: Recherches sur les surtensions causées par la foudre
27) E. T. NORRIS: Sur les surtensions et l'emploi des parafoudres.
28) . . . .
29) J. SKOWRONSKI: Essais comparatifs sur la porosité de porcellaines provenant de divers pays.
30) J. FALLOU: La concentration de la production de l'énergie électrique et l'interconnexion des centrales dans la région de Paris.
31) T. I. LITTLE: Sur la construction et l'emploi des conducteurs creux dans les lignes à trés haute tension.
32) J. C. van STAVEREN: Sur la résistance des installations de mise à la terre du neutre.
33) Id.: Le nouveau laboratoire d'éclairage du Verniging van Directeuren van Electriciteisbedrijven in Nederland.
34) . . . .
35) DE SMAELE: La valeur économique des hautes pressions dans les centrales à condensation et à contre-pression.
36) F. HOUST: Effets constatés au cours de rupture des interrupteurs dans l'huile.
37) H. W. JOUNG et A. ALSAKERG: Equipement d'une sous- station à air libre et de son matériel de coupure à haute tension avec des barres omnibus rotatives.
38) Ph. SPORN: La construction et la disposition des interrupteurs, leur influence sur la construction et l'exploitation des réseaux d'énergie électriques.
39) P. FERRIER: Les oscillation mécaniques des conducteurs aériens et leur repercussion sur les pylones.
40) E. WILCZEK: Sur l'amélioration du facteur de puissance.
41) Id.: Sur le développement et les conditions de service des turbo-alternateurs à grande vitesse.
42) . . . .
43) J. REZNICEK: Analyse de quelques problèmes soulevés par le manque de transformateurs d'intensité et de potentiel dans le réseaux à haute tension.
44) E. MASSON: Variation de la resistivité des huiles isolantes avec l'état de raffinage ou le degré d'altération.
45) W. W. LEWIS: Resumé de cinq années d'études sur les effets des coups de foudre sur les lignes de transmission.
46) W. JANICI: Etude critique des différentes méthodes de télémetrage et de leur application pratique dans l'exploitation des grands réseaux électriques.
47) V. GLAZANOV, N. MIROLUBOV, G. SAVITZKY, A. TCHERNYCHEFF: Mode de protection des bobines de transformateurs à haute tension contre les phénomènes de résonance.
48) . . . .
49) G. SILVA: Presentation d'un film sur la construction d'une ligne à 220 kV.
50) C. E. R. BRUCE: Bilan de l'énergie dans les interrupteurs à huile. Etude de la température de l'arc.
51) LAMB: Sur l'établissement des fondations des pylones.
52) J. LABOURET: Protection selective réalisée dans un réseaux d'interconnexion réunissant de nombreuses centrales et verification du fonctionnement par des essais directs.
53) T. ROZENTAL: Sur les flèches des lignes aériennes.
54) G. VIEL: Etude d'un réseaux à 400 000 V.
55) L. BARBILLION: Repercussion des variations de charges d'un réseaux sur les groupes electrogènes des centrales.
56) F. W. PEEK: Progrès dans l'étude des coups de foudre.
57) K. B. MAC EACHRON: Les surtensions artificielles sur les lignes de transmission. Examen spécial de l'influence des parafoudres.
58) R. M. SPURCK: Emploi des disjoncteurs à huile dans les grandes installations de coupure.
59) F. VETTINER: Mesures à distance par électrodynamométres à induction.
60) GRABSCHEID: Influence de la courbe de charge sur les pertes moyennens annuelles dans les lignes.
61) P. D. MORGAN et S. WHITEHEAD: Impédance et pertes des lignes aériennes.
62) H. PUPPIKOFER: La commande a distance par système à impulsion de courant.
63) J. KRISTEN: Interconnexion des centrales électriques au moyen de transformateurs à gradins réglés automatiquement.
64) M. BERGER: Les phénomènes de surtension par temps d'orage. Etat actuel de la question en Suisse.
65) M. IMHOF: Un nouveau transformateur de mesure.
66) Id.: Progrès réalisés dans la construction des isolateurs de traversée à haute tension, spécialement des conducteurs de traversée.
67) H. SCHULTESS: Les avantages de la soudure électriques pour la construction des machines électriques.
68) BRESSON: Fonctionnement des interrupteurs à huile triphasés suivant la nature des courts-circuits pouvant se produire dans les réseaux.
69) GRILLET: Résistance aux courts-circuits des transformateurs d'intensité.
70) . . . .
71) CH. LEDOUX: La protection des réseaux et l'amortissement des surtensions.
72) A. ILIOVICI: Etalonnage des compteurs d'énergie réactive ou varheurométres.
73) J. IBLER: Sur le reglage en marche paralléle.
74) M. HOUSER: Economie d'huile dans les grandes centrales.
75) . . . .
76) . . . .
77) L. MAGGI: La conservation des isolateurs d'une ligne à haute tension.
79) K. KONSTANTINOWSKY: Comparaison des prescriptions des divers pays concernant l'épreuve de tension pour cables.
80) L. TSCHIASSNY: Une nouvelle méthode d'essai de claquage.
81) A. DALLA VERDE: Calcul et essais des pylones de la ligne à 220 000 V Cardano-Cislago.
82) C. MONTAGNI: La première ligne à 125 000 V avec bras tournants et conducteurs Aldrey.
83) R. SOLAR: Les grands réseaux de transmission et l'électrification des chemins de fer avec sous stations automatiques à haute tension en courant continu.
84) E. GELLERT: Etude mécanique des lignes aériennes fondée sur un diagramme théorique representant les élements de la chainette.
85) O. SZILAS: Installation de mesures primaires sans réducteurs de tension.
86) J. RICALENS: Consideration sur les alternateurs de grande puissance.
87) M. LAURENT: Les alternateurs à double enroulement.
88) . . . .
89) L. C. GRANT: L'appareillage de coupure.
90) A. PICHON: Transformateurs de grande puissance.
91) L. GRATZMULLER: La traction électrique et la distribution générale d'électricité.
92) E. DE MULINEN et F. WETMANN: Sur les postes de commande à verrouillage automatique et tableau lumineux.
93) G. DARRIEUS: Sur la puissance réactive.
94) *Severoceské Electrarny*: Comment peut-on décider, lors d'une fourniture d'énergie sous un facteur de puissance trop faible, se c'est au fournisseur ou au client qu'est due cette faiblesse du facteur de puissance?
95) A. E. DAVISON: La danse des conducteurs.
96) F. BELDI et J. KOPELIOWITCH: Amélioration des isolants composés et particuliérement de l'isolation des alternateurs à haute tension.
97) K. TAKAHASHI: Confection et pose d'un cable sous-marin type H. S. L. à 33.000 V.
98) T. WAJJMA: Protection par relais des lignes à haute tension contre les défauts du sol avec mise du neutre à la terre par l'intermediare de grandes resistances.
99) H. W. L. BRUCKMAN: Changement des qualités diélectriques des huiles par différents traitements physiques.
100) *Comp. Parisienne de Distrib. d'Elect.*: Observation sur l'altération *in vivo* des huiles pour transformateurs.
101) A. JONNART: Note sur les installations à haute tension de la Societé de Gaz et d'Elect. du Hainaut.
102) LEYVAL: Importance de la fréquence des recharges avec huile neuve dans une turbine à vapeur pour l'économie d'une centrale électrique.
103) M. MOLLARD: Contribution à l'étude de la marche en paralléle des réseaux bouclés.

104) E. SCHJOLBERG-HENRIKSEN : Transmission et exportation d'énergie électrique par courant continu à haute tension.
105) COLETT HOLST : La danse des conducteurs.
106) B. H. LEESON et H. LEBEN : Les principes de la protection des feeders et leur application è trois reseaux modernes.
107) R. NIERENBERGER : Comment accorder et controler la compensation du courant de terre dans les reseaux compensés par bobines de mise à la terre.
108) S. VELANDER : Isolateurs en porcelaine et porcelaine pour isolateurs.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sul funzionamento degli interruttori in olio.

Riceviamo.

Nella relazione del Sig. C. E. R. Bruce, alla Conferenza Internazionale delle Grandi Reti Elettriche ad Alta Tensione, relativa alla ripartizione dell'energia liberata in un interruttore in olio, *con un contributo allo studio della temperatura dell'arco, è fatto rilevare un errore di calcolo riscontrato nella mia memoria* « Contributo allo studio della formazione dell'arco nell'olio », *e sfuggito perchè, per singolarissima combinazione, i coefficienti di calore specifico impiegati erano, a loro volta, non corrispondenti alle condizioni del problema, e proprio venivano a compensare quasi esattamente l'errore di formola, con un risultato finale apparentemente corretto.*

La cosa mi era stata fatta rilevare anche dall'Ing. Crivellari, al tempo delle discussioni alla Unfiel, ed io ne avevo preso nota, proponendomi di riportarla corretta nella pubblicazione più completa che sto preparando sulla teoria e sulla costruzione dell'interruttore in olio.

Debbo far notare, che, a parte l'errore, in cui era però evidente la svista, e che poteva facilmente essere corretto nella formola e nei coefficienti, i quali, a quella temperatura risultavano appunto tripli di quelli adottati, la natura della mia esposizione non aveva il carattere di ricerca scientifica come quella esposta dal Bruce; ma aveva lo scopo molto più modesto di indagine tecnica, diretta a chiarire il fenomeno, e documentare un mio modo di considerare il processo di formazione dell'arco nell'olio, completamente diverso da quello ordinariamente accettato, e che a me non pare soddisfacente.

In questo genere di ricerche, e come orientamento, più che i valori esatti importa l'ordine di grandezza, perchè sono troppo le cause di deviazione non facilmente identificabili.

Ed in particolar modo non era affatto nelle mie intenzioni di dare un bilancio termico dell'energia che appare nel fenomeno dell'arco.

Quando io ne parlai con l'Egr. Prof. Contardi, che si era occupato molto dell'argomento, e gli chiesi se era possibile stabilire questo bilancio, egli mi rispose precisamente quasi colle stesse parole che si leggono nella relazione del Bruce a pag. 4.

« Ici nous sommes arrêtés dés le début par une des difficultés signalées précédemment. Celle de connâitre les réactions, car il est probable qu'un certain ombre de combinaisons nouvelles se produisent entre les gas qui viennent de quitter l'arc, avant qu'ils aient refroidit et atteint leur état final ».

E soprattutto il Prof. Contardi faceva notare che la presenza dell'acetilene, colla possibilità di formarsi e disfarsi nel corso del processo rendeva ancor più incerto il problema.

E il Bruce, alla pag. 6 dice a proposito della presenza dell'acetilene : « A cause de sa chaleur de formation qui est élevée et négative la proportion de ce dernier gas est un facteur important ».

Pareva risultare però che, in vista della facilità con cui si rompono le catene molecolari anche a basse temperature, la parte principale dell'energia dovesse essere impiegata nel riscaldare i gas alla temperatura dell'arco, e che in un calcolo pratico la parte dovuta alla dissociazione potesse esser trascurata, tanto più in quanto ciò rappresentava un vantaggio nei riguardi della sicurezza dell'apparecchio così calcolato.

Oggi le ricerche del Bruce gettano maggior luce sul fenomeno, salvo i dubbi che esprimerò più avanti.

Messa la cosa in questi termini io ho voluto vedere se l'energia necessaria a riscaldare la massa di gas prodotta nella composizione media accettata anche dal Bruce di :

70 % di H
25 % di C_2H_2
5 % di CH_4

supposta a pressione costante, includendo così anche il lavoro di dilatazione, e, come dirò più avanti, nel solo periodo della formazione dei gas sotto l'azione diretta dell'arco a 3750°, potesse corrispondere al dato solitamente ammesso di :

50-70 cm³ per chilojoule

a temperatura e pressione ordinaria.

Ora, rifatto il calcolo colla formola corretta, ed applicando alla massa gassosa, i coefficienti di capacità calorifica, come si trovano nella stessa memoria del Bruce, ritorna appunto un valore entro quei limiti.

E qui bisogna che io faccia una digressione.

Io non vedo chiaro come si possa arrivare ad un risultato tranquillante prendendo a considerare la bolla di gas, nel suo insieme, dopo la fine del processo assegnandole una certa temperatura e pressione medie.

Io vedo invece il fenomeno diviso in due tempi :

Quello in cui la scarica disruptiva agisce su tutta la massa come su un isolante, formando la strada alla corrente conduttiva.

Quello in cui per fenomeno joule la corrente conduttiva genera altri gas e li riscalda.

La temperatura del primo fenomeno è veramente e sempre quella dell'arco, che io ho ammesso di 3750°, ma che può essere, come si rileva dalla stessa memoria del Bruce, anche molto superiore.

La temperatura del secondo invece è molto più bassa, ed il coefficiente di 50 cm³ per chilojoule è assolutamente insufficiente.

Il lavoro di disrupzione avviene quando ancora la corrente conduttiva non c'è, ed io lo assegno alla energia immagazzinata disponibile durante il decorso dell'arco, che è appunto energia viva.

A suffragio di questo mio punto di vista sta il fatto che in quasi tutte le prove pratiche, in cui si è potuto rilevare il volume di gas generato per chilojoule, questo numero risulta sempre molto superiore a 50 cm³, e raggiunge anche 180 cm³, secondo la proporzione fra energia disruptiva ed energia joule.

La considerazione della energia immagazzinata, come quella che apre la via alla corrente conduttiva, porta alla necessità di considerare le condizioni in cui questa può avere un valor massimo, nel qual caso si ha per conseguenza il valore massimo della lunghezza d'arco, e poichè diviene massima la durata, resta influenzata anche la grandezza dell'energia joule.

Questa stessa considerazione dà anche ragione della enorme variabilità dei risultati sperimentali per uno stesso apparecchio e nelle identiche condizioni, fatto che tutti ammettono, ma che nessuno ha spiegato in modo soddisfacente.

Accettando il mio punto di vista invece, questa variazione è una conseguenza inevitabile, perchè dipende dal momento della curva di corrente in cui l'arco si inizia, che va da 0 al massimo 1,4 I_{eff}, se quel momento coincide coll'ampiezza della corrente.

E' singolare che ne L'Elettrotecnica *del 5 marzo 1930, n. 7, volume XIII, in un riassunto di una comunicazione di E. B. Wedmore, W. B. Whitney, C. E. R. Bruce, se l'interpretazione del traduttore è riuscita fedele, si legge :*

« La determinazione della caduta di tensione nell'arco ha permesso di calcolare la potenza dispersa per effetto joule nell'arco.

« Il valore di questa potenza dipende, oltre che dai valori della tensione e della corrente, anche dall'istante in cui la corrente è stata interrotta, *dallo spostamento di fase tra corrente e tensione, e dalla rapidità con la quale vengono allontanati gli elettrodi ».*

Da questa incostanza cronica delle esperienze, risulta anche il fatto molto scoraggiante che tutte le prove fatte su interruttori non hanno valore pratico se non eseguendone un numero enorme, che permetta di rilevare una curva di massimi, la quale dovrebbe ragionevolmente rappresentare la sollecitazione vera possibile dell'apparecchio.

Questa stessa ragione mette per me un velo di dubbio sulla attendibilità e sul valore pratico della memoria del Bruce.

Egli dice nel resoconto introduttivo :

« Il est un fait certain que pour des conditions extérieurs identiques on peut observer de grandes variations dans l'exécution d'essais répétés : ceci est du (sic) à des variations fortuites de la forme et de l'activité de l'arc lui-même, du mouvement de l'huile, ecc.... qui peuvent affecter une grande partie ou même la totalité des quantités *figurant dans le bilan relatif à chaque cas ».*

Ed infatti a pag. 18 dice parlando dei risultati delle prove :

« Les déviations maxima sont :

$$-45 \text{ et } + 29\,\%$$

si on suppose le carbone et l'idrogéne en présence :

$$-46 \text{ et } + 26\,\%$$

si on suppose les gas observês en présence, tandis que les déviations moyennes sont respectivement 13 et 12 % ».

Ora se poniamo 100 il valor medio; questi scarti sono da

55 *a* 129 *cioè* da 1 *a* 2,35

il che può lasciar un po' dubbiosi sulla applicabilità delle medie.

Naturalmente per giudicare con conoscenza di causa sarebbe necessario avere esatta nozione del modo con cui le prove sono state condotte.

Il valore e la perizia del Bruce fanno pensare che tutte le precauzioni saranno state messe in atto per arrivare a risultati veramente paragonabili.

Ma poichè il vero pericolo nel funzionamento dell'interruttore si presenta quando il volume, la temperatura e la pressione dei gas generati rappresentano un massimo per chilojoule di energia dissipata, sarebbe stato, secondo me, opportuno di segnalare questi massimi; perchè se si sono verificati una volta ed in prove sempre molto lontane dalle condizioni reali, possono avvenire anche in servizio, creando quei disastri che si lamentano nell'esercizio, e che fino ad oggi non sono stati esaurientemente spiegati.

Ringraziandola dell'ospitalità accolga i sensi della più alta considerazione.

Ing. LUIGI MAGRINI.

SUNTI E SOMMARI

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

W. M. LEEDS — **Il modo di variare della pressione negli interruttori in olio.** (The El. J., marzo 1931, pagg. 152-156, con 14 figure).

L'arco che si manifesta sotto l'olio di un interruttore durante la apertura del circuito dà luogo alla formazione quasi istantanea di una bolla gassosa che proietta l'olio contro il coperchio; la cassa dell'interruttore dà dei sobbalzi prima ancora che l'olio abbia raggiunto il coperchio a causa della distribuzione irregolare della pressione della bolla in seno al liquido; questi sobbalzi possono essere praticamente eliminati disponendo una robusta grata al disopra dei contatti ad una distanza da questi uguale a quella esistente rispetto al fondo. In tal modo l'ondata di pressione arriva contemporaneamente contro il fondo e contro la grata e le due spinte si fanno equilibrio.

La pressione dell'olio presenta delle pulsazioni, rilevabili con un oscillografo, di frequenza eguale a circa 12 periodi/sec.; nelle immediate vicinanze dell'arco la pressione varia più rapidamente seguendo le variazioni dell'energia liberata durante l'arco e cioè con frequenza doppia di quella di linea. L'indicatore di pressione è costituito da una pila di dischetti di carbone inserita in un circuito a corrente continua a tensione costante, al variare della pressione esercitata sulla pila di carbone varia anche la corrente nel circuito elettrico con legge lineare. Registrando con un oscillografo questa corrente si può poi risalire ai valori corrispondenti della pressione (vedere anche per le proprietà di questo oscillografo *L'Elettrotecnica,* pag. 612 del 15 settembre 1930).

Il valore massimo della pressione dell'olio ha un'influenza molto relativa sulla sollecitazione meccanica dell'interruttore; ciò che conta più di tutto è la rapidità dell'interruzione; è infatti provato che a parità di pressione massima la sollecitazione meccanica dell'interruttore è tanto più violenta quanto più rapido è il distacco degli elettrodi. L'olio nell'interno del cassone subisce degli spostamenti in verticale come se fosse un pistone rigido; gli spostamenti hanno un carattere oscillante almeno fino a che la bolla gassosa non si è portata alla superficie dell'olio. Le oscillazioni periodiche dell'olio si manifestano con maggiore evidenza quando la velocità di distacco dei contatti supera i 3 m/sec. Questi risultati sono stati ottenuti sperimentando su un interruttore trifase avente una capacità di rottura dell'arco di oltre 250.000 kVA. *I. L.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

E. H. BÜSCH — **Produzione di vapore e di acqua calda per mezzo di caldaie elettriche.** (Wärme, 8 agosto 1931, pagg. 595-599, con 12 figure).

Le caldaie elettriche permettono di ricavare circa 800 calorie utili per ogni kWh, cioè di produrre circa 1,25 kg di vapore per kWh. Nelle fabbriche di carta, nelle industrie tessili e in quelle chimiche che utilizzano vapore per servizi industriali le caldaie elettriche permettono di risparmiare l'installazione delle caldaie a combustibile coi seguenti vantaggi: risparmio di spese d'impianto e di spazio occupato; minori spese di manutenzione, più rapido avviamento, maggiore sicurezza e pulizia.

Le caldaie elettriche possono, come è noto, essere del tipo a resistenza o del tipo a elettrodi. In ogni caso con una buona protezione contro i disperdimenti di calore si possono raggiungere rendimenti che arrivano fino al 98 % nelle caldaie a elettrodi e poco meno per quelle a resistenza. L'A. descrive parecchi tipi di caldaie elettriche, alcune delle quali per tensione d'esercizio fino a 10.000 V.

Importanti sono i dispositivi di regolazione, specialmente quelli destinati a mantenere costante il livello dell'acqua in caldaia; l'escursione del livello liquido non deve superare 2 o 3 cm. Il regolatore consiste essenzialmente in un galleggiante collegato con un nastro metallico ad una valvola di ammissione che viene così comandata dagli spostamenti del galleggiante. Per la regolazione automatica del carico in funzione della temperatura e della pressione, le caldaie a elettrodi sono provviste di altri apparecchi di regolazione a contatti. Gli accumulatori di acqua calda possono essere in qualche caso molto utili; la loro diffusione potrebbe servire a riempire in modo conveniente gli avvallamenti nei diagrammi di carico delle centrali elettriche. Oltre ad essere convenienti in molti casi per industrie, essi danno modo di provvedere al riscaldamento degli edifici con piccole spese, utilizzando i cosidetti cascami di energia. L'A. presenta qualche schema di accumulatore di acqua calda o anche di vapore alimentati da caldaie elettriche. *Ri.*

APPLICAZIONI VARIE.

B. J. DREUX - H. C. BRUNNER — **L'elettricità nei moderni impianti di latterie.** (Elect. Eng., aprile 1931, 285-287, 6 figure).

Viene descritto l'impianto di una centrale del latte di Pittsburg (Pa. S. U.) la quale ha un consumo di energia di 242.965 kWh al mese, con fattore di potenza di 94,2 %, con carico medio mensile di 887 kVA e punta massima di 962 kVA. L'elettricità viene largamente impiegata nei servizi della pasteurizzazione del latte, la quale viene accompagnata da un vero e proprio passaggio di corrente elettrica entro la massa di latte: il calore necessario per la pasteurizzazione si produce così entro la massa stessa del latte mentre esso viene pompato entro una camera rettangolare i cui estremi sono formati da due elettrodi a 220 V distanziati di 10 cm; la potenza impegnata è di 48 kW. Appositi dispositivi di regolazione comandano la velocità di circolazione del latte e la distanza dagli elettrodi per regolare la temperatura del latte.

Altre applicazioni notevoli l'elettricità trova nei comandi delle varie macchine riempitrici di bottiglie, nei trasportatori meccanici, negli impianti di refrigerazione, ecc. *R. S. N.*

CONDUTTURE.

S. J. ROSCH e H. G. BURD — **La riduzione della ionizzazione dei cavi** (E. W., 20 dicembre 1930, pagg. 1132-1136, con 11 figure).

L'eliminazione dell'aria e dell'umidità triplica all'incirca il valore della tensione di ionizzazione del cavo. Un trattamento con un vuoto molto spinto sia delle sostanze di impregnamento, sia dell'anima del cavo riduce perciò notevolmente la ionizzazione. Il trattamento è stato realizzato industrialmente e le caratteristiche principali del sistema sono: funzionamento di tutta l'apparecchiatura, filtri, pompe d'estrazione e di circolazione, ecc. ad una pressione assoluta di 1 millimetro di mercurio; essiccamento e impregnazione dell'anima del cavo dapprima a vuoto, poi sotto pressione d'olio; le sostanze di impregnamento, una volta versate nei serbatoi sono sottratte al contatto dell'aria; controllo continuo delle operazioni attraverso misure sistematiche di capacità e del fattore di potenza. Le prove eseguite su cavi costruiti secondo tali sistemi hanno mostrato l'assenza di formazioni resinose, di tracce di ionizzazione, di struttura dendritica. *G. Cc.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

N. KOTSCHUBEY — **Sottostazioni con raddrizzatori a vapore di mercurio in Australia.** (Révue B. B., N. 2, febbraio 1931, pag. 103-107 fig. N. 8).

I 14 gruppi raddrizzatori che alimentano la rete suburbana di Sidney sono ripartiti in sei sottostazioni, nelle quali l'energia trifase a 33 kV viene convertita in continua a 1500 V. In tutte le stazioni i trasformatori sono montati all'aperto. Essi hanno il primario a stella ed il secondario esafase: questo collegamento consente un perfetto funzionamento in parallelo delle diverse stazioni, siano esse equipaggiate con raddrizzatori oppure con convertitori rotanti. Il collegamento fra trasformatori e raddrizzatori è fatto con sbarre in rame nudo o con cavi sotto piombo. Tutti i convertitori a mercurio sono raffreddati con dispositivo di circolazione in ciclo chiuso dell'acqua distillata. I gruppi sono protetti a monte da un interruttore in olio ed a valle da un interruttore di catodo di tipo ultrarapido con dispositivo atto ad impedire i ritorni di corrente. Gli interruttori di feeder sono pure ultrapidi ma sono equipaggiati con relais a massima.

Il comando di cinque sottostazioni è completamente automatico ed i gruppi possono essere messi in servizio con l'intermediario di un comando a distanza oppure mediante un interruttore orario a contatti. Un quadro di manovra in un posto di controllo sorvegliato contiene i dispositivi di comando a distanza e di segnalazione.

I gruppi di riserva di ciascuna stazione vengono messi in servizio, con l'intermediario di un relais termico, quando il carico degli altri gruppi in servizio diventa eccessivo oppure quando questi ultimi sono messi fuori servizio a causa di qualche perturbazione. E' pure possibile comandare a distanza i gruppi di riserva.

Ciascun gruppo è munito di un dispositivo automatico di sorveglianza e di reinserzione. Un termometro a contatti sorveglia la temperatura dell'olio dei trasformatori, la temperatura della piastra anodica, la circolazione dell'acqua refrigerante, il vuoto nel convertitore, ed il carico del gruppo. Il funzionamento del gruppo di pompe è controllato da un galvanometro a tre contatti; quest'ultimo inserisce o disinserisce la pompa rotativa in funzione del vuoto che regna nell'interno del cilindro e, nell'impossibilità di ottenere il vuoto sufficiente, blocca il gruppo funzionante, mettendo in servizio il gruppo di riserva.

Il dispositivo di reinserzione provvede a reinserire gli interruttori scattati in caso di corto circuito. Se la causa che ha provocato lo scatto è passeggerà, l'automatico viene reinserito; se il corto circuito permane, dopo il terzo tentativo, l'interruttore rimane bloccato e la perturbazione viene segnalata al posto di controllo. Un relais di tensione molto sensibile consente la messa in o fuori servizio delle sottostazioni in funzione delle caratteristiche di tensione e di corrente della rete. *V. D. Ma.*

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

J. CHAPPUIS e A. GOUFFÈ — **Studi sulle pile termoelettriche.** (R. G. E., 18 aprile 1931, pagg. 615-628, con 10 figure).

Gli studi ai quali si riferisce la trattazione sono stati originati dai lavori di messa a punto del metodo di Lummen e Kurlbaum per la misura dell'intensità di radiazione, in cui le pile termoelettriche trovano applicazione per le determinazione della temperatura del corpo nero. La prima parte degli studi è di ordine puramente sperimentale.

Gli AA. hanno fatto variare la pressione dell'aria nella cavità in cui è inserita la pila ed hanno sperimentato che, per abbassamenti notevoli della pressione, la sensibilità dell'elemento aumenta, ma esiste un limite inferiore al disotto del quale la sensibilità non aumenta più. In quanto alla proporzionalità tra forza motrice e intensità di radiazione, l'approssimazione è grandissima, tanto nell'aria, quanto nel vuoto. La seconda parte è una trattazione matematica che tende a mostrare, al lume della termodinamica, come il miglioramento della sensibilità sia funzione della diminuzione di pressione del mezzo. Esaminando i diversi casi della pila a uno o a più elementi, gli AA. illustrano l'influenza, sulla sensibilità delle pile termoelettriche, dei « fattori costruttivi » : lunghezza, larghezza, spessore e conducibilità termica degli elementi, potere termoelettrico dei metalli costituenti l'elemento.
G. Cc.

ELETTROTECNICA GENERALE.

BLONDEL — **Lo studio diretto dei sistemi trifasi squilibrati per mezzo di impedenze e di ammettenze mutue di fase.** (R. G. E., 3-10-17 gennaio, pag. 3-11, 53-63, 90-100, con 18 figure).

Nella trattazione degli apparecchi e delle distribuzioni trifasi con carichi dissimmetrici, si possono raggiungere gli stessi risultati ottenibili col metodo di Fortescue (decomposizione delle variabili di corrente e tensione in tre gruppi simmetrici) facendo uso del metodo diretto delle variabili delle tre fasi. Lo studio del Blondel mostra che basta a questo scopo rappresentare le reazioni tra fase e fase mediante tre coefficienti di impedenza; di cui un'impedenza propria e due mutue. Le tre impedenze possono essere determinate sperimentalmente oppure calcolate mediante le impedenze cicliche. Ciò posto l'A. illustra come la conoscenza di tali impedenze, che egli chiama « naturali », possa servire allo studio dei corti circuiti negli alternatori ed anche, con qualche semplificazione, delle reti comprendenti generatori e trasformatori specialmente nei riguardi delle cadute di tensione, oltrechè dei corti circuiti.

Il metodo è autonomo, ma l'A. stesso afferma che è comodo e vantaggioso riferire i coefficienti di impedenza e di ammettenza che vi figurano a quelli di impedenza ciclica usati nel metodo di Fortescue. Tale metodo conserva tutta la sua utilità per la definizione e la misura degli squilibri; ma per lo studio dei problemi delle cadute di tensione e dei corti circuiti è preferibile il metodo diretto che concede una comprensione più profonda dei fenomeni ai quali lo squilibrio dà luogo.
G. Cc.

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

C. J. FECHEIMER — **I perfezionamenti nei condensatori rotanti raffreddati con idrogeno.** (The El. J., marzo 1931, pag. 165-169, N. 5 figure).

La carcassa di queste macchine è costruita con lamiera saldata e porta due coperchi di forma quasi emisferica alle due estremità in modo da garantire una maggiore resistenza meccanica nel caso di un'esplosione; un'apposita armatura sostiene il sopporto che risulta completamente racchiuso dal coperchio; l'albero si prolunga oltre questo da una parte sola dove si trovano i due anelli per l'eccitazione del rotor. Una scatola cilindrica saldata al coperchio permette di chiudere anche gli anelli di eccitazione in modo da evitare qualsiasi fuga di idrogeno attraverso la tenuta sempre imperfetta sull'albero; questa scatola è tuttavia apribile per ispezione con la sola perdita del gas ivi contenuto. La sostituzione integrale dell'idrogeno all'aria nella macchina è ottenuta scacciando prima questa con anidride carbonica e poi sostituendo all'anidride l'idrogeno in modo da evitare la formazione del miscuglio esplosivo. La composizione del miscuglio durante questa operazione viene misurata a mezzo di un ventilatore che alimenta un manometro differenziale; se la velocità del ventilatore è mantenuta costante la pressione del gas cresce col crescere della sua densità e si può quindi misurare questa in funzione della prima. In generale si ritiene sufficientemente sicuro un miscuglio di gas che contenga il 95 % di idrogeno; questa percentuale è controllata continuamente senza alcun consumo di gas poichè il ventilatore è racchiuso nella carcassa insieme al motore asincrono. L'introduzione dell'idrogeno nella macchina viene fatta automaticamente appena la pressione del gas scende a meno di 75 mm di acqua; la pressione massima tollerata è di un metro d'acqua oltre la quale il gas si scarica attraverso ad una valvola a mercurio, però anche in condizioni di sovraccarico il gas riscaldandosi non aumenta la propria pressione fino al valore detto. L'umidità contenuta nell'idrogeno è eliminata facendo passare il gas attraverso il cloruro di calcio. Diversi sistemi di segnalazione sono stati studiati per avvertire le variazioni di pressione e di composizione del gas oltre i limiti di sicurezza, per controllare le temperature del gas e dei sopporti nonchè il livello dell'olio in questi.

La sostituzione dell'idrogeno all'anidride carbonica avviene quando la composizione del miscuglio è del 70 % di CO^2 e del 30 % di aria; nel processo inverso l'aria può essere introdotta nella macchina quando la composizione del miscuglio è del 90 % di CO^2 e del 10 % di H; questi due miscugli hanno la stessa densità e sono segnati dalla stessa graduazione sulla scala del manometro differenziale, ciò che facilita le manovre per la sostituzione dei gas. L'idrogeno viene raffreddato mediante due serpentini percorsi da acqua fredda e sistemati attorno alle teste di matassa degli avvolgimenti. Le prove di riscaldamento vennero ripetute su due unità col carico massimo di 15.000 kVA prima col raffreddamento in aria e poi con quello ad idrogeno; nel primo caso la differenza di temperatura è risultata del 66 % maggiore. Si ritiene pertanto che a parità di aumento della temperatura col raffreddamento ad idrogeno si asporta dalla macchina una quantità di calore del 45 % maggiore che col raffreddamento ad aria.
I. L.

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

M. LUCKIESH - F. K. MOSS — **Illuminazione più visione eguale visibilità,** (Linghting plus vision equals seeing). (Tr. Ill. Eng. S., novembre 1930. da pag. 807 a 825, 5 fig.).

Gli AA. hanno esposto, in articoli precedenti, le relazioni fra i fattori fondamentali della visione; in questo si dà notizia dei risultati di ulteriori esperienze intese a dimostrare, su basi scientifiche, l'influenza della illuminazione sulla visibilità. Tabelle e grafici illustrano i concetti esposti ed, inoltre, alcune particolari interpretazioni dei risultati ottenuti sono discusse ampiamente dagli AA.
G. Co.

J. WETZEL — **La sicurezza della strada e l'illuminazione.** (Lux, novembre 1930, da pag. 154 a 157).

L'attenzione del pubblico francese è stata più volte attirata dalla stampa sulle statistiche degli accidenti stradali occorse nel Dipartimento dell'Oise e compilate dal Capo di quella Gendarmeria. Esse sono il risultato dello spoglio di più di 100.000 processi verbali ed hanno dunque un inestimabile valore documentario. L'A., in base a queste statistiche, ne trae elemento per illustrare la relazione fra accidenti e condizioni d'illuminazione delle strade.

In primo luogo vien fatto rilevare che circa l'11 % degli accidenti verificatisi nel 1927 sono d'attribuirsi senz'altro a cattive condizioni di luce : basso livello d'illuminazione, abbagliamento dei fari delle automobili. In un secondo grupo sono da collocarsi quegli accidenti — nella proporzione del 55 % — avvenuti in seguito ad eccesso di velocità o per mancata tenuta della « mano », in cui un'illuminazione cattiva può essere uno dei fattori determinanti del sinistro. Infatti è evidente che una velocità che può essere normale di giorno, diventa azzardosa di notte; un ostacolo in posizione anormale può essere scorto più rapidamente se l'illuminazione è sufficiente. Nella rimanente percentuale degli accidenti il fattore illuminazione c'entra poco.

Lo studio degli accidenti, in relazione ai diversi mesi dell'anno ed alle diverse ore del giorno, dà adito all'A. di trarre altre importanti conclusioni. Così il fatto che la curva degli accidenti presenta due cuspidi nella giornata di cui quella corrispondente alle ore 18 è molto più sentita rispetto a quella occorrente a mezzogiorno, è abbastanza significativo.
G. Co.

J. KARBUS — **Illuminazione dei binari nelle stazioni con linee elettriche di contatto.** (El. Bahnen, N. 2, febbraio 1931, pag. 58-61, fig. N. 7).

L'equipaggiamento delle stazioni con linee aeree di contatto richiede, in generale, il cambiamento del primitivo impianto di illuminazione. I conduttori che alimentano gli apparecchi di illuminazione vanno messi in cavo onde evitare il pericolo di contatti con le condutture ad alta tensione; occorre pure evitare il più possibile l'impiego di pali appositi per il sostegno delle lampade, allo scopo di non diminuire la visibilità nella stazione. E' preferibile sospendere le lampade ai pali, portici, trasversali, ecc. che sostengono le linee di contatto. Ai pali di sostegno, le lampade possono essere sospese a mensole tubolari od a ferri sagomati fissati in corrispondenza della sommità dei pali stessi, oppure, quando l'eventuale esistenza di conduttori in sommità non lo consente, a traverse in ferri sagomati imbullonate ai pali in posizione conveniente.

Quando nella stazione esistono portici, le lampade possono essere sospese ad intelaiature collegate ai puntoni, oppure applicate direttamente alla trave orizzontale. Quest'ultima disposizione evita la proiezione dell'ombra della traversa superiore del portico, che potrebbe essere fastidiosa e non desiderata. Anche ai trasversali delle sospensioni ed ai tiranti di ancoraggio, si possono applicare direttamente gli apparecchi di illuminazione. Particolari accorgimenti vanno presi per la scelta degli organi di sospensione delle lampade e per la installazione dei cavi che fanno capo alle lampade. Occore tener presente la necessità di rendere facilmente accessibili queste ultime, onde semplificare il lavoro di revisione o manutenzione. A questo lavoro, per ragioni ovvie di sicurezza, dovrebbe sempre venire adibito il personale stesso che ha il compito della sorveglianza e della manutenzione delle linee elettriche di trazione.
V. D. Ma.

M. COHU — **Studio dell'influenza della smerigliatura sulle caratteristiche di diffusione dei vetri.** (Lux, dicembre 1930, febbraio e marzo 1931, pagg. 171-174, 24-25 e 40-41, con 13 figure).

La Société pour le Perfectionnement de l'Éclairage ha condotto una serie di esperienze allo scopo di determinare quale effetto eserciti la smerigliatura sulle caratteristiche di diffusione dei diversi tipi di vetro adoperati negli apparecchi d'illuminazione.

In un primo tempo le esperienze riguardarono il tipo di vetro opalino a supporto di vetro chiaro. Furono prelevati da una medesima lastra cinque campioni : uno fu lasciato senza modifiche, due furono smerigliati meccanicamente (uno sulla faccia chiara, l'altro sulla

faccia opalina) e due furono smerigliati chimicamente nello stesso modo.

Per ciascuno dei campioni fu determinata la indicatrice di diffusione, presentando, alternativamente, le due facce ad un fascio di luce incidente secondo la normale alla superficie del campione in esame.

Uguali esperienze furono fatte per quattro campioni prelevati da una lastra di vetro opalino omogeneo (due smerigliati solo su una faccia, rispettivamente a sabbia e all'acido, uno smerigliato meccanicamente su tutte e due le facce ed uno rimasto senza smerigliatura) e su campioni di vetro chiaro (smerigliati su una sola e su tutte e due le facce, meccanicamente o chimicamente).

Fu così possibile dedurre che la migliore diffusione della luce si ottiene mediante i vetri opalini omogenei, le caratteristiche dei quali sono vicine a quella di un mezzo perfettamente diffondente e sui quali l'azione smerigliante ha, relativamente, poca influenza. Seguono i vetri opalini a supporto di vetro chiaro per i quali la predetta azione è più sentita ed, infine, i vetri chiari, le caratteristiche dei quali si allontanano notevolmente da quella della diffusione teorica. La smerigliatura se è da raccomandare nel caso dei vetri opalini omogenei è da sconsigliare nel caso di vetri opalini a supporto di vetro chiaro: infatti, contrariamente a questi ultimi, per i primi la smerigliatura aumenta il coefficiente di trasmissione, se si eccettua il caso dal campione smerigliato all'acido col lato smerigliato rivolto alla sorgente di luce. Infine è da rilevare che la smerigliatura meccanica, la quale aumenta in tutti i casi la trasmissione di una lastra di vetro opalino, diminuisce, invece, quella di una sfera del medesimo materiale: ciò è da attribuirsi in parte — secondo l'A. — al fatto che, data l'esistenza di riflessioni multiple sulle pareti interne della sfera, il coefficiente di riflessione diminuisce per effetto delle irregolarità che la superficie smerigliata presenta. *G. Co.*

J. Wetzel — **Predeterminazione delle curve fotometriche degli apparecchi d'illuminazione.** (Lux, gennaio e febbraio 1931, pagg. 2-4 e 18-19 con 6 figure).

Continuando lo studio sistematico degli apparecchi d'illuminazione, l'A. affronta il problema della predeterminazione della forma della loro curva fotometrica quando si conoscano le caratteristiche dell'apparecchio stesso e studia l'influenza di queste caratteristiche sulla forma della curva fotometrica.

Considera, distintamente, il caso di un diffusore, intendendo con questo nome un apparecchio nel quale tutti i raggi di luce sono riflessi o trasmessi da superfici che obbediscano alla legge del coseno di emissione, e di un riflettore ideale che rifletta la luce secondo la legge della riflessione regolare, dato che questi due casi danno luogo a due metodi di studio diversi. *G. Co.*

A. L. Powell e A. Rodgers — **L'illuminazione, elemento integrante del progetto degli edifici.** (The Engineering Features of « Built-In » Lighting Ligh., novembre e dicembre 1930, gennaio 1931, pagg. 17-19, 30 e 37; 11-15 e 23; 11-17; con 50 figure).

Da molti anni gli ingegneri illuminotecnici insistono affinchè l'impianto d'illuminazione venga considerato quale elemento integrante del progetto di un edificio e non come un accessorio a cui l'abilità più o meno discutibile di un installatore può supplire. L'architetto deve, in sede di progetto, prevedere gli effetti che l'illuminazione artificiale è destinata a creare per quel dato tipo di locali e, di conseguenza, pensare, fin d'allora, alla disposizione delle sorgenti di luce artificiale. Non altrimenti, con la luce naturale, si preventivano le dimensioni e la disposizione delle finestre, in modo da avere, nei vari locali dell'edificio in progetto, adeguate condizioni di aria e di luce.

Molti segni però mostrano che gli architetti moderni cominciano a convincersi che l'illuminazione può riuscire anche un elemento di decorazione architettonica di grande importanza. La tendenza verso quella che si suole definire la « architettura luminosa » ha avuto le sue prime espressioni in Francia intorno al 1924-25 ed è stata magnificata a traverso le recenti esposizioni di Anversa, Barcellona e Stoccolma. Gli Americani seguono l'esempio del vecchio continente e si sforzano di imprimere una propria impronta in questo movimento.

Queste e simili argomentazioni danno adito agli AA. di esporre, in una specie di sintesi, le applicazioni architetturali dell'illuminazione negli Stati Uniti di America. *G. Co.*

IMPIANTI.

Sviluppo degli impianti termoelettrici fuori d'America. (Relazione della N. E. L. A., maggio 1931, pagine 37, con 53 figure).

Viene messa in evidenza la tendenza verso l'aumento della pressione e della temperatura del vapore: sono ormai correnti gli impianti fra 30 e 35 kg per mm². Sono attualmente in servizio due caldaie Benson funzionanti alla pressione critica ed un'altra si sta montando nel Belgio, la quale avrà una capacità di produzione di circa 110 t/h.

In Cecoslovacchia sono in servizio tre caldaie Löffler per la pressione di circa 120 atmosfere. Viene usato preferibilmente carbon fossile; si fanno sempre più frequenti gli impianti a carbone polverizzato, di solito con bruciatori verticali. L'impianto di Golpa Zschornevitz è il più importante esempio di centrale a lignite, contenendo complessivamente 100 caldaie con circa 60.000 m² di superficie riscaldata e 40.000 kW installati. Parecchi esempi di installazioni per eliminazione del fumo (con precipitatori elettrici o con dispositivi centrifughi) sono in esercizio in via di esperimento.

Pochi sono gli impianti che funzionino con temperatura di vapore sopra i 400°; la centrale di Klingenberg va a 427°, quella di Langerbrugge a 450°, l'impianto Benson di Berlino a 454° e l'impianto Löffler a Vitkovice funziona da due anni a 500° di temperatura di vapore; nelle parti esposte a tale temperatura nei nuovi impianti si è usato acciaio al carbone con 0,6 % di molibdeno.

La sottrazione di vapore dalle turbine per il preriscaldamento dell'acqua di alimentazione è meno esteso che in America, arrivandosi di solito ad un massimo di tre prese sulla turbina; il numero dei giri è più elevato che negli impianti americani, essendo frequenti le macchine a 3000 giri. In qualche impianto, specialmente tedesco si è fatto largo uso di accumulatori di vapore per sopperire al carico di punta. Sono state fatte nuove esperienze con impianti di distillazione del carbone a bassa temperatura, specialmente in Inghilterra, dove si tendono a costruire impianti, che mentre utilizzano nei focolari delle caldaie i gas ottenuti dalla disitllazione, producono del cock che viene esitato a buone condizioni sul mercato.

La relazione contiene poi una serie di rapporti di Case costruttrici circa le nuove costruzioni e i nuovi impianti effettuati. *Ri.*

A. G. Christie e W. Viessmann — **La produzione economica dell'energia di punta.** (E. W., 7 gennaio 1931, pagg. 136-140, con 6 figure).

Secondo gli AA. si può produrre energia di punta con una spesa di istallazione di L. 450 per kW aumentando, nelle centrali termiche, per due ore, dal 10 al 20 per cento la potenza delle turbine. Il metodo consiste nel sopprimere durante il servizio di punta ogni estrazione di vapore, mandare l'acqua di condensazione in appositi serbatoi, alimentare le caldaie con acqua calda proveniente da accumulatori, intensificare infine la ventilazione degli alternatori. Tre diagrammi indicano il modo di realizzare questo metodo e ne spiegano il funzionamento. Un esempio numerico illustra alcuni casi secondo la presenza di un numero maggiore o minore di riscaldatori con vapore d'estrazione, e indica la necessità che le caldaie possano agevolmente permettere una sovraproduzione al fine di evitare le cadute della pressione del vapore che si ripercuotono dannosamente sul comportamento degli accumulatori. *G. Cc.*

MACCHINE A COLLETTORE.

Th. Laible — **Tensione e frequenza negli indotti con collettore.** (E. u. M. N. 7, 15 febbraio 1931, pag. 121-125, fig. N. 4).

L'A. rileva che il funzionamento delle macchine a collettore viene, normalmente, studiato separatamente per ogni tipo di macchina. E', tuttavia, possibile dedurre una legge generale, alla quale si possono ricondurre tutte queste macchine per lo studio delle loro caratteristiche di funzionamento. Questa legge viene espressa da una formula dedotta matematicamente ed esprimente la tensione alle spazzole del collettore in funzione della f.e.m. dell'indotto. La formula così dedotta viene applicata per alcuni casi particolari: macchine a corrente continua, motori monofasi a collettore, motori trifasi a collettore e convertitori di frequenza. *V. D. Ma.*

MISURE.

W. M. Thornton - M. Waters - W. G. Thompson — **Il voltmetro a vento elettrico e il relais termoelettrostatico.** (J. I. E. E. Londra, aprile 1931, pag. 533-544, N. 18 figure).

E' noto che nelle vicinanze di una punta metallica caricata ad un potenziale elevato si produce un vento elettrico perchè le molecole di aria si caricano di elettricità dello stesso segno della punta e poi ne sono respinte; gli AA. hanno applicato questo principio alla costruzione di un voltmetro adatto per misurare delle tensioni molto elevate. La tensione da misurare viene applicata ad uno speciale spinterometro nel quale una delle sferette è sostituita da un filamento scaldato al rosso: il vento elettrico che emana dall'altra sferetta esercita un'azione raffreddante sul filamento, basta quindi misurare la resistenza elettrica di questo filo per potere risalire al valore della tensione applicata. Le esperienze sono state condotte su un voltmetro adatto per misurare una corrente continua ad alta tensione (fino a 200 kV); lo strumento era costituito da una sfera metallica di 25 cm di diametro fissata ad un estremo di un cilindro isolante della lunghezza di 90 cm e del diametro di 38 cm; all'altro estremo del cilindro era disposto un filo metallico scaldato al rosso ed inserito nel circuito di un ponte di Wheatstone. Il voltmetro dava delle indicazioni apprezzabili a partire da 90 kV di tensione applicata fra la sfera ed il filamento.

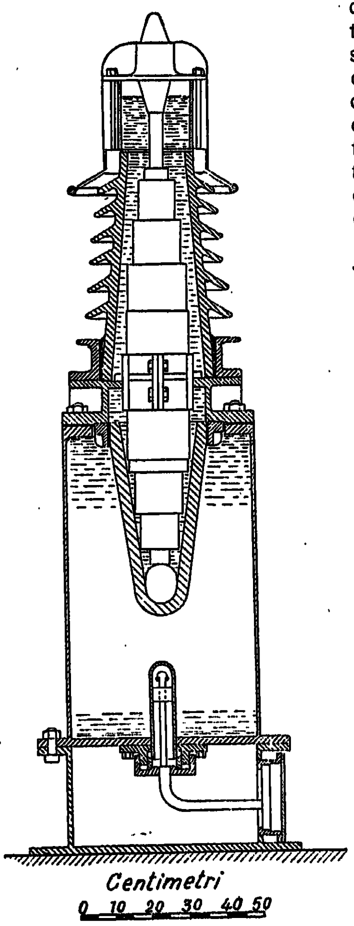
Con corrente alternata il vento elettrico risulta dalla sovrapposizione di una corrente ionica unidirezionale e di una corrente avente un carattere pulsante; la prima prevale negli spazi aperti mentre la seconda prevale negli spazi di limitate dimensioni. Le due correnti crescono proporzionalmente con l'intensità del campo circostante al filamento e praticamente non c'è un grande interesse a considerarle separatamente. In pratica invece di misurare la resistenza del filamento a corrente costante si è trovato più comodo di misurare la potenza necessaria per mantenere costante la temperatura e quindi anche la resistenza del filo. Questa potenza è con buona approssimazione una funzione lineare della tensione applicata; la pendenza della retta che rappresenta questa funzione è tanto maggiore quanto più alta è la

temperatura del filamento il che significa, che il voltmetro è tanto più sensibile alle variazioni di tensione quanto più il suo filamento è mantenuto caldo. Esiste però sempre un minimo della tensione applicata al disotto del quale l'effetto raffreddante della corrente ionica non è più sensibile: questo minimo diminuisce col crescere della temperatura del filamento. A parità di tensione applicata il raffreddamento del filo è tanto più marcato quanto più elevata è la frequenza della corrente alternata impiegata ed il consumo di energia nel filamento a temperatura costante si può calcolare con la seguente formula:

$$W = \frac{f}{a + b f}$$

dove a e b sono due costanti; questa formula è da ritenere valida per valori di f compresi fra 20 e 100 periodi al secondo.

Altre esperienze sono state compiute immergendo il filamento in un palloncino di vetro nel quale la pressione dell'aria poteva essere variata a volontà: a parità di tensione applicata il vento ionico è tanto più intenso quanto più alta è la pressione dell'aria senza che ci sia proporzionalità fra queste due grandezze. Se invece si prende in esame il valore minimo della tensione alla quale si osserva il vento elettrico si trova che questo minimo è tanto minore quanto più bassa è la pressione dell'aria almeno fino a che questa non scende a meno di 100 mm di mercurio; al disotto di questa pressione la tensione minima di adescamento del vento elettrico torna a crescere. I gas che meglio si prestano per riempire il palloncino sono: l'argon e l'anidride carbonica anche perchè non intaccano il metallo ad alta temperatura. Il filamento è di solito di tungsteno però si sono ottenuti anche dei buoni risultati da una lega di platino ed oro.



Voltmetro a vento elettrico: 38.000 volt, 50 cicli per sec.

Sulla base di questi risultati è stato costruito un voltmetro di carattere industriale; esso si compone di un cassone cilindrico pieno d'olio nel quale pesca l'estremità sferica di un passante di porcellana; il conduttore centrale è completamente rivestito dalla porcellana compresa la sfera metallica alla quale viene applicata la tensione da misurare. Sul fondo del cassone si trova un tubetto di quarzo nel quale trova posto il filamento messo a terra; il tubetto è pieno di anidride carbonica e nel suo interno si produce il vento elettrico diretto contro il filo per effetto del campo elettrostatico circostante. Una causa di errore molto importante è data dalla forma d'onda della tensione applicata al voltmetro, si può però tenere conto di questo errore applicando un fattore di correzione alle letture, da determinarsi sperimentalmente. La scala dello strumento può essere facilmente corretta disponendo attorno al filo caldo un anello di guardia mobile messo a terra; dalla posizione reciproca dell'anello rispetto al filamento dipende la distribuzione del campo e quindi anche la costante dello strumento. Il pregio principale di questo strumento è di fare dipendere la misura della tensione dalla misura della corrente continua che circola nel filamento, ciò permette di eseguire i rilievi della tensione anche a notevole distanza senza il pericolo di incorrere in errori; un difetto del voltmetro a corrente ionica è di avere un campo di misura relativamente ristretto. Questo strumento si presta moltissimo per fare funzionare dei relais di allarme quando su una linea si manifesta una sovratensione.

I. L.

W. Kaufmann — **Misure della pressione nei cassoni degli interruttori in olio.** (A. T. M., luglio 1931, foglio 7, con 4 figure).

E' nota l'importanza che assumono nei riguardi della resistenza meccanica dei cassoni degli interruttori i fenomeni di rapida e forte elevazione della pressione che si generano nell'olio all'atto dell'apertura dell'interruttore. Una misura esatta dell'andamento di tali pressioni riesce praticamente difficile, perchè i dispositivi di misura dovrebbero poter rispondere ai seguenti requisiti: frequenza propria maggiore di 3000 periodi; insensibilità a forti campi magnetici ed elettrici, e anche a forti scosse meccaniche; possibilità che gli apparecchi vengano installati lontano dall'interruttore; apparecchi di piccola dimensione e facilmente maneggiabili. Nessuno dei metodi finora usati soddisfa a tutte queste condizioni.

Fra i metodi consigliati sono i seguenti. Per la misura della pressione massima si è fatto uso di membrane in lamina di piombo, dalla cui deformazione permanente si può dedurre la pressione che la ha deformata. Un metodo ottico si basa sull'uso di un raggio di luce che viene riflesso da una lamina d'acciaio, la quale viene deformata elasticamente della pressione da misurare. Un metodo elettrico si serve di elementi mobili in funzione della pressione i quali mettono fuori circuito elementi di resistenza, dando così modo di misurare la pressione agente. In altri dispositivi viene utilizzata la variabilità di resistenze a carbone in funzione della pressione. E' stato anche utilizzato il principio piezoelettrico, facendo uso di cristalli esposti alla pressione inseriti in circuiti amplificatori. Altri sperimentatori hanno fatto uso di condensatori inseriti in circuiti risonanti, le armature dei quali variavano di distanza in funzione della pressione.

Il metodo più opportuno sembra quello di usare di una induttanza variabile, per mezzo di una bobina a nucleo di ferro con intraferro variabile in funzione della pressione; la bobina è percorsa da corrente ad alta frequenza (da 500-5000 periodi) e le variazioni di pressione appaiono evidenti sull'oscillogramma della corrente. L'A. ha eseguito con questo metodo esperienze interessanti con esito soddisfacente.

Ri.

C. Dannatt - S. E. Goodall — **La costante dielettrica e il fattore di potenza della mica.** (J. I. E. E., Londra, aprile 1931, pag. 490-496, N. 5 figure).

Le difficoltà che si incontrano in queste misure provengono in special modo dalla resistenza di contatto degli elettrodi con il campione in prova. Tutte le misure sono state eseguite con corrente alternata a 60 periodi usando un ponte di Wheatstone di elevata sensibilità e tale da permettere la misura della capacità con l'approssimazione del 0,01 per cento e del fattore di potenza a meno di 0,00001; la costante dielettrica veniva poi calcolata in base allo spessore del campione con un'approssimazione dell'1 %. Il rivelatore di corrente era costituito da un galvanometro a vibrazione accoppiato con un amplificatore a valvole; sono state eseguite anche delle misure a 800 periodi sostituendo il galvanometro con un telefono: però l'errore nella misura del fattore di potenza era cinque volte maggiore.

Gli AA. ritengono superfluo l'uso del mercurio sugli elettrodi di contatto; ottimi risultati si ottengono con degli elettrodi di grafite che si adattano molto bene alla superficie della mica; basta soltanto pulire accuratamente la superficie di contatto con etere metilico. Occorre inoltre rendere minima la distanza fra il bordo del dischetto di grafite e l'anello di guardia circostante: questa distanza dovrebbe essere compresa fra 0,2 e 0,3 mm. Un esame comparativo eseguito con elettrodi di grafite e di mercurio ha dimostrato che il fattore di potenza della mica si presenta minore coi primi; piccole impurità contenute nel mercurio o deposte sulla superficie della mica portano a dei risultati erronei. Gli elettrodi di grafite si disegnano direttamente sulla superficie della mica a mezzo di un inchiostro speciale che contiene in sospensione delle particelle di carbone molto fini. Altre prove sono state eseguite per mettere in evidenza l'influenza della tensione applicata, della frequenza della corrente alternata e dello spessore del campione di mica ottenendo sempre dei risultati favorevoli all'adozione degli elettrodi di grafite.

Le prove pratiche sono state ripetute su campioni di mica di diversa qualità: la costante dielettrica è risultata compresa fra 5,94 e 7,22 le sue variazioni in funzione della temperatura e della tensione applicata sono molto irregolari; il fattore di potenza a 20° C è compreso fra 0,00024 e 0,0089 il suo valore cresce sensibilmente col crescere della temperatura ma in modo diverso a seconda della qualità della mica, a 130° C il fattore di potenza può essere da 6 a 30 volte maggiore che a 20° C. Le caratteristiche elettriche della mica desunte come media di numerose misure sono le seguenti:

Qualità	Fattore di potenza	Costante dielettrica
Mica rossa	0,00024	7,1
» verde	0,00078	7,05
» ambra	0,00500	6,0

Per la misura dello spessore della mica è stato costruito un micrometro di grande precisione con leva amplificatrice; particolari accorgimenti costruttivi assicurano al campione in esame una perfetta integrità. Questo micrometro ha un'approssimazione di ± 0,0006 mm.

I. L.

Ch. Bresson — **Il montaggio dei trasformatori di misura sui poli degli interruttori.** (R. G. E., 7 febbraio 1931, pagg. 227-234, con 12 figure).

E' noto l'uso dei passanti degli interruttori come elemento costituente i trasformatori di corrente ed è noto pure che il passante, pensato come condensatore, permette con la misura della corrente di capacità di risalire alla tensione della linea, sopperendo così al trasformatore di tensione. Il trasformatore di corrente montato sui poli ha una buona prestazione se la corrente primaria è molto elevata, almeno oltre 350 A; ma aumentando la tensione di esercizio e con questa il nucleo di base del polo e diminuendo la corrente, il riduttore non potendo contare che su poche ampère-spire, diventa di funzionamento imperfetto. Sul rapporto di trasformazione influiscono la lunghezza e la sezione delle connessioni, la potenza assorbita e il fattore di potenza degli apparecchi inseriti sul secondario. L'A. mostra come, a stabilire la varia influenza di questi elementi possa servire il tracciamento della curva di magnetizzazione determinabile sperimentalmente disponendo un avvolgimento sul nucleo e un voltmetro. Per apparecchiatura dai 120 ai 220 kV è praticamente impossibile fare misure al di-

sotto di 50 A, risultando troppo elevata la corrente magnetizzante; una soluzione che permette di ridurla consiste nello stabilire sul nucleo un avvolgimento alimentante un condensatore.

La misura della corrente di capacità, e quindi della tensione nella linea, richiede sempre l'uso di amplificatori che sono di diverso tipo a seconda che la tensione agli estremi del condensatore-polo è una grande o una piccola percentuale della tensione elevata. Tra i metodi da applicarsi l'A. cita l'amplificazione con triodo, quella con specchi oscillanti, e infine il metodo della risonanza. In ogni caso la precisione che si ottiene è sufficiente per le misure di tensione ed anche per le operazioni di messa in parallelo specialmente se in tal caso si mettono a confronto tensioni lette per mezzo di poli o di passanti identici.

G. Cc.

F. D. FIELDER — **Le prove ad impulso ad alta tensione e l'uso dell'oscillografo a raggi catodici.** (The El. J., marzo 1931, pag. 161-164, N. 8 figure).

Per rilevare l'andamento dei fenomeni transitori di breve durata il metodo migliore è di alimentare le piastre del tempo dell'oscillografo mediante la tensione variabile di carica di un condensatore; la taratura della scala del tempo è fatta per confronto con un'onda elettrica ad alta frequenza (misurabile direttamente mediante un ondametro). La scala del tempo è di tipo logaritmico con divisioni molto allargate all'inizio della carica e più ristrette alla fine. La taratura della deviazione del fascio dei raggi catodici si fa di solito con corrente continua cosicchè il diagramma registrato dalla lastra fotografica si presenta composto da tratti rettilinei che però non sono esattamente paralleli all'asse del tempo; questo difetto è comune a quasi tutti gli oscillografi e conduce ad un valore della costante diverso da istante ad istante e precisamente crescente dal principio alla fine del processo di carica del condensatore. Se si prescinde da questo errore del resto facilmente correggibile, l'errore massimo nella misura della tensione non supera mai il 3 %; errori più grandi possono essere prodotti dalla sovrapposizione di oscillazioni ad alta frequenza, però con un'opportuna scelta del circuito di prova questo inconveniente si può eliminare.

L'inizio della carica del condensatore deve sempre avvenire contemporaneamente all'inizio della scarica elettrica che si vuole registrare ed all'adescamento dei raggi catodici nell'oscillografo; per questo serve uno spinterometro a tre elettrodi; si valuta che tutte queste operazioni preliminari vengono compiute in circa un microsecondo. Si applica fra i due elettrodi esterni una d.d.p. inferiore a quella che sarebbe necessaria per produrre la scarica e poi si applica all'elettrodo intermedio una tensione sufficiente ad eccitare la scarica rispetto a quello più vicino, la scarica allora si propaga anche al terzo elettrodo e da questo l'onda di tensione va all'oscillografo, al generatore degli impulsi ad alta tensione ed infine alle piastrine del tempo.

I. L.

G. HAUFFE — **Sistemi trifasi asimmetrici.** (E. u. M., N. 8, 22 febbraio 1931, pag. 141-142, fig. N. 6).

Per la determinazione degli errori nella misura delle potenze reattive con determinati collegamenti degli strumenti di misura, torna opportuno scomporre il sistema trifase asimmetrico delle tensioni in un altro trifase simmetrico ed in un sistema monofase, detto sistema di distorsione. Le caratteristiche di quest'ultimo sistema si possono dedurre, come dimostra l'A., con considerazioni di carattere matematico, basate sull'impiego dei numeri immaginari.

Note queste caratteristiche si può dedurre l'errore di misura anzidetto. E' utile, allo scopo, l'impiego di opportuni diagrammi.

V. D. Ma.

MOTORI PRIMI.

M. STEFFES — **Prove di confronto di un gruppo elettrogeno a gas e di un gruppo turbo-alternatore.** (Chaleur et Ind., marzo 1931, pagg. 103-108, con 15 figure).

Allo stato attuale della tecnica il motore a gas ha una diffusione relativamente limitata. Tuttavia in alcuni casi, come ad esempio nella industria metallurgica, questo tipo di motore presenta possibilità assai considerevoli, tanto che spesso è difficile riconoscere se la convenienza economica della produzione di energia elettrica in proprio in tali officine consigli di installare dei gruppi elettrogeni con motori a gas o piuttosto dei turbo alternatori a vapore.

In generale si può dire che la spesa d'impianto del gruppo caldaie-turbina-alternatore sono inferiori alle spese d'impianto di un gruppo elettrogeno a gas di uguale potenza; però il consumo specifico di combustibile del turbo alternatore è superiore a quello del motore a gas.

Le spese di esercizio del gruppo elettrogeno a gas sono superiori a quelle del turbo alternatore; però il motore a gas presenta la possibilità di ricuperare il calore dei gas di scappamento.

In queste condizioni riesce interessante il confrontare direttamente con esattezza le caratteristiche di funzionamento di gruppi generatori effettivamente funzionanti e appartenenti all'uno o all'altro tipo. L'A. riporta i risultati di attenti rilievi eseguiti in occasione del collaudo di un gruppo elettrogeneratore a gas da 5200 kW e di un turbo alternatore di 6000 kW. Il motore a gas era provvisto di 2 caldaie di ricupero da 180 m² ciascuna di superficie con economizzatore da 88 m² e con surriscaldatore da 20 m². Il gruppo funzionando a 5000 kW ha presentato un consumo di 3200 calorie per 1 kWh ai morsetti dell'alternatore principale e 0,2 kWh ai morsetti di un turbo alternatore alimentato col vapore delle caldaie di ricupero; complessivamente quindi un consumo di 2670 calorie/kWh e un rendimento di quasi 32,3 %.

Il turbo alternatore a 3000 giri, con vapore a 18 atmosfere e 375° era alimentato da caldaie che bruciavano gas d'alto forno: il consumo di calore riferito al gas d'alto forno è risultato di 4600 calorie per kWh, e un consumo di vapore di 5,1 kg per kWh, funzionando alla potenza normale di 6000 kW.

Dal punto di vista termico il motore a gas è risultato quindi più conveniente della turbina a vapore.

Ri.

Istrumenti per la sala caldaie e la sala macchine. (Relazione della N. E. L. A., gennaio 1931, 25 pagine, con 36 figure).

Viene riferito circa le recenti tendenze degli apparecchi indicatori nelle centrali termoelettriche, riferendo anche in particolare sulle installazioni eseguite e sui risultati d'esercizio ottenuti da parecchie Società esercenti. Per i registratori di perdite nei condensatori, per quanto la loro diffusione vada crescendo, si osserva che non si dà generalmente la dovuta importanza a tale ordine di misure. Il metodo preferito per tale scopo è quello che si basa sulla verifica della conduttività elettrica dell'acqua. Sono in crescente diffusione gli apparecchi registratori per la misura della contropressione di scarico delle turbine. In alcuni casi sono installati degli apparecchi per la verifica dell'umidità nell'aria di circolazione degli alternatori con ventilazione in circuito chiuso: tali apparecchi danno una segnalazione d'allarme quando l'umidità supera un certo grado.

In parechie centrali americane sono installati degli apparecchi per la preparazione automatica dei campioni di carbone per l'analisi di esso; i dispositivi provvedono al prelevamento periodico dei campioni secondo una certa legge prestabilita ed alla macinazione di essi fino al grado di finezza opportuno. Vengono anche riportati alcuni dati circa le spese per l'installazione e la manutenzione degli apparecchi di misura e di controllo nelle centrali: come media di sei impianti da 140.000 a 150.000 kW il consumo di mano d'opera per revisione e riparazione degli apparecchi varia fra 1350 e 3900 ore, cioè da 0,010 a 0,028 ore di mano d'opera per kW installato. In generale la spesa per l'installazione degli istrumenti cresce con la potenza della macchina, ma in minor proporzione, cosichè la spesa riferita al kW installato tende a diminuire ed analogamente la spesa per manutenzione e verifiche, però la diminuzione di questo secondo ordine di spesa è minore di quelle della spesa d'impianto.

La relazione comprende anche i rapporti di dodici Società costruttrici di apparecchi, che illustrano parecchi nuovi dispositivi di recente installazione.

Ri.

RADIOTECNICA.

A. ROSTAGNI — **Schema di una possibile interpretazione delle oscillazioni elettroniche di Barkausen e Kurz.** (Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino, Vol. LXVI, 11 gennaio 1931). — **Per l'interpretazione delle oscillazioni elettroniche.** (id. id., 22 febbraio 1931).

Barkhausen e Kurz, nel 1920, cercando di determinare il grado di vuoto che si può ottenere nei triodi, osservarono che, mantenendo la placca allo stesso potenziale del filamento, e portando il potenziale di griglia a vapori positivi elevati, si ha il passaggio di una corrente diretta, nell'interno del triodo, dalla placca al filamento. Gli autori predetti attribuirono tale corrente alla esistenza, nell'interno del triodo, di oscillazioni elettroniche a frequenza elevatissima. Infatti, connettendo con la griglia e con la placca due fili di Lecher, lungo i quali è scorrevole un piccolo condensatore, si nota che, per determinate posizioni equidistanti del condensatore, la corrente di placca raggiunge dei massimi. La distanza fra due successive posizioni del condensatore misura approssimativamente la lunghezza di onda.

Numerosissimi lavori hanno seguito la scoperta di Barkhausen e Kurz (vedi ad esempio la letteratura sull'argomento, di Hollmann - Zusammenfass - Berichte - Zeit. f. Hoch, febbraio-marzo 1929, gennaio-febbraio 1930). I principali risultati sperimentali sono:

1°) La frequenza delle oscillazioni dipende dalla geometria degli elettrodi e dai potenziali applicati alla griglia e alla placca. Il potenziale di placca può essere positivo, negativo o nullo; il potenziale di griglia deve essere positivo e sempre superiore a quello di placca.

2°) Gli elettrodi del triodo debbono essere cilindrici (tutti gli autori riconoscono questa circostanza; solo Romanoff - Phys. Zeits. pagina 1770, 1927 - Shaefer e Merzkirch - Zeit. f. Phys. 166, 1930, affermano di aver ottenuto onde ultracorte con trioli ed elettrodi piani appositamente costruiti).

3°) Le lunghezze di onda ottenibili vanno da qualche cm a qualche metro.

Numerosi sono stati i tentativi di spiegare teoricamente l'esistenza, nelle condizioni citate, di onde ultracorte. Possiamo tuttavia affermare che una teoria che spieghi compiutamente i fatti sperimentali, non è stata ancora istituita.

Il Dott. Rostagni, nei due lavori citati, fa un nuovo tentativo di interpretazione dell'effetto Barkhausen e Kurz.

Consideriamo la griglia e la placca del triodo come armature di un condensatore (per semplicità l'A. suppone elettrodi piani), e supponiamo che, oltre alla differenza di potenziale costante (ricordiamo che la griglia è a potenziale positivo elevato, mentre la placca è, in

ogni caso, a potenziale inferiore) sia applicata a queste armature una tensione $V = V_0 \, e^{j\omega t}$. Tenendo conto dell'atmosfera di elettroni esistenti fra griglia e placca, per effetto dell'emissione del filamento, l'A. dimostra che, attraverso il condensatore si ha, accanto alla corrente di spostamento dielettrico $-j\,\omega\, C\, V$, una corrente elettronica, attraverso un'area S normale al campo, $j \dfrac{n\,\epsilon^2\, S}{m\, s\, \omega} V$ (dove n indica il numero degli elettroni per cm³, s la distanza fra gli elettrodi, ϵ la carica ed m la massa dell'elettrone, C la capacità per l'area S del condensatore). La prima è in anticipo, la seconda in ritardo di un quarto di periodo rispetto a V. Quindi il condensatore, con l'atmosfera di elettroni, è paragonabile ad un circuito oscillante (privo di resistenza), di capacità C e di autoinduzione $L = \dfrac{m\, s}{n\, \epsilon^2\, S}$, con la pulsazione propria:

$$\omega = \sqrt{\frac{4\,\pi\, n\, \epsilon^2}{K\, m}}$$

L'A. trova un buon accordo fra i valori di ω calcolati, e quelli ottenuti sperimentalmente con lampade Philips Z. 1.

Proseguendo l'indagine teorica l'A. riconosce, nella disposizione comunemente usata per ottenere onde ultracorte, tre sistemi periodici, l'elettrone in movimento di va e vieni sotto il campo costante applicato agli elettrodi, il condensatore griglia-placca con relativa carica spaziale, e il circuito esterno (i fili di Lecher). I tre sistemi si influenzano a vicenda. Per ogni valore del periodo proprio di uno di essi, ci deve essere una coppia di valori relativi agli altri due, in corrispondenza dei quali le oscillazioni si compiono con la massima intensità.

Nella seconda nota l'A. ricerca le eventuali condizioni sufficienti affinchè il moto individuale degli elettroni non disturbi il fenomeno oscillatorio. Tali condizioni sono:

$$\omega^2 = \frac{4\,\pi\,\epsilon^2\, n}{m}\,, \quad \tau = K\, T,$$

dove ω è la pulsazione delle onde ultracorte, τ è il tempo di andata e ritorno degli elettroni fra griglia e placca, K un intero qualunque e $T = \dfrac{2\,\pi}{\omega}$.

N. C.

M. Adam — L'eliminazione delle perturbazioni radioelettriche. (R. G. E.. 11 aprile 1931, pagg. 691-602 e 18 aprile 1931, pagg. 635-643, con 37 figure).

Questo nuovo problema della tecnica moderna attende una soluzione razionale, la sola possibile, che risalga all'origine e impedisca lo stabilirsi delle perturbazioni, visto che non è possibile di agire sul mezzo in cui avviene la trasmissione, nè sugli apparecchi riceventi. Riferendo i risultati delle esperienze eseguite nel Laboratoire central di Electricité, l'A. spassa in rivista le fonti principali di perturbazione indicando gli schemi di protezione e la loro prevedibile efficacia. Le esperienze si sono svolte sulle seguenti classi di « parassiti »: perturbazioni provocate da tubi al neon, dal funzionamento di apparecchi telefonici e di suonerie, dai contatti girevoli, dai raddrizzatori a lamine vibranti, dai generatori e dai motori, dagli ascensori, dalle linee ad alta tensione, dagli apparecchi medici (a raggi ultravioletti, diatermici, a raggi X), dai tramvai, dai telegrafi multiplex, dalle macchine frigorifiche. Esaminate le interferenze prodotte dalle stazioni trasmittenti e riceventi, l'articolo si chiude esponendo norme generali di protezione ed accennando al lato giuridico della questione.

G. Cc.

E. B. Moullin — Un condensatore cilindrico a capacità variabile ed un ondametro per lunghezze d'onda molto brevi. (J. I. E. E. Londra, aprile 1931, pag. 507-518 e discussione fino a pag. 522, N. 20 figure).

L'A. ha costruito un condensatore cilindrico ad armature interne, di capacità variabile in modo continuo entro limiti molto ristretti. L'armatura interna è montata eccentricamente rispetto a quella esterna e rispetto al proprio asse; le due eccentricità sono uguali; se ora si fa ruotare l'armatura interna si troverà una posizione nella quale il suo asse coincide con l'asse dell'armatura esterna ed un'altra posizione nella quale risulta spostato verso il bordo. La distanza delle armature può pertanto essere variata e con essa anche la capacità del condensatore. La capacità varia fra un massimo ed un minimo, il valore del minimo e quindi anche del massimo possono essere variati disponendo in parallelo uno o più condensatori in mica di piccola capacità; con queste avvertenze è stato possibile ottenere in modo continuo tutte le capacità comprese fra 28 e 72 $\mu\mu F$. La scala di questo condensatore non è uniforme, le divisioni sono allargate al principio ed alla fine e sono più ristrette nella zona mediana.

L'uso più notevole di questo condensatore è stato fatto nella determinazione delle curve di risonanza di circuiti operanti a radiofrequenza; la posizione del massimo si ottiene con grande approssimazione poichè la capacità può essere variata di piccole quantità. Il condensatore può anche essere adoperato come induttanza piccola e variabile, basta mettere in serie le due armature e farle percorrere in direzione assiale dalla corrente ad A. F.; l'induttanza si presenta autoschermata per effetto dell'armatura esterna. Un apposito diagramma permette di valutare l'induttanza dell'apparecchio per ogni posizione dell'indice sulla scala. Accoppiando il condensatore ad un'induttanza di una sola spira si ottiene un ondametro specialmente adatto per misurare delle lunghezze d'onda molto brevi comprese entro limiti ristretti, ad es. da 10 a 10,4 m, con un'approssimazione del 0,07 %.

I. L.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

A. Mazzoni — La conduttura elettrica ad alta tensione Morbegno-Voghera. (Riv. Tec. F. I., marzo 1931, pag. 93-136, fig. 37 più 4 tavole fuori testo).

La centrale ferroviaria di Morbegno è stata collegata alla rete primaria F. S. Ligure-Piemontese con una linea a due terne, 60 kV, 16 2/3 periodi, predisposta nel tratto Rogoredo-Voghera per funzionamento a 130 kV. Quando la tensione verrà portata a questo valore, l'attraversamento del Po, ora compiuto sostenendo la linea con mensole e pali tubolari fissati al ponte della ferrovia, verrà effettuato con un'unica campata di 1000 metri. La linea è per la maggior parte in rame, ma a scopo sperimentale alcuni tronchi sono stati costruiti con corda d'alluminio-acciaio o con corde di aldrey ed altre leghe d'alluminio.

L'articolo sviluppa i calcoli meccanici per i conduttori alluminio-acciaio e per i pali, dà particolari costruttivi di molti elementi dell'impianto, illustra lo svolgimento dei lavori e termina con un'analisi dettagliata del costo nei vari tronchi.

S. S.

A. H. Kehoe - Basset Jones — Reti verticali di distribuzione di corrente alternata. (Elec. Eng., aprile 1931, pag. 292-295, 1 figura).

La costruzione di edifici alti qualche centinaio di metri ha portato come conseguenza una enorme concentrazione dei carichi elettrici per unità di area coperta. Al 1 gennaio 1931 vi erano a Manhattan (New York) 10 edifici che davano un carico totale di 31.700 kW, e ne erano in costruzione altri 10 che daranno un carico di 14.300 kW, mentre ne sono in progetto altri 5 per 30.000 kW di carico. In questi casi si è ormai riconosciuta la convenienza economica di distribuire l'energia mediante reti a bassa tensione alimentate da trasformatori collocati a diversi piani nell'edificio e alimentati a loro volta con linee ad alta tensione: si sviluppa così in senso verticale una rete analoga a quelle ordinariamente svolte in senso orizzontale per il servizio di zone abitate.

L'alta tensione (13.800 V) viene adotta ai trasformatori mediante cavi installati in condotti appositamente lasciati durante la costruzione; i trasformatori sono pure installati in speciali locali previsti per questo scopo. Ne nascono complicate relazioni di proprietà fra la Soc. distributrice e i proprietari dell'edificio. Gli AA. danno alcune notizie sulla particolarità di queste reti di distribuzione e raccolgono in una tabella prospettica i dati relativi agli impianti di parecchi grandi edifici da 12 a 85 piani.

R. S. N.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Ch. Kerr — Potenza motrice per linee elettriche suburbane. (Elec. Eng., giugno 1931, pagg. 438-439).

Le linee tramviarie vanno assumendo una importanza sempre maggiore per il traffico suburbano delle grandi città. Come è noto tale traffico presenta l'inconveniente di forti cuspidi ciò che rende necessario disporre di materiale rotabile in molto maggiore quantità di quello che basterebbe pel traffico base: il percorso annuo medio delle vetture riesce molto basso. La elettrificazione si presenta molto opportuna per queste linee.

Attualmente nelle elettrificazioni suburbane si tengono accelerazioni non superiori a 1,6 fino a 2,5 km all'ora per secondo, e velocità massime di circa 110 km/h; per andare a velocità maggiori, dell'ordine di 140 km/h si andrebbe incontro a spese eccessive. Il percorso medio delle vetture nelle linee suburbane americane considerate dall'A. è di circa 55.000 km; spesso avviene che le spese fisse di una Società superano (riferite a una vettura-chilometro) la somma delle spese per energia, manutenzione e personale. L'adozione della trazione elettrica permette di ridurre le spese di esercizio e ciò per tre ragioni.

La vettura più economica è quella di maggior capacità di posti, perchè il costo, il peso, e la potenza riferiti ad un posto a sedere, diminuiscono col crescere della capacità della vettura. L'obbiezione di una minore elasticità di servizio non è praticamente molto grave e il piccolo maggior consumo di potenza che si verifica con vetture grandi durante le ore di poco traffico è più che compensato dalla riduzione delle spese fisse. Notevole è la tendenza a diminuire il peso delle vetture coll'uso di leghe leggere. Secondo l'A. la riduzione di 1 kg nel peso permette una economia da 5 a 6 centesimi di dollaro all'anno, data una percorrenza media di 55.000 km/anno. Supposto che le spese fisse rappresentino il 10 %, risulta ancora conveniente investire una maggior capitale di 50 a 60 centesimi di dollaro allo scopo di risparmiare 1 kg nel peso delle vetture.

Coi motori elettrici è possibile installare, per ogni asse, la massima potenza praticamente utilizzabile. Non risulta economico adoperare la maggior potenza disponibile coll'attrezzatura elettrica per elevare la velocità di marcia la quale cresce assai meno rapidamente della potenza installata. Riesce invece molto più conveniente sfruttare la maggior potenza disponibile allo scopo di trainare rimorchi, riducendo così il consumo di energia, la manutenzione e le spese fisse. Durante

i periodi di poco traffico le automotrici saranno sufficienti da sole; in tale periodo il costo dell'energia è basso e quindi ogni aumento di traffico che si possa ottenere grazie al miglior servizio risulta un guadagno netto.

Ad esempio un treno di 10 automotrici potrà tutt'al più guadagnare su una corsa il 3,3 % del tempo rispetto a un treno di sei automotrici e quattro rimorchi, e per poter raggiungere tale effetto si impegna una maggior potenza installata del 59 %; le spese fisse, quelle per il consumo di energia e la manutenzione risultano aumentate del 22 % per il risultato di far guadagnare in media a ogni passeggero circa un solo minuto.

Riassumendo il modo più economico di servire il traffico suburbano con tranvie elettrificate si ottiene: 1) usando vetture della maggior capacità possibile; 2) diminuendo il peso delle vetture; 3) facendo uso esclusivamente di automotrici nei periodi di traffico limitato e introducendo i rimorchi su larga scala durante le punte del traffico.

Nelle linee suburbane di grande traffico dove le distanze fra le fermate siano da 4 a 10 chilometri, può riuscire economico l'uso di locomotive elettriche per trainare i treni diretti più pesanti. *R. S. N.*

T. KÖFFLINGER — **Il motore da trazione a corrente continua con tensioni ondulate.** (R. G. E., 17 gennaio 1931, pagg. 105-112, con 7 figure).

La presenza di ondulazioni nella tensione continua, quale si ottiene dalla conversione, dà luogo ad una serie di disturbi nei motori; disturbi che affettano particolarmente la commutazione e che si manifestano con maggior intensità allorchè si fa uso di raddrizzatori a vapori di mercurio dato il carattere nettamente periodico delle perturbazioni. L'ammortizzamento del flusso ondulato può farsi con avvolgimenti speciali in corto circuito attorno alla carcassa dello statore; nella maggior parte dei casi converrebbe mettere direttamente gli avvolgimenti induttori in corto circuito con l'intermediario di una resistenza induttiva. L'A. mostra come potrebbe calcolarsi la resistenza necessaria, ma ne consiglia l'uso dapprima a scopo sperimentale poichè allo stato attuale si dispone di una serie troppo incerta di risultati pratici per potersi pronunciare con sicurezza sull'efficacia del dispositivo.

L'insensibilità del motore alle ondulazioni si può per intanto ricercare facendo avvolgimenti induttori a elevato numero di spire e usando spazzole a grande superfici di contatto. Ciò concorrerebbe anche a migliorare la commutazione, ma richiede naturalmente una maggior quantità di materiale (anche i poli ausiliari devono essere allargati) e un costo più elevato specialmente se si impiegano lame sottili nel collettore. Non è dunque sempre conveniente il voler utilizzare al massimo il materiale nel motore da trazione. Un leggero aumento di peso e di costo può renderlo immune dalle conseguenze delle ondulazioni. Le resistenze connesse in parallelo o, ciò che è lo stesso, i dispositivi di corto circuito hanno un'efficacia ammortitrice anche superiore a quella che si ottiene usando un grande numero di spire induttrici poichè alle grandi velocità tale disposizione rimane pressochè senza effetto. *G. Cc.*

D. I. TORRENTS — **Tramvie e Autobus.** (Rev. Electr., aprile 1931, pagg. 117-120, con una figura).

Fino a pochi anni or sono le tramvie elettriche costituivano pressochè l'unico mezzo di trasporto collettivo nelle città; le Compagnie esercenti si preoccupavano soltanto di migliorare il materiale allo scopo di aumentare il rendimento e di esercire le linee con la velocità più economica, ma trascuravano spesso di considerare il viaggiatore, un cliente che bisognava conservare accontentandolo.

L'autobus, che inizialmente presentava una quantità di inconvenienti, è stato rapidamente perfezionato ed è arrivato a costituire un concorrente molto serio delle tramvie non soltanto per la maggiore velocità, ma anche per le maggiori comodità offerte al passeggero. Ciò però ha indotto a nuovi sforzi per valorizzare le tramvie, sfruttandone le caratteristiche pregevoli, specialmente quella della maggior capacità di trasporto e del maggior coefficiente d'esercizio.

La tendenza attuale, specialmente in America, è quella di costruire vetture tramviarie sempre più veloci e fornite di motori sempre più potenti. L'aumento di velocità porta con sè parecchi problemi: aumento dell'accelerazione, pur senza produrre disagi ai passeggeri; riduzione dei rumori negli ingranaggi, ecc.

In America si dà sempre più importanza anche alla costruzione del materiale mobile sotto l'aspetto delle comodità offerte al passeggero. Anche le installazioni fisse e l'armamento delle linee tramviarie deve essere molto curato, perchè, se esso è in cattivo stato, vengono senz'altro annullati gli effetti di tutti i miglioramenti che possono essere stati introdotti nel materiale mobile. Non si può dire tuttavia che sia stato ancora trovato un tipo definitivo di armamento che risponda a tutte le esigenze. L'A. ritiene che ancora attualmente le linee tranviarie costituiscano la spina dorsale dei trasporti urbani e che tali resteranno per molto tempo ancora, se le Compagnie esercenti cureranno opportunamente di seguire i progressi della tecnica costruttiva del materiale mobile. *Ri.*

I soci che non partecipano alle Riunioni annuali devono acquistare il volume dei Rendiconti per farsi un'idea completa della importanza della attività tecnica dell' A. E. I.

CRONACA

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

Una nuova applicazione della *lampada a luminescenza con griglia* è stata fatta per *comandare un regolatore di tensione reostatico* applicabile ad un alternatore da 900 periodi/sec di piccola potenza; il consumo del regolatore è risultato di 3 watt (*The El. J.*, aprile 1931, pagg. 207-208, n. 2 figure). La lampada a luminescenza con griglia si adesca soltanto quando la tensione di griglia supera un certo valore, la corrente di scarica che si produce nella lampada può servire per fare spostare l'indice del reostato di regolazione in modo da riportare la tensione dell'alternatore sempre allo stesso valore; un reostato potenziometrico inserito ai morsetti dell'alternatore permette di ridurre il valore della tensione di questo al valore adatto per essere applicato alla griglia. Per interrompere la scarica nella lampada quando la frequenza della corrente alternata è di 900 periodi/sec bisognerebbe ridurre la tensione applicata alla valvola ad un valore molto basso tale da deionizzare il gas ivi contenuto; in pratica si inserisce nel circuito di alimentazione della valvola un interruttore periodico che automaticamente interrompe la corrente di scarica in ragione di quattro volte al secondo. Speciali dispositivi di smorzamento impediscono le eventuali oscillazioni del relais di comando del reostato e ne limitano la corsa al tratto utile. *I. L.*

APPLICAZIONI AGRICOLE.

Un confronto fra il costo dell'aratura elettrica e quello dell'aratura con trattrice a scoppio è svolto in *Sprazzi e Bagliori* del febbraio 1930. Colla prima la spesa complessiva per ettaro ammonterebbe a L. 177 contro L. 186 colla seconda, però si osserva che il minor prezzo dell'aratura elettrica è solo conseguibile per arature su appezzamenti di terreno sufficientemente esteso, così che è difficile che anche in avvenire l'elettroaratura possa muovere una reale concorrenza ai trattori a scoppio. D'altra parte non è dubbio che un più largo avvenire possa essere riservato all'elettroaratura col progressivo sviluppo della produzione agraria italiana. *Sca.*

Dal *Monitore Tecnico* del marzo 1931 si rileva che nelle regioni meridionali sono oggi in funzionamento 2004 elettropompe per irrigazione che servono un'estensione di quasi 6500 ettari. L'utilizzazione media per ogni impianto è di circa 520 ore all'anno. La quantità di acqua sollevata e distribuita nell'ultima stagione si può calcolare intorno ai 30 milioni di metri cubi. Le prevalenze sono in genere limitate fra i 5 e i 20 metri, arrivando anche a 30 e 40 m nel Salento. Le portate sono fra i 3 e i 40 litri al minuto secondo sul versante adriatico e fra i 5 e gli 80 sul tirrenico. L'acqua è impiegata soprattutto per culture d'ortaggi, nel Benevento anche per il tabacco, in Puglia per i vigneti. In questi ultimi anni si è cominciato per le foraggere, ottenendosi dai 6 agli 8 tagli di media. *Sca.*

GENERATORI E MOTORI SINCRONI.

L'applicazione dei *motori sincroni sulle navi risale al* 1921; solo nella marina degli Stati Uniti si contano attualmente 29 navi con propulsione a motore sincrono per una potenza complessiva di 200.000 kW (*The El. J.*, aprile 1931, pagg. 223-225, n. 7 figure). Il motore sincrono dà un elevato rendimento ed assorbe l'energia necessaria per il suo funzionamento con un fattore di potenza unitario, inoltre ha un peso minore ed è più facile da comandare dei motori asincroni di eguale potenza e col rotor avvolto. I motori sincroni sono sempre di tipo lento perchè vanno calettati direttamente sull'albero dell'elica; speciali cure si devono avere per la ventilazione perchè i motori sono sistemati in locali chiusi e ristretti. L'alternatore ed il motore sono collegati fra di loro mediante linee di breve lunghezza e quindi ogni variazione di carico sul motore si ripercuote integralmente sull'alternatore; per evitare che il motore possa perdere il passo, specialmente quando il mare è burrascoso, la sua coppia massima è stata prevista del 40 % maggiore di quella a carico normale. L'inversione di marcia si ottiene con le seguenti operazioni da eseguirsi successivamente: si riduce la velocità della turbina al 25 %; si apre l'eccitazione del motore e del generatore; si scambiano gli attacchi del motore; si richiude il circuito di eccitazione del generatore; si avvia il motore come asincrono; si dà l'eccitazione al motore appena ha raggiunto la velocità di sincronismo; si riporta la velocità della turbina al suo valore normale. La carcassa di questi motori è attualmente costruita in acciaio laminato e in generale nella costruzione si prendono tutte quelle precauzioni atte a garantire la massima resistenza meccanica al macchinario in vista delle imprevedibili sollecitazioni meccaniche a cui può andare soggetto quando il mare è in burrasca. *I. L.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

H. Koch descrive in *Die Lichttechnik* del 30 novembre 1930 *Il nuovo impianto d'illuminazione dell'Opera di Vienna.* L'alimentazione è fatta a traverso un gruppo convertitore che trasforma in corrente continua a 110 V la corrente trifase della rete di distribuzione;

l'installazione comporta inoltre una batteria di accumulatori. Fra gli apparecchi d'illuminazione del palcoscenico è da notare, fra l'altro, un sistema (unico al mondo) di lampade a vapore di mercurio (destinate alla illuminazione dei due orizzonti circolari) la cui luce, attraverso filtri appropriati, assume la tinta azzurro-bleu del cielo.

Norme sulla illuminazione delle automobili sono pubblicate in *Tr. Ill. Eng. S.*, novembre 1930, pag. 835. Esse sono state preparate dai Comitati per la standardizzazione delle Società degli Ingegneri illuminotecnici e degli Ingegneri dell'automobile e comprendono le Norme relative alle prove di laboratorio, concernenti la determinazione delle caratteristiche ottiche dei proiettori, dei fanali di coda e delle lampade di segnalazione delle automobili. *G. Co.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

La Rivista *Die Lokomotive* di Vienna nel suo fascicolo di febbraio 1931, descrive i *nuovi locomotori elettrici tipo 2-B-B-2 delle Ferrovie del Reich germanico* che sono destinati al traffico celere viaggiatori. Le caratteristiche principali di questi locomotori sono le seguenti: diametro delle ruote motrici 1400 mm; diametro delle ruote portanti 850 mm; interasse dei carrelli 1850 mm; interasse delle ruote accoppiate 6800 mm; interasse totale 13.600; lunghezza fra i repulsori 17.210 mm; peso della parte meccanica 72 tonn; peso totale 140 tonn; peso massimo per asse 19,5 tonn; potenza oraria 1700 kW; potenza continua 1450 kW; sforzo di trazione all'avviamento 20.000 kg; velocità massima 90 km/ora; sforzo di trazione continuato 9500/5600 kg; velocità relativa 54/90 km/ora; sforzo di trazione oraria 12.400 kg; velocità relativa 50 km/ora.

Questi locomotori possono, sull'ascesa del 10 per mille portare un treno di 500 tonnellate in due minuti ad una velocità di 50 km/ora. Il secondo ed il terzo asse accoppiato hanno i bordini delle ruote ridotti di 10 mm e la lunghezza guidata risulta di 11.700 m.

La corrente è monofase a 15.000 volt, 16 2/3 periodi ed i trasformatori hanno la potenza massima di 2050 kVA. *Sca.*

Da una serie di interessanti esperimenti sui modelli di locomotori ed automotrici, fatti dalla Westinghouse, si è potuto constatare che *notevoli vantaggi possono essere ottenuti sviluppando la sagoma del materiale mobile secondo i principii dell'aerodinamica*, come si fa attualmente colle automobili da corsa, coi dirigibili, ecc.

Nel caso delle automotrici leggere, ed anche dei locomotori pesanti purchè veloci, la resistenza dell'aria rappresenta sempre una parte importante della totale resistenza del treno al moto. Costruendo la carrozzeria secondo le linee aerodinamiche, si diminuisce notevolmente detta resistenza e si aumenta quindi la velocità del treno. Siccome la potenza è proporzionale al terzo grado della velocità, è chiaro che si può ottenere in questo modo una forte riduzione della potenza dei motori per gli stessi valori della velocità.

Diamo alcuni risultati degli studi ed esperimenti fatti in questi ultimi mesi: 1°) nel caso di un locomotore pesante con due vetture, la sagoma aerodinamica permette di ridurre la potenza del 13 % alla velocità di circa 55 km/ora e del 32 % a 120 km/ora; 2°) nel caso di automotrici leggere per servizi interurbani, il risparmio è del 30 % alla velocità di 55 km/ora e del 51 % a 130 km/ora.

:: :: NOTE LEGALI :: ::

Sulla tassa di licenza per apparecchi radiofonici.

La Corte di Cassazione del Regno, in sede penale, con sua sentenza in data 3 dicembre 1930, confermando una sentenza di Tribunale, ha deciso che « l'utente di un apparecchio radiofonico che, senza aver « dato la disdetta dall'abbonamento nel termine di Legge, non paghi la « tassa di licenza incorre nella contravvenzione prevista e punita dal« l'art. 21 R. D. 23 ottobre 1925, sul servizio di radioaudizioni circo« lari, ancorchè l'apparecchio sia in parte incompleto ed inservibile ». (Mon. Tribunali, p. 720, 5 settembre 1931).

La Corte Suprema ha così giustamente interpretato la Legge rilevando come, in base alle disposizioni del R. D. 23 ottobre 1925, gli utenti degli apparecchi di radioaudizioni sono tenuti al pagamento della tassa di licenza finchè in qualsiasi modo essi detengano un apparecchio anche se sia diventato inservibile, poichè l'abbonato ha un modo semplicissimo per esimersi dall'obbligo del pagamento della tassa e cioè dare la tempestiva disdetta scritta alla Società Concessionaria almeno un mese prima della scadenza dell'abbonamento.

Prescrive infatti la Legge che l'abbonamento s'intende fatto per un anno con rinnovazione tacita salvo disdetta scritta da darsi alla Società Concessionaria almeno un mese prima della scadenza (vedi art. 7 R. D. 23 ottobre 1925). Naturalmente la disdetta non basta ed occorre eliminare tanto l'arco, quanto le linee interne necessarie per il funzionamento dell'apparecchio, ciò prescrive l'art. 20 del sopracitato decreto il quale dispone che la presenza dell'aereo, o di dispositivi e connessioni atti a costituire l'aereo stesso, o, anche la presenza di linee interne necessarie per il funzionamento degli apparecchi radioelettrici, costituisce prova sufficiente per l'uso di detti apparecchi.

Sappiano perciò i Signori Utenti che non basta smontare l'apparecchio ed eliminare ogni e qualsiasi impianto per ritenersi esentati dal pagamento delle relative tasse, e che occorre perciò una disdetta da darsi almeno prima della fine di novembre.

Ancora sui contratti di fornitura di energia in caso di fallimento dell'utente.

Già in altre occasioni ho intrattenuto i Lettori della Rivista su questo argomento (vedi pag. 232 del Giornale, anno 1931) ed ho conchiuso distinguendo il caso sotto due particolari punti di vista.

Nel primo caso: quando nel contratto continuativo non vi sia la clausola del consumo minimo; in tale ipotesi il risarcimento dei danni non può riguardare che le somme e i danni dovuti anteriormente al fallimento.

Nel secondo caso invece, che è quello dei contratti continuativi colla clausola di consumo minimo, ho fatto osservare come, secondo la Giurisprudenza predominante, il danno per l'anticipata risoluzione del contratto debba concretarsi nel pagamento dei minimi di consumo garantiti per tutta la durata del contratto stesso.

Per contro la Corte d'Appello di Milano non si è mostrata di questo parere. Infatti con una sua sentenza abbastanza recente, in data 23 marzo 1931, e riportata sulla Rivista di Diritto Commerciale, dell'agosto di quest'anno, ha affermato che nei contratti di fornitura di energia elettrica, colla clausola di consumo minimo, il fornitore di energia elettrica non ha diritto di insinuarsi al passivo del fallimento per la somma corrispondente alle quote mensili che gli sarebbero spettate anche in caso di mancato consumo per il tempo posteriore alla dichiarazione di fallimento e fino al termine contrattuale, e che non ha neppur diritto di insinuarsi per la somma medesima a titolo di risarcimento danni per l'anticipata risoluzione del contratto, salvo che si fosse verificata prima della dichiarazione di fallimento una causa di risoluzione del contratto e che avesse a tal fine proposta l'azione.

In un breve commento a tale sentenza la Rivista di Diritto Commerciale, scrive che la Giurisprudenza si afferma sempre più in questo senso, anche nei rapporti dei contratti di fornitura di energia elettrica.

Ora ci permettiamo di far rilevare come la Giurisprudenza che si afferma sempre più in questo senso è solamente la Giurisprudenza della Corte d'Appello di Milano, la quale, se colla sua sentenza in data 14 marzo 1930 (Mon. dei Tribunali 1930, pag. 375) aveva però mitigato questa sua decisione coll'affermare che la domanda di danni era ammissibile anche dopo il fallimento, per l'inadempimento da parte del fallito, anteriore alla data di cessazione dei pagamenti, di poi, colla sua sentenza 28 novembre 1930 e coll'altra sopracitata 23 marzo 1931, in cui è preso particolarmente in esame un contratto colla clausola di consumo minimo, non solo ha persistito nella sua precedente giurisprudenza, ma ha anche negato la proponibilità della domanda di danni, se prima del fallimento non vi fosse stata una vera e propria domanda giudiziale.

Per contro però di questo parere non si è dimostrata la Corte d'Appello di Torino la quale colla sua sentenza 12 luglio 1929 ha riconosciute giuste le domande delle Società Venditrici di energia ed ha ritenuto che il fornitore di energia aveva diritto di insinuarsi al passivo per i minimi garantiti per tutta la durata del contratto.

Tale tesi è stata accettata dal Tribunale di Ancona colla sua sentenza 15 luglio 1930 e così dal Tribunale di Genova con sentenza 4 marzo 1931 ed a tale concetto si sono pure uniformati altri Tribunali, come quello di Biella, di Vicenza, ecc.

Più recentemente ancora la Corte d'Appello di Bologna con altra sua sentenza in data 27 marzo 1931 seguendo la tesi della Corte di Torino, considerando che il credito derivante dalla clausola di consumo minimo si costituisce sin dall'inizio del contratto e che perciò l'obbligazione che da essa ne deriva è già precostituita nel patrimonio dell'utente assai prima della dichiarazione di fallimento ha deciso che la massa non può esimersi dall'assumere tale obbligazione.

Perciò la Corte di Bologna, pur affermando che il riconoscimento del credito delle Società Venditrici di energia in base ai consumi minimi al momento del fallimento, non è la risultanza di un danno, bensì la risultanza di un obbligo già esistente nel patrimonio del fallito, ha accolto i desiderata dei produttori di energia.

E giustamente la Corte ha citato l'art. 701 del Codice di Comm. il quale prescrive che i debiti a scadenza obbligatoria a carico del fallito e quelli la scadenza dei quali è rimessa alla di lui volontà, si intendono scaduti per effetto della dichiarazione di fallimento.

Ora nel nostro caso non si tratta di credito *futuro*, ma bensì di credito che si costituisce al momento del contratto con pagamento *futuro*.

Ragionamento questo che persuade assai più di quello della Corte di Milano, che parla, in tema di minimi, di credito che maturerà mese per mese e che è eventuale, futuro e dipendente dalle constatazioni mensili da praticarsi agli apparecchi misuratori, il che non è esatto.

Ha aggiunto la Corte di Bologna che impropriamente si parla di risoluzione fallimentare perchè il fallimento non risolve i contratti bilaterali in corso, ma solo li sospende, per cui non si può parlare di pagamento di minimi a titolo di danni, ma bensì di pagamenti dovuti per esercizio di contratto.

Non è perciò del tutto esatto quanto ha affermato il Commentatore della sentenza 23 marzo 1931 sulla Rivista di Diritto Commerciale, poichè partendo, come abbiamo visto, dal concetto che il de-

bito in base alla clausola del consumo minimo sorge al momento della stipulazione del contratto ed è perciò onere che la massa trova già costituito nel patrimonio del debitore al momento del fallimento, vediamo come la Giurisprudenza delle nostre Corti si vada sempre più orientando verso il concetto di riconoscere la legittimità delle domande delle Società Produttrici di energia, di essere cioè insinuate al passivo del fallimento per le somme dovute in base al canone di consumo minimo ancora da pagarsi al momento della dichiarazione di fallimento, e per tutta la durata del contratto.

Confidiamo ora che la Corte di Cassazione chiamata a giudicare su questo conflitto di opinioni tra le Corti Regionali, voglia uniformare il suo giudicato alle decisioni delle Corti di Torino e di Bologna, che, a nostro modesto parere, ci sembrano più conformi alle norme del Diritto e della Equità.

AVV. LEONE PESCI.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO.

Discussione sull'argomento: "La stabilità dei grandi sistemi di trasmissione e problemi connessi".

Riunione del 12 giugno 1931 - IX.

Prendendo occasione dalla comunicazione dell'Ing. Emilio Santuari, tenuta alla Sezione di Milano il 23 maggio 1930, dal titolo «Alcune considerazioni sui sincroni e sugli asincroni» e pubblicata, per quello che riguarda le macchine sincrone, sui numeri 12-16 (25 aprile-5 giugno 1931-IX) del Giornale *L'Elettrotecnica,* per il 12 giugno è stata indetta una discussione sull'argomento: «La stabilità dei grandi sistemi di trasmissione e problemi connessi».

Il *Presidente,* Ing. *Norsa,* richiama i punti principali che si collegano col suddetto argomento ed invita l'Ing. Santuari a riassumere intanto alcuni di essi per poi iniziare la discussione.

L'Ing. *Santuari* illustra i seguenti punti della sua memoria:

«Funzionamento in regime fortemente sottoeccitato su lunghe linee a vuoto».

«Effetto del funzionamento a due frequenze».

«Influenza della reattanza e della capacità».

«Influenza della corrente a vuoto dei trasformatori sulla stabilità».

Il Prof. *Rebora* ricorda gli elementi che determinano la capacità di una linea:

Il carico capacitivo presentato dalle lunghe linee di trasmissione dipende essenzialmente dalla tensione e dalla lunghezza della linea.

Il valore infatti della capacità per km di una terna è pressochè costante o poco variabile da caso a caso. Come ordine di grandezza si deve ritenere presente una capacità per filo di $0{,}9 \div 1$ microfarad per ogni 100 km di linea. La corrente i_c di capacità a 50 periodi è $i_c = \frac{1{,}65 \times kV \times km}{1000}$, cioè $0{,}165 \times kV$ ogni 100 km. La potenza capacitiva presentata dalla linea a 50 periodi è espressa all'incirca da:

$$kVA = \frac{\overset{2}{kV} \times km}{350}$$

formula di massima, utile quando non si conoscano gli elementi precisi delle installazioni:

kVA = carico reattivo dell'alternatore che mette in tensione la linea
kV = tensione tra due fili di linea (kV)
km = lunghezza della linea in km.

Le formule precise sono invece:

La corrente di carica: $i_c = \frac{2\pi f C V}{10^6}$:

V = tensione di fase in volt
C = capacità in microfarad per filo.

Per $C = 0{,}9$

$$kV = \frac{1{,}73\ V}{10^3}$$
$$f = 50$$

si ha appunto $i_c = 0{,}165 \times kV$ ogni 100 km e la potenza in kVA risulta: $\frac{0{,}165 \times \overset{2}{kV} \times km \times 1{,}73}{1000} = \frac{\overset{2}{kV} \times km}{350}$.

Il Prof. Rebora accenna poi ai punti caratteristici, sui quali si basa la stabilità di un generatore trifase, che alimenta una lunga linea di trasmissione ad alta tensione: essi si possono ridurre ai seguenti:

a) Reazione di statore (espressa in ampere di rotore).
b) Reattanza di statore (reattanza di dispersione per fase).
c) Tensione di funzionamento.
d) Caratteristiche a vuoto.

La reazione di statore è espressa da:

$$A_r = \frac{C \cdot n \cdot q \cdot i \cdot k_3}{N}$$

dove

A_r = Reazione di statore espressa in ampere di rotore (per polo)
n = Numero dei fili per canale di statore
q = Numero dei canali per polo e fase
i = Corrente in ampere efficaci in un conduttore di statore
N = Numero di spire di un polo rotore
k_3 = Fattore di accorciamento (dovuto al passo più o meno accorciato dell'avvolgimento in oggetto).

Per il passo intero: $k_3 = 1$ (Vedi Rebora: Avvolgimenti trifasi - *L'Elettrotecnica,* 5 febbraio 1931).

C = Coeff. variabile: 1,06 circa per poli sporgenti
1,2 » » rotori lisci (tipo turbo).

La reattanza di statore o reattanza di dispersione per fase si indica con X e si intende *misurata* o *calcolata* senza rotore.

La condizione limite è facilmente determinabile, come segue: La f.e.m. indotta sia E. A carico capacitivo si ha in via approssimata per un generatore:

$$E = V - X i \sqrt{3}$$

Si cercano sulla caratteristica a vuoto gli ampere A di eccitazione corrispondenti alla f.e.m. E.

La condizione $A = A_r$ indica senz'altro che la vera eccitazione (corrente nel rotore) è *zero* e che la macchina è eccitata completamente dalla reazione.

Naturalmente tale condizione è un *limite,* poichè non si possiede più alcun elemento di regolazione, essendo la eccitazione nulla.

Per poter funzionare (zona stabile), occorrerà dunque funzionare con corrente di linea minore. Per lo sviluppo di calcolo e la dimostrazione del procedimento, vedi Rebora: Calcolo delle Macchine Elettriche e *L'Elettrotecnica* del 15 luglio 1931: La Reattanza delle Macchine sincrone. Si può così con una costruzione vettoriale, semplice, definire in ogni condizione i limiti di funzionamento della macchina.

Il Prof. Rebora passa poi a trattare del funzionamento delle macchine a due frequenze (42 e 50 periodi).

Tre sono gli schemi usati per macchine a due frequenze. Gli alternatori hanno sempre collegamento a stella.

1) Nessuna modificazione alle connessioni di statore. La caratteristica a vuoto si eleva proporzionalmente ai giri. La caratteristica di corto circuito resta la stessa a 42 e 50 periodi.

2) Avvolgimento completo per 42 periodi. Esclusione di un certo numero di spire di statore per il funzionamento a 50 periodi, solitamente in modo che i conduttori attivi variino circa in rapporto delle frequenze. Una morsetteria predisposta permette la variazione delle connessioni in modo più o meno semplice. In pratica occorre sempre un certo numero di ore per poter passare dall'una all'altra sistemazione. Colla proporzione sopraindicata le caratteristiche a vuoto praticamente coincidono. La caratteristica in corto circuito a 50 periodi è elevata dal 10 % in più.

3) Collegamento a stella per 42 periodi. Collegamento a zig-zag per 50 periodi.

Questa soluzione è possibile, quando ciascuna fase dell'avvolgimento si presta ad essere divisa in due parti eguali egualmente distribuite sotto i poli. Gli avvolgimenti del tipo corrente continua a due zone per canale consentono tale schema (vedi Rebora: Avvolgimenti trifasi ne *L'Elettrotecnica,* 5 febbraio 1931).

Con questa soluzione la caratteristica a vuoto rimane praticamente la stessa e quella di corto circuito varia di assai poco. La curva di corto circuito a 50 periodi riesce del 10 % circa più elevata in confronto di quella a 42 periodi.

In ogni caso, nota la caratteristica a 42 periodi, si calcola quella a 50 tenendo conto del nuovo tipo di avvolgimento realizzato.

Il Prof. Rebora desidererebbe infine avere notizie sulla regolazione della frequenza nelle centrali estere.

L'Ing. *Santuari* risponde a quest'ultima domanda.

Il *Presidente* dà alcuni chiarimenti su quanto gli risulta per la regolazione della frequenza nelle centrali americane.

L'Ing. *E. Vannotti* illustra i diversi fattori d'indole tecnica ed economica che concorrono a fissare la frequenza di un sistema e a renderne possibile la regolarità e mette in chiaro le difficoltà che praticamente si incontrano.

Il Prof. *Rebora* poi prosegue nella sua discussione accennando ai fasometri.

Ricorda che i fasometri ordinariamente installati nelle centrali si dimostrano poco esatti ed il personale concede ad essi scarsa fiducia.

L'Ing. *Santuari,* d'accordo in ciò, propende per la indicazione separata della potenza attiva e reattiva, da cui si può ricavare il fattore di potenza.

Il Prof. *Rebora* aderisce a tale conclusione, però osserva che, agli effetti della condotta della centrale, il personale si regola più spesso sui wattometri indicatori o sulla posizione d'apertura dei regolatori delle turbine e sulle indicazioni degli ampermetri di macchina tanto per ripartire il carico tra le unità quanto per dedurre il fattore di potenza della centrale.

Infine espone alcune considerazioni sull'eccitazione, indicando che vi è convenienza ad adottare l'eccitazione secondaria.

L'Ing. *Santuari* conferma e, in seguito ad un accenno fatto nel corso della discussione dal Prof. Rebora, fa osservare che non esiste praticamente nessun motivo d'instabilità di funzionamento per la eccitazione ausiliaria, dovendo essa dare una tensione praticamente costante. Nei casi speciali poi, (v. capitolo 2 *d* della memoria originale), nei quali la eccitatrice ausiliaria è prevista per funzionamento a tensione fortemente variabile allo scopo di ridurre al minimo le dimensioni dell'organo per la regolazione automatica del campo, essa è provvista di avvolgimento ad eccitazione composta, che di per se stesso, le assicura automaticamente una marcia assolutamente stabile.

L'impiego della eccitatrice ausiliaria, oltre ad offrire i diversi vantaggi enumerati nella memoria, elimina perciò anche qualsiasi motivo di instabilità di funzionamento.

L'Ing. *Bosisio* prende la parola a proposito degli indicatori di $\cos\varphi$: alle osservazioni del Prof. Rebora, circa la poca attendibilità delle indicazioni dei fasometri, crede opportuno far seguire qualche chiarimento.

Il fasometro è uno strumento, nel quale l'equipaggio mobile, privo di molla antagonista, assume quella posizione in cui si annulla la risultante delle azioni elettriche agenti su di esso. Per l'esattezza dello strumento è necessario che la coppia direttrice, dovuta alle azioni elettriche, risulti grande rispetto alle altre coppie agenti sull'equipaggio mobile, dovute alle molline porta corrente, ad eventuali squilibri meccanici ed agli attriti. Le indicazioni del fasometro risultano perciò tanto meno attendibili, quanto minore è la corrente nel circuito sul quale esso è inserito. In molti fasometri indicatori di tipo antiquato o di costruzione non molto accurata, si hanno già errori grossolani, quando la corrente scende a 1/4 o 1/5 del valore massimo; invece in qualche tipo costruito negli ultimi anni, le indicazioni si possono considerare ancora praticamente esatte con 1/10 della corrente massima. Analogamente avviene nei fasometri registratori, quantunque in questo caso si abbia in generale una maggiore sensibilità, particolarmente nei tipi a servomotore. E' presumibile che in parecchi casi gli errori lamentati siano dovuti al fatto che il carico dell'impianto era troppo piccolo, perchè il fasometro potesse dare indicazioni attendibili. Accade inoltre in pratica, forse più spesso che non si creda, che dei fasometri diano false indicazioni per errori di inserzione.

Poichè spesso il valore del fattore di potenza acquista un significato solo se è riferito al valore del carico corrispondente, può essere in molti casi opportuno, particolarmente per la regolazione del macchinario, valersi, anzichè del fasometro, delle indicazioni di due wattometri, uno di potenza attiva e l'altro di potenza reattiva.

Nel caso dei registratori può riuscire utile l'impiego di un unico wattometro per la registrazione alternativa sullo stesso diagramma della potenza attiva e della potenza reattiva, ottenuta mediante un dispositivo automatico di commutazione dell'inserzione dei circuiti voltmetrici, come si trova già realizzato in apparecchi di costruzione italiana.

L'Ing. *Faletti* replica all'Ing. Santuari circa gli indicatori di $\cos\varphi$, e dichiara che, mentre la tendenza di sostituire nelle centrali ai fasometri indicatori degli apparecchi indicatori o registratori di potenza reattiva (wattometri) è giustificata nei punti dove avvengono scambi di energia, non lo è invece per i grupi generatori delle centrali dove è più utile il fasometro, perchè esso dà al personale di servizio l'immediata visione della più o meno buona ripartizione della potenza reattiva fra i diversi gruppi funzionanti in parallelo. Coi wattometri o coi soli ampermetri il personale deve fare dei conti mnemonici di proporzionalità tutte le volte che alcuni gruppi lavorino in parallelo erogando potenze attive differenti. I fasometri a quattro quadranti hanno poi, secondo l'Ing. Faletti, il grande vantaggio di dare al personale la visione fisica delle condizioni di funzionamento dell'alternatore.

Circa poi gli accorgimenti da prendere per la stabilità nel funzionamento a due frequenze, fa notare che spesso non basta il solo accorgimento di escludere una parte dell'avvolgimento dello statore dell'alternatore, ma occorre anche migliorare la stabilità dell'eccitatrice (soprattutto quando non c'è un'eccitatrice ausiliaria) escludendo, nel funzionamento a 50 periodi, un certo numero di poli del campo, od una porzione ugualmente ripartita dell'avvolgimento del campo dell'eccitatrice. Un tale provvedimento è stato, per es., adottato nei gruppi da 11.000 kVA della centrale S. Bernardo e nei nuovi gruppi da 33.000 kVA della centrale di S. Francesco a Mese della Società Interregionale Cisalpina.

A proposito della frequenza degli impianti americani l'Ing. Faletti è del parere che la loro regolarità venga facilitata principalmente dal fatto che nelle reti americane sono in gioco potenze molto più grandi che non da noi, cosicchè le variazioni percentuali del carico, dalle quali dipendono le variazioni della frequenza, sono assai più piccole che non sulle nostre reti.

L'Ing. *Santuari* non crede di consentire, per esperienza propria, colle dichiarazioni dell'Ing. Faletti a proposito dell'uso degli indicatori di fattore di potenza.

Premette anzitutto di avere installato circa un anno fa, appunto per il servizio di alternatori funzionanti in parallelo, dei wattometri di potenza reattiva al posto dei soliti fasometri. I risultati sono stati ottimi ed il personale stesso ha accolto l'innovazione, se così essa si vuole chiamare, con aperto favore, appunto perchè i chilowattometri di potenza reattiva servono a guidare il personale nelle sue manovre in maniera più semplice e sicura dei fasometri.

Il controllo del funzionamento di un alternatore si fa generalmente a mezzo di due organi principali: il variagiri del motore primo e l'organo regolatore del campo dell'alternatore. L'azione del primo organo viene indicata e quindi guidata praticamente in modo esclusivo dal chilowattometro (di potenza attiva) e quella del secondo dal solo chilowattometro di potenza reattiva. L'effetto della manovra di ognuno dei due organi è perciò indicato da quel solo determinato istrumento che al relativo organo compete e la guida del servizio ha luogo in modo univoco e quindi più semplice.

Altrettanto non può dirsi dei fasometri (tralasciando anche qualsiasi considerazione di maggiore esattezza e attendibilità che pure tornerebbe a sfavore del loro impiego), le cui indicazioni sono necessariamente funzioni di due manovre ben distinte.

Questo è uno solo dei tanti argomenti che militano a favore dell'uso dei wattometri di potenza reattiva al posto dei fasometri.

L'Ing. *E. Vannotti,* circa i fasometri, racconta un caso, il quale, pur non avendo attinenza coll'argomento principale della riunione, dimostra tuttavia la necessità che le indicazioni dei fasometri siano praticamente esatte. L'isolamento dell'armatura di una grossa commutatrice fu in parte carbonizzato perchè, essendo la macchina costruita per funzionamento a $\cos\varphi = 1$, come si usa generalmente, il personale di servizio, che regolava l'eccitazione in base alle indicazioni errate di un fasometro, la faceva funzionare costantemente a $\cos\varphi = 0{,}9$ e meno. Con ciò, per i noti fenomeni, veniva alterata la distribuzione della corrente e quindi il carico dei singoli conduttori; l'isolamento di quelli, che si trovavano da una stessa parte in prossimità di ogni punto di attacco della corrente alternata, si era perciò carbonizzato causando un danno notevole.

L'Ing. *R. Vannotti* si domanda se non sia opportuno usare reattanze per la compensazione di lunghe linee di trasmissione ad alta tensione. Invece di installare dei generatori di potenza capacitiva elevata, può essere talvolta conveniente, non solo agli effetti di una maggiore stabilità di funzionamento, ma anche dal lato economico, di provvedere ad una compensazione parziale od anche totale del carico capacitivo delle lunghe linee ad altissima tensione mediante trasformatori con corrente a vuoto elevata o anche per mezzo di bobine di reattanza opportunamente disposte in alcuni punti della linea. L'uso delle reattanze compensatrici è del resto molto utile soprattutto quando occorra mettere in tensione una lunga linea per mezzo di un'unica macchina sincrona allacciata ad una delle due estremità. In questo caso, se non si fa uso di opportune reattanze, si verifica, all'estremità libera della linea stessa, una sopraelevazione di tensione che, per effetto della corrente di carica e della reattanza propria della linea, può raggiungere, in determinate circostanze, dei valori elevati. Se non si vuole avere pertanto una tensione in arrivo sensibilmente superiore a quella normale di esercizio, si sarà costretti a ridurre in proporzione la tensione in partenza, ossia ai morsetti del generatore. Perciò la potenza capacitiva erogabile di questo viene sfruttata in modo assai incompleto. In sede di progetto questa circostanza si traduce in un ulteriore aumento della potenza capacitiva necessaria e quindi del costo della macchina.

L'Ing. *Santuari* risponde e riferisce che esiste già un esempio in grande di compensazione di una linea ad altissima tensione, mediante bobine di selfinduzione a nucleo saturato, nel sistema a 220 kV in funzione in Germania collegante le centrali termo-elettriche a lignite della regione renana e della Vestfalia cogli impianti idroelettrici alpini della Svizzera e del Vorarlberg. L'impiego di bobine di selfinduzione basta però per la compensazione della linea funzionante con potenze di valore inferiore al carico naturale della linea stessa. Per potenze superiori le bobine vanno staccate e devono entrare in funzione dei condensatori rotanti, i quali, anzichè assorbire, devono erogare potenza reattiva alla linea.

L'Ing. *Allan* fa presente il caso di una linea di 50 km in cavo ad olio fluido, attualmente in costruzione, destinata a collegare Buenos Aires e La Plata ad una tensione di 66 kV; per questa è stato favorevolmente esaminato il problema della inserzione stabile di una bobina di self all'estremo d'arrivo, per compensare parte della energia reattiva assorbita dalla linea. Questa soluzione sarà assai probabilmente eseguita perchè, oltre a migliorare fortemente le condizioni di stabilità, dà luogo a diminuzione delle perdite, con vantaggio economico sentito soprattutto ai carichi bassi; ai carichi alti la self non porta ad aumento di perdite in conseguenza del valore elevato della capacità, quale in linee aeree potrà aversi solo per tensioni molto elevate e lunghezze considerevoli.

L'Ing. *Faletti* chiede se non sia il caso di aumentare di proposito la corrente a vuoto dei trasformatori elevatori delle centrali, aumentando il traferro senza aumentare la saturazione.

L'Ing. *E. Vannotti* ritiene che non sia conveniente perchè peg-

giorerebbe il funzionamento dei trasformatori; non crede che i costruttori siano tenuti a fornire il macchinario che corrisponda a tutte le esigenze immaginabili e perfino a quelle conseguenti a possibili errori di servizio, così come gli sembra di dover dedurre dalle osservazioni fatte a proposito del caso della commutatrice prima ricordato. Il costruttore osserva di regola le prescrizioni del committente del macchinario. Ricorda invero che gli alternatori ed i trasformatori si costruivano una trentina d'anni or sono con basse cadute di tensione perchè gli esercenti, allo scopo di salvaguardarsi nel miglior modo possibile dalle variazioni di tensione conseguenti alle variazioni di carico, esigevano questa caratteristica comminando perfino delle forti penalità in caso di trasgressione dei valori prescritti. Poscia, stante le conseguenze talora poco gradite delle forti correnti di corto circuito, che si avevano negli impianti a seguito delle caratteristiche suddette, ed anche perchè nel frattempo si andavano affermando sempre più gli apparecchi automatici per la regolazione rapida della tensione e per la limitazione della corrente, specialmente gli alternatori vennero costruiti con cadute di tensione sempre più forti. Infine questi si dovettero prevedere anche per funzionamento con carico capacitivo.

Tuttavia siccome i problemi connessi ai grandi trasporti di energia con tensioni elevate, quali sono quelli che interessano particolarmente in questa discussione, divengono ogni giorno più complessi, l'Ing. E. Vannotti si augura che si stabilisca in avvenire un maggiore affiatamento ed una migliore collaborazione fra i progettisti degli impianti ed i costruttori del macchinario, allo scopo di determinare le caratteristiche proprie di regolazione, le quali siano le più convenienti ad ogni singolo caso, soprattutto in relazione alla stabilità di funzionamento.

L'Ing. *Santuari* prosegue nel riassunto della sua memoria per ciò che riguarda i sistemi di eccitazione.

Il Prof. *Rebora* prende ancora la parola sull'argomento della eccitazione.

L'Ing. *Masella* chiede chiarimenti sulla convenienza di adottare prese nelle macchine sincrone per il funzionamento a due frequenze anche sul campo delle eccitatrici.

L'Ing. *Santuari* fa presente, più che la convenienza, la necessità dell'applicazione di prese allo statore degli alternatori per assicurarne la stabilità al regime a 50 periodi. Non vede alcuna difficoltà circa l'applicazione di prese anche sul campo dell'eccitatrice, perchè non richiede alcun provvedimento costruttivo speciale, nè alcuna modifica nel modo d'avvolgimento del campo polare. L'applicazione di prese al campo dell'eccitatrice è da preferirsi all'inserzione di una resistenza zavorra nel circuito di campo per ovvie ragioni di rendimento, perchè la resistenza rimane inserita permanentemente anche quando l'alternatore funziona a carichi elevati in regime sovraeccitato, e poi perchè viene eliminato un organo, che agisce da radiatore termico e concorre, specialmente d'estate, a riscaldare l'ambiente. L'applicazione razionale di prese allo statore dell'alternatore e dell'eccitatrice consente di mantenere praticamente inalterate, ad ambedue le frequenze, le variazioni di tensione che si verificano fra i tasti successivi del reostato di campo, quando si regola a mano la tensione della macchina funzionante a vuoto o in regime sottoeccitato.

L'Ing. *Santuari* riassume poi la parte della sua memoria che riguarda i sistemi di diseccitazione.

Il *Presidente* chiede al relatore quanto spesso si presenta l'occasione di applicare tali sistemi.

L'Ing. *Santuari* riferisce che ha disposto per l'applicazione della diseccitazione su tutti gli alternatori che ha installato. Ritiene l'uso di una diseccitazione rapida indispensabile, anzitutto per ridurre al minimo l'entità di guasti incipienti, perchè così si porta nel più breve tempo possibile a zero la tensione di macchina. Trova anche conveniente di far precedere l'inizio della diseccitazione all'apertura dell'interruttore di macchina. Data la forte inerzia magnetica delle grandi unità generatrici, questa norma non può ripercuotersi in nessun caso in maniera nociva sul servizio. Ha potuto anzi constatare che, mediante l'applicazione razionale di una pronta ed energica diseccitazione eseguita a questo modo, l'usura dei contatti degli interruttori di macchina è ridotta al minimo. Osserva inoltre che un altro vantaggio offerto da questa disposizione è la soppressione degli aumenti di tensione che si verificano all'apertura dell'interruttore di macchina, quando l'alternatore funziona a carico o in regime sovraeccitato.

I regolatori automatici di tensione di costruzione corrente non hanno un'azione sufficientemente pronta per eliminare questi aumenti di tensione, che essi si limitano tutt'al più ad attenuare. Occorre naturalmente che la diseccitazione sia veramente rapida, ottenuta con un sistema che agisca nel modo più diretto e energico sul campo dell'alternatore.

L'Ing. *Faletti* è d'accordo coll'Ing. Santuari sulla necessità della controeccitazione degli alternatori, perchè l'inerzia magnetica delle grosse macchine è molto grande; come ha avuto occasione di constatare, su grossi alternatori occorrono fino a 20″ dal momento in cui si fa agire la diseccitazione automatica normale a quello in cui la tensione dell'alternatore va a zero. L'Ing. Faletti si dichiara pure d'accordo, quando non si disponga di mezzi rapidissimi di diseccitazione come la controeccitazione, che la diseccitazione preceda l'apertura dell'interruttore di macchina. L'apertura di quest'ultimo può essere comandata mediante un contatto montato sull'apparecchio di diseccitazione automatica, il quale a sua volta è comandato dai relais di protezione del gruppo. Si può così essere sicuri, per l'inerzia magnetica dell'alternatore, che l'interruttore apre sotto una corrente assai minore che se l'apertura avvenisse contemporaneamente alla diseccitazione.

L'Ing. *R. Vannotti* chiede di conoscere l'opinione dei presenti, ed in particolare dei tecnici d'esercizio, sul sistema di diseccitazione rapida ottenuta mediante corto circuito istantaneo ai morsetti del generatore. L'operazione di diseccitazione consta in questo caso delle tre operazioni elementari seguenti:

a) distacco del generatore dalla rete;

b) chiusura istantanea dell'armatura in corto circuito;

c) diseccitazione del generatore mediante apertura del circuito di campo dell'eccitatrice principale.

Con questo sistema si ottiene una diseccitazione di gran lunga più rapida che non con qualsiasi altro sistema di diseccitazione ottenuta per via rotorica. La ragione della superiorità del sistema di diseccitazione statorica deriva essenzialmente dalle due circostanze seguenti:

1) La corrente di corto circuito, che sorge istantaneamente nell'avvolgimento statorico, produce entro 1/4 di periodo (dall'istante in cui si produce il corto circuito) una caduta interna di tensione che assorbe la f. e. m. indotta esistente prima del corto circuito. Le singole f. e. m. elementari indotte in ogni spira o gruppo di spire non vengono ridotte istantaneamente a zero, ma ad un valore residuale (derivante dalla differenza di fase fra esse e la caduta di tensione dovuta alla corrente di corto circuito) di parecchio più basso del valore esistente prima del corto circuito.

2) Col corto circuito istantaneo il flusso principale della macchina diventa quasi totalmente flusso disperso; la costante di tempo della macchina, secondo la quale le tensioni residuali di spira, di cui sopra, decrescono, risulta pertanto ridotta, nella proporzione del valore della reattanza sincrona alla reattanza di dispersione totale, il cui valore può essere praticamente circa $8 \div 12$ volte più piccolo del primo. La velocità di diseccitazione resta pertanto aumentata nella stessa proporzione.

Il Prof. *Rebora* chiede che cosa farebbe funzionare tale dispositivo.

L'Ing. *Faletti* dice che verrebbe fatto funzionare da un normale differenziale.

L'Ing. *R. Vannotti* precisa che il sistema di diseccitazione proposto si dovrebbe far funzionare soltanto in caso di guasti interni alle macchine.

L'Ing. *Bevilacqua* osserva che non si deve fraintendere tra i sistemi di diseccitazione applicati sulla differenziale come protezione delle macchine contro i corto circuiti interni e i sistemi di diseccitazione usati contro i guasti di linea, come possono essere i limitatori di corrente. In America, dove contro i pericoli di instabilità delle macchine sincrone è molto usato il metodo di sovraeccitazione, si adotta generalmente come protezione di macchina il sistema di diseccitazione con inserzione sul campo di una resistenza di scarico.

La discussione, data l'ora tarda, viene rimandata al 15 giugno.

Riunione del 15 *giugno* 1931.

La seduta è presieduta dal Vice Presidente, Ing. *Gasparoni,* in assenza dell'Ing. Norsa.

Prima di proseguire nel riassunto della sua memoria, l'Ing. *Santuari* ritiene conveniente di riprendere l'argomento dell'influenza, che hanno la reattanza e la capacità sul fenomeno di messa in tensione di lunghe linee ad altissima tensione. Dimostra come l'inserzione di trasformatori all'inizio della linea peggiori le condizioni a cagione della loro reattanza. Il peggioramento è tanto più sentito quanto minore è la potenza dei trasformatori e quanto maggiore è la lunghezza della linea e la tensione alla quale essa funziona. Mostra poi come in generale l'aumento di tensione per effetto della corrente capacitiva assorbita dalla linea sia dovuto in massima parte alla reattanza del trasformatore in partenza. La corrente a vuoto di questo trasformatore tende invece a compensare parte della corrente capacitiva e migliora le condizioni. Effetto analogo, e in molti casi più spiccato, può avere la corrente a vuoto dei trasformatori in arrivo. L'Ing. Santuari dimostra poi come la regolazione della tensione nel funzionamento a vuoto su lunghe linee ad altissima tensione riesca tanto più difficile quanto minore è la potenza dell'alternatore. La necessità dell'uso dell'eccitatrice ausiliaria è quindi tanto più sentita quanto minore è la potenza capacitiva e quindi la potenza normale dell'alternatore.

L'Ing. Santuari prosegue dando un esempio della imponente inerzia magnetica che può avere un moderno alternatore veloce di notevole potenza. Su un alternatore di 18.000 kVA, 10.000 volt, 315 giri, 42 periodi provvisto di eccitatrice principale e ausiliaria e di reostato potenziometrico sul campo dell'eccitatrice principale (tale da consentire una regolazione fra una corrente di campo dell'alternatore corrispondente a 1,2 volte la corrente massima di eccitazione a 1/1 carico e $\cos \varphi = 0,75$ sovraeccitato e una corrente di controeccitazione pari al 25 % di quella necessaria per eccitare l'alternatore a vuoto a tensione normale) egli potè osservare il seguente fenomeno: spostando il reostato dalla posizione di massima controeccitazione a quella di massima eccitazione in circa 1,5 secondi, tenendo quindi fermo in quest'ultima posizione per altri due secondi, riportandolo quindi, pure in 1,5 secondi, nella posizione di massima controeccitazione, dove esso rimaneva fermo per altri due secondi e così via, la tensione dell'alternatore funzionante a vuoto oscillava solo entro i limiti da circa 6000 a circa 9000 volt.

L'Ing. Santuari accenna infine alle macchine autosincrone, che, a cagione del loro piccolo traferro, hanno una potenza capacitiva assai

ridotta, male si adattano alla messa in tensione di lunghe linee a vuoto e hanno caratteristiche poco stabili.

L'Ing. Santuari poi prosegue nel riassunto della sua memoria per ciò che riguarda i seguenti argomenti:

« Caratteristiche generali di funzionamento delle macchine sincrone ».

« Effetto dei poli salienti ».

« Avvolgimenti smorzatori e loro effetto sulla stabilità ».

« Caratteristiche autoregolatrici delle macchine ».

« Effetto della saturazione delle macchine ».

Il Prof. *Rebora* parla ancora delle eccitatrici, accenna all'adozione di prese per le eccitatrici nel funzionamento a due frequenze. Non crede che vi sia convenienza ad escludere una parte dell'avvolgimento induttore dell'eccitatrice quando si può provvedere con reostato.

L'Ing. *Santuari* e l'Ing. *Faletti* confermano che la esclusione di una parte dell'avvolgimento si è già adottata in diverse macchine.

L'Ing. Santuari si riferisce a questo riguardo alle osservazioni fatte nella seduta precedente.

Il Prof. *Rebora* sostiene che l'applicazione di prese anche alle eccitatrici complica la morsetteria per il passaggio da 42 a 50 periodi. Accenna poi agli avvolgimenti ammorzatori, chiede se ora vi è una guida per calcolare tali avvolgimenti.

L'Ing. *E. Vannotti* non crede che esistano dei metodi sicuri per il calcolo degli avvolgimenti ammorzatori, quando si vogliano rendere stabili gli alternatori durante il funzionamento in parallelo, in relazione sia alle variazioni di velocità dei motori primi, sia alle caratteristiche proprie delle linee di trasmissione. Si tratta invero di fenomeni molto complessi che sono influenzati da parecchi e diversi fattori: ritiene che gli avvolgimenti in discorso si prevedano oggigiorno ancora in base a dati empirici di esperienza.

Il caso è differente per gli alternatori monofasi, nei quali l'avvolgimento, montato nelle espansioni polari, deve smorzare il flusso inverso; perciò, oltre ai dati di esperienza, si posseggono degli elementi abbastanza sicuri di calcolo. Lo stesso dicasi anche per quei casi particolari di alternatori trifasi (quali, ad esempio, quelli destinati al servizio ferroviario) che vengono muniti di avvolgimenti ammorzatori per attutire le sovratensioni dovute ai corti circuiti dissimmetrici (c. c. monofase).

Esistono infine norme sicure per il calcolo degli avvolgimenti destinati alle espansioni polari dei motori sincroni con avviamento asincrono, poichè si conosce la coppia che il motore deve sviluppare sia allo spunto sia all'entrata in sincronismo.

L'Ing. *Santuari* riprende ancora gli argomenti:

« Influenza della reattanza e della capacità ».

« Influenza della corrente a vuoto dei trasformatori sulla stabilità ».

Passa poi a trattare dell'argomento: « Regolazione automatica dell'eccitazione ».

L'Ing. *Cerretelli* osserva quanto segue in merito alla corrente a vuoto, al rapporto di trasformazione e alla reattanza dei trasformatori:

a) La corrente a vuoto è favorevole alla stabilità; tuttavia non conviene, per ragioni di altra natura, esagerare nelle magnetizzazioni ed un trasformatore, che avesse una bassa corrente a vuoto, dovrebbe essere sempre ben accetto.

b) E' vero che spesso non si dà molta importanza alla scelta più adatta del rapporto di trasformazione e che è nella tradizione di riferirsi al $\cos \varphi = 0,8$ quando non si sappia scegliere di meglio; tuttavia è bene ricordare che molto frequentemente si prevedono sugli avvolgimenti prese di regolazione del $10 \div 12$ % appunto per aver modo di adattarsi al miglior rapporto, che le condizioni reali dell'esercizio potranno richiedere.

Naturalmente, siccome ci riferiamo ai grandi sistemi e quindi alle alte tensioni, meglio sarebbe non complicare in questo caso i trasformatori con prese, diciamo così, di sicurezza. Ogni costruttore sa come sia spesso difficile aggiungere prese su avvolgimenti di alta tensione e come non sempre si prestino a ciò gli avvolgimenti di bassa tensione.

c) La reattanza di un trasformatore non è un dato fisso di costruzione, cioè un valore ben determinato, che derivi dal fatto di aver scelto una certa potenza ed una certa tensione. Se vi dovessero essere delle ragioni che lo richiedessero, non vi sarebbe difficoltà (a parte considerazioni di costo) a costruire trasformatori di bassa reattanza. In altri termini non è detto che, se altre ragioni lo consiglino, non si possa costruire un trasformatore per qualunque reattanza compresa fra il 4 % e per esempio il 20 %. Altrettanto potrebbe ripetersi per le macchine. E' tutta, dunque, una questione di convenienza che va vista nel complesso. Le reattanze dei trasformatori sono poi, come tutte le reattanze, dannose alla stabilità; ma non pare che, in un grande impianto e con grosse macchine, abbia molto peso la reattanza dei trasformatori rispetto a quella delle macchine e delle linee e cioè di tutto il sistema, specialmente quando le linee siano di lunghezza considerevole. Nello studio dei problemi di stabilità i trasformatori dovrebbero perciò avere un'importanza di secondo ordine.

d) Il criterio di costruire i grandi trasformatori con alta reattanza, per ragioni meccaniche di resistenza ai corti circuiti, può apparire giusto; però la grandezza della reattanza e la facilità di resistere ai corti circuiti sono un po' il risultato del tipo di costruzione che si adotta. In altri termini si possono avere trasformatori a bassa reattanza che si pretende resistano ai corti circuiti come quelli ad alta reattanza. La Westinghouse e la Siemens, per esempio, costruiscono trasformatori rispettivamente a mantello e doppiamente concentrici, pei quali le reattanze sono, in generale, inferiori a quelle dei trasformatori concentrici comuni.

L'Ing. *Santuari* risponde all'Ing. Cerretelli. Per esperienza personale può dichiarare di aver trovato sempre tutte le Case costruttrici restie a ridurre i valori di reattanza dei trasformatori. Aggiunge che è facile dimostrare che la potenzialità (limite di stabilità statica) di una linea di trasmissione ha un valore ottimo per un determinato angolo di impedenza (rapporto fra reattanza e resistenza ohmica). Questo valore oscilla per condizioni normali intorno a $2 \div 2,5$ ed è inferiore al valore medio dato dalla sola linea di trasmissione. Nei trasformatori esso raggiunge però ordini di grandezza che possono variare da 10 a 20. Questa semplice considerazione mostra quindi che sono proprio i trasformatori quelli che peggiorano l'angolo d'impedenza di un sistema di trasmissione a svantaggio del limite di stabilità.

Il Prof. *Rebora* accenna che la stabilità può essere compromessa, oltre che dalla reattanza, anche dalla pura e semplice resistenza, nel qual caso non vi è altra soluzione che aumentare la tensione della linea, e accenna a fatti verificatisi, di cui è a conoscenza.

L'Ing. *Faletti* interviene nella discussione fra l'Ing. Cerretelli e l'Ing. Santuari per dichiarare che ha ragione l'Ing. Cerretelli quando dice che la reattanza del trasformatore è minore di quella della linea. Però, siccome il trasformatore è inserito all'estremo della linea, la sua influenza sulla stabilità è maggiormente dannosa. Ritiene poi che sia sconsigliabile ridurre eccessivamente la reattanza dei grossi trasformatori, perchè questa serve per la loro automatica protezione contro i corto circuiti. L'Ing. Faletti prosegue poi a parlare dei limitatori automatici di corrente facendo rilevare che essi possono essere causa di perturbazione.

L'Ing. *R. Vannotti* parla dei limitatori di corrente e ricorda che essi furono introdotti nella pratica in un tempo in cui, data la modesta estensione degli impianti, il problema della stabilità delle reti di trasmissione non esisteva. Lo scopo dei limitatori era unicamente quello di proteggere il macchinario e l'apparecchiatura dalle conseguenze dei sovraccarichi repentini o dei corti circuiti in modo da rendere meno gravoso il compito degli interrruttori muniti di relais di scatto, mediante la diseccitazione graduale degli alternatori.

Col crescere dell'estensione e della potenza degli impianti, cominciarono a manifestersi i noti inconvenienti di esercizio (pendolazioni, uscita di parallelo delle macchine, ecc.) derivanti dalla conseguente diminuzione di stabilità dei sistemi. Ma questi inconvenienti non sono direttamente imputabili ai limitatori di corrente, in quantochè essi non intervengono mai istantaneamente, cioè subito dopo il manifestarsi della sovracorrente, bensì dopo un certo tempo, generalmente alquanto superiore al tempo che decorre dall'istante del corto circuito all'uscita di passo degli alternatori (ordine di grandezza circa 0,5 sec). Il limitatore di corrente non può essere considerato, almeno nella grande maggioranza dei casi, come elemento direttamente antistabilizzante; chè anzi esso unisce al pregio di una protezione utile ed efficace del materiale di impianto anche il vantaggio di favorire opportunamente, mediante una conveniente diminuzione dell'eccitazione degli alternatori, l'eventuale ripresa automatica di passo dei sincroni stessi. Il limitatore di corrente contribuisce quindi ad accrescere in maniera non indifferente la sicurezza del servizio.

Per ciò che riguarda i fenomeni pendolari manifestatisi in alcuni alternatori di grande potenza causati dall'intervento intempestivo dei limitatori, c'è da osservare che questi inconvenienti, che si verificano talvolta con limitatori di corrente sprovvisti di dispositivi smorzatori, possono quasi sempre essere eliminati con facilità, ricorrendo a limitatori di corrente di tipo moderno muniti di smorzatori opportunamente commisurati alle caratteristiche dell'impianto ed anche usando la precauzione di tarare i limitatori di corrente per intensità relativamente alquanto più alte della corrente normale di servizio.

L'Ing. *Faletti* precisa che i limitatori hanno funzionato in modo del tutto soddisfacente nei primi mesi di esercizio quando la centrale San Francesco a Mese alimentava una rete isolata e che le perturbazioni si sono verificate dopo che la centrale è stata fatta funzionare in parallelo con altre grosse centrali a grande distanza.

L'Ing. *E. Vannotti* gradirebbe sapere dall'Ing. Faletti se in quest'ultimo caso l'eccitazione degli alternatori di Mese era normale, ovvero se le macchine erano sottoeccitate.

L'Ing. *Faletti* risponde che le macchine erano poco eccitate.

L'Ing. *E. Vannotti* dichiara che allora la cosa è chiara, poichè, quando gli alternatori, soprattutto in relazione alla corrente di capacità delle lunghe linee di trasmissione, lavorano con fattore di potenza prossimo all'unità e magari a tensione minore della normale, ossia probabilmente in regime di sottoteccitazione, non si debbono mantenere in funzione i limitatori di corrente. La macchina lavora infatti sul primo ramo ascendente della caratteristica di tensione, per cui, quando per sovraccarico di corrente o per corto circuito il limitatore automatico interviene e diminuisce ancor più l'eccitazione, si determina una condizione di instabilità. In questi casi può essere invece più utile aumentare l'eccitazione al manifestarsi del sovraccarico anormale di corrente, così come fanno talora gli americani mediante dispositivi automatici rapidissimi.

Il Prof. *Rebora* chiede agli esercenti quali apparecchi metterebbero sull'alternatore, quali tra l'alternatore e il trasformatore, quali tra il trasformatore e la linea in un impianto nuovo di centrale.

Il Prof. Rebora accenna poi al concetto che le macchine debbano

essere progettate in modo da proteggersi da sè stesse contro le perturbazioni.

L'Ing. *Santuari* si associa *toto corde* alle dichiarazioni del Prof. *Rebora*. Sono le macchine che debbono costituire le solide fondamenta di un impianto e formare i capisaldi dell'esercizio. Le loro caratteristiche vanno scelte con la massima cura e meticolosità. Le macchine stesse poi devono venire progettate e costruite abbondantemente con criteri razionali non lesinando sulle qualità del materiale e degli isolanti, nè cercando di risparmiare sulla lavorazione. Per le grosse unità generatrici egli tenderebbe nella misura del possibile ad eliminare gli interruttori di macchina, collegando permanentemente senza interruttore, solo attraverso coltelli separatori, alternatore e trasformatore, formando così dei complessi unici ed installando l'interruttore di macchina sul secondario del trasformatore. Premesso che i complessi devono rimanere permanentemente in servizio, qualunque cosa succeda al rimanente dell'impianto, lo scatto dell'interruttore e possibilmente la messa contemporanea o anticipata in servizio della diseccitazione saranno comandati dai relais di massima a scatto ritardato del tutto indipendente dal valore della corrente.

Il ritardo dovrà essere possibilmente non inferiore ai dieci secondi e potrà essere portato fino a venti secondi. Solo in caso di un guasto incipiente nelle macchine il complesso dovrà venire staccato istantaneamente dalla rete coll'apertura dell'interruttore e portato subito a tensione zero colla diseccitazione rapida a mezzo di relais selettivi di sicura efficacia (differenziali e di terra).

E' da preferirsi in modo assoluto il differenziale fra il neutro e i collegamenti dell'alternatore, perchè esso garantisce un'azione più sicura e rapida, data la possibilità d'impiego di riduttori di corrente identici e quindi di caratteristiche congruenti.

Indispensabile è inoltre la protezione mediante relais di sovratensione, essi pure a scatto fortemente ritardato, che aprono l'interruttore di macchina e diseccitano l'alternatore in caso di eccesso di tensione per eccitazione statorica. Oltre a ciò egli provvederebbe l'alternatore di regolazione automatica di tensione ad azione assai rapida.

Concludendo l'Ing. Santuari mette in guardia contro l'adozione di relais di massima ad azione ritardata e ritardo dipendente, che scattano istantaneamente quando la corrente sorpassa un certo valore. Essi sono un non senso se usati per le unità generatrici: possono essere solo causa di guai per gli interruttori di macchina e per il servizio che tendono ad interrompere proprio nel momento meno opportuno. La loro azione protettiva sugli alternatori è nulla, perchè manca loro qualsiasi selettività. Non può certo approvare quei costruttori che, con uno zelo degno di miglior causa, perseverano nel proporne l'impiego come di un apparecchio di protezione efficace. Per la protezione di linea l'Ing. Santuari dichiara di aver messo finora in opera solo dei semplici relais di massima a scatto ritardato e ritardo indipendente, pure essendo scettico sulla efficacia della loro azione. Essi richiedono che la graduazione della loro corrente di scatto o del loro ritardo vengano registrati a seconda delle condizioni di servizio, con una cura e attenzione che il personale di servizio, ad onta di ogni sorta di prescrizioni, non può avere, assorbito come è da altre preoccupazioni e occupazioni. Più razionale gli sembra perciò l'uso dei così detti «relais pensanti» (relais a reattanza, impedenza, ecc.) che, registrati una volta per sempre, entrano automaticamente in funzione in seguito a variazioni delle caratteristiche essenziali proprie della linea (resistenza, reattanza, impedenza) e sono quindi del tutto indipendenti dalle condizioni di servizio (carico, tensione, corrente). Non ha però alcuna esperienza personale al riguardo. Gli consta per altro che negli ultimi mesi relais di questo genere sono stati installati in due importanti impianti italiani. Un ostacolo non indifferente alla diffusione di questi relais, specialmente per sistemi ad altissima tensione, è, oltre alla loro indubbia complessità, il fatto che essi richiedono una scorta abbondante di riduttori di corrente e di tensione, che per le altissime tensioni riescono assai costosi tanto per il prezzo d'acquisto che per le spese di installazione.

Il Prof. *Rebora* chiede se esistono relais che funzionino in modo modo molto selettivo sulle diramazioni delle linee che partono dalla centrale.

L'Ing. *Faletti* conferma che la soluzione proposta dall'Ing. Santuari verrebbe pure da lui adottata. Circa la protezione differenziale, fa il caso di una linea con neutro a terra; in tale eventualità un guasto in linea su di una fase fa intervenire il relais differenziale come se si trattasse di un guasto della macchina. Sono stati però presi provvedimenti per eliminare questi inconvenienti.

L'Ing. *R. Vannotti* ricorda che un mezzo molto efficace per accrescere la stabilità dei grandi sistemi di trasmissione consiste nell'adozione di un buon sistema selettivo di protezione e dichiara che, dopo le numerose applicazioni pratiche dei relais a distanza e soprattutto di quelli che funzionano in base al principio di reattanza, il problema della protezione selettiva delle reti, anche molto complesse, può considerarsi come perfettamente risolto.

L'Ing. *Masella* chiede se la protezione differenziale sia consigliabile specialmente per la protezione di linee con gruppi di trasformatori aventi il neutro a terra e quando le caratteristiche dei riduttori impiegati siano diverse.

L'Ing. *Santuari* non vede inconvenienti: le sue osservazioni, alle quali probabilmente l'Ing. Masella si riferisce, riguardano appunto l'opportunità di servirsi per la protezione differenziale di riduttori di corrente di caratteristiche identiche (tensione, corrente, prestazione, costruzione) e quindi congruenti. Per questa ragione, anche per la protezione di complessi alternatori-trasformatori, egli si servì sempre per il comando della protezione differenziale di riduttori sull'alternatore. Ha visto adottati in una centrale estera, per la protezione di complessi simili, due dispositivi di protezione differenziale per ogni complesso: uno assai sensibile, ottenuto coll'opposizione dei riduttori sul neutro con quelli sui collegamenti dell'alternatore, e l'altro grossolano, ottenuto coll'opposizione dei riduttori sul neutro dell'alternatore coi riduttori di corrente sul secondario del trasformatore. La prima protezione era graduata per un'azione istantanea e per uno squilibrio esiguo di corrente, la seconda per un'azione leggermente ritardata e uno squilibrio di corrente maggiore, per tener conto della corrente a vuoto del trasformatore, degli spunti transitori di corrente e della insufficiente congruenza delle caratteristiche dei riduttori di corrente.

Essendo così esaurita la discussione, l'Ing. Gasparoni ringrazia vivamente il relatore, Ing. Santuari, e tutti i colleghi che hanno portato il loro valido contributo di studio e di esperienza nella discussione su di un argomento di vitale interesse per l'esercizio, e dichiara sciolta la seduta.

Personalia

Onoranze al Prof. Zunini.

Il Prof. Luigi Zunini, dopo oltre 40 anni di insegnamento ha dovuto, per raggiunto limite di età, abbandonare l'insegnamento delle misure elettriche che dal 1887 egli professava al Politecnico di Milano e precisamente all'Istituzione Elettrotecnica Carlo Erba di cui egli era stato l'organizzatore. Un gruppo di ammiratori ed ex-allievi volle in tale occasione manifestare al Prof. Zunini la propria deferenza e gratitudine. Il giorno 19 novembre oltre 120 ingegneri e industriali si riunirono al Ristorante Campari di Milano ad una colazione in onore dell'illustre professore. Alle onoranze avevano aderito, in più dei presenti al banchetto, circa altre 200 persone. Il festeggiato sedeva al tavolo d'onore fra S. E. Belluzzo e l'On. Motta. Erano presenti anche la gentile Signora e la figlia del festeggiato. Alle frutta dopo che il Prof. Barbagelata ebbe letto un caldo telegramma di adesione del Presidente Generale dell'A.E.I. e comunicati numerosi altri telegrammi di adesione e di scusa, prese per primo la parola il Prof. Azimonti, Vicedirettore del Politecnico, il quale, a nome del Sen. Fantoli, che non aveva potuto intervenire, porse al festeggiato il più caldo saluto da parte della Scuola e annunciò che, secondo le nuove disposizioni di legge il Prof. Zunini sarebbe stato nominato professore onorario. Seguì il Prof. Ganassini che, con alata parola, rievocò le benevolenze del festeggiato ricordando in particolare la sua opera di pioniere nel campo degli impianti idroelettrici a serbatoio. Quindi l'On. Motta, presentò al Prof. Zunini a nome di tutti una gran medaglia d'oro e un album in cui erano raccolti gli scritti inviati da più che 300 aderenti alla manifestazione. A tutti rispose con visibile emozione il Prof. Zunini. Presero ancora la parola l'Ing. Barberis e l'Ing. Clerici che erano stati fra i primi allievi del Prof. Zunini a Liegi ed a Milano.

Ci associamo cordialmente agli auguri di felice e meritato riposo che furono rivolti al Prof. Zunini.

* *

L'Ing. Comm. Cesare Pedrini, fondatore e attuale Presidente della Sezione Adriatica, ha lasciato la Unione Esercizi Elettrici per assumere il posto di Direttore della Società Tiberina di Elettricità, che distribuisce nella Capitale e nell'Agro Romano.

.. .. ATTIVITÀ DELLE SEZIONI .. ..

SEZIONE DI FIRENZE (Via delle Belle Donne, 9).

18 Novembre - ore 21,30. — Conversazione sul tema: « La Telefonia ».

SEZIONE DI NAPOLI (Via Chiaia, 216).

18 Novembre - ore 21,15. — LA GRECA Ing. Prof. Carmelo: « Caratteristiche principali delle 4 Funicolari della Città di Napoli ».

24 Novembre - ore 21,15. — FOCACCIA Prof. Basilio e CERILLO Ing. Guido: « Su alcuni problemi incontrati nel collaudo del grosso materiale della Sottostazione di Frattamaggiore ».

SEZIONE DI TRIESTE (Via Mazzini, 30).

5 Dicembre - ore 20. — BARBISIO Ing. Cav. Cesare: « I sistemi di tariffazione basati sul fattore di potenza ».

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.* (I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 5 Dicembre 1931 - ANNO X N. 34

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA S. PAOLO, 10 - MILANO (103) - TELEFONI N. 13-713 - 82-086

COMITATO DIRETTIVO: A. BARBAGELATA, DIRETTORE DELLA RIVISTA - U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

REDAZIONE: R. SAN NICOLO', REDATTORE CAPO - F. NERI - G. SILVA, REDATTORI - M. BOELLA - P. LOMBARDI, COLLABORATORI ORDINARI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI
GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.
I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Sincroni ed asincroni.

I colleghi che seguono meno davvicino l'incessante sviluppo degli impianti di trasmissione di energia, apprenderanno con interesse che alcuni dei tipici compiti tradizionalmente affidati alle macchine sincrone — primo fra tutti quello della regolazione — possono essere, e sono effettivamente in qualche caso, assolti da macchine asincrone, la estrema adattabilità e, vorremmo dire, « universalità » delle quali, trae dal fatto nuova conferma.

La macchina va allora naturalmente intesa opportunamente compensata o, come suol dirsi, eccitata, in guisa che sia suscettibile di mettere in giuoco nella quantità e nel senso voluto la potenza reattiva necessaria al conseguimento degli scopi che si perseguono.

Le applicazioni realizzate in qualche Paese straniero — e costituenti una caratteristica prettamente « Europea » — non sono oggi così numerose da consentire un giudizio generale e sintetico sullo sviluppo che tale sistema potrà avere nell'avvenire. Sua peculiare proprietà appare sostanzialmente quella di consentire la messa in giuoco di potenze reattive in ritardo eguali od eventualmente maggiori di quelle in anticipo, il che può essere comodo o addirittura necessario nella risoluzione di problemi di carattere particolare; effetto, quello, che, com'è noto, non può essere conseguito con le macchine sincrone di tipo normale, la controeccitazione delle quali non è possibile se non entro limiti talmente piccoli, da potersi ritenere ineffettuabile.

Più delicata è la questione della stabilità, nei riguardi della quale, se quella intrinseca è senza dubbio più grande per la macchina asincrona, questa non ha per contro, almeno senza particolari artifici, le proprietà stabilizzatrici che la sincrona possiede per sua stessa natura, e che essa esercita spontaneamente sul sistema del quale fa parte.

L'Ing. SANTUARI alla particolare competenza del quale dobbiamo la serie di articoli già pubblicati qualche mese fa sulle macchine sincrone (1), completa ora il suo studio trattando di quelle asincrone considerate appunto come generatrici di sola potenza reattiva.

Nella puntata odierna vengono convenientemente illustrate le proprietà di funzionamento di tali macchine sotto questo particolare punto di vista e gli artifici che sono stati sfruttati per giungere alla completa utilizzazione delle proprietà stesse.

Onde elettromagnetiche ultracorte.

Nel campo delle radiocomunicazioni il progresso è ancora così rapido, che conviene rassegnarsi alla provvisorietà di molti concetti, che pure parrebbero fondamentali.

Valga l'esempio delle così dette onde corte. La rivalutazione operatasi nell'ultimo decennio, ed a cui diedero occasione, è giusto riconoscerlo, i risultati imprevisti di trasmissioni presso che dilettantistiche, ha portato in onore le così dette onde corte; le quali tengono ora il campo nelle trasmissioni a grande e media distanza ed han fatto praticamente tramontare le così dette onde lunghe. Esse occupano un intervallo di frequenze, che non si potrebbe definire con precisione se non convenzionalmente, ma che si aggira all'incirca, se si guarda alle trasmissioni transoceaniche, fra 6 e 26 milioni di periodi al secondo ossia fra lunghezze d'onda di 50 e di 12 metri.

Ma, stimolati dai successi ottenuti con queste onde e consci dell'utilità che potrebbero presentare, sotto determinati aspetti, onde ancor molto più corte, tecnici e studiosi hanno preso a sperimentare su queste ultime, cercando di produrle non solo con i procedimenti suggeriti dalla teoria classica dei triodi (procedimenti, che non sembrano consentire il raggiungimento di frequenze molto superiori a quelle accennate), ma anche con procedimenti nuovi, che utilizzano altri modi di comportamento dei triodi stessi e derivano principalmente da lavori di Barkhausen e Kurz.

Sembra trattarsi qui di vere e proprie oscillazioni interne di nubi di elettroni da un lato all'altro della griglia, nello spazio compreso fra filamento e placca del triodo. E' stato possibile produrre per questa via oscillazioni di frequenze superiori al miliardo di periodi, ossia lunghezze d'onda inferiori a 30 cm. E già se ne cominciano a tentare alcune importanti applicazioni tecniche, mentre altre sono alle viste; così che perfino la stampa politica si è interessata alla questione, specie dopo le recenti esperienze di radiocomunicazioni attraverso la Manica.

Un argomento così importante, in cui numerose e fondamentali questioni teoriche debbono ancora essere risolte, prima che la tecnica possa sentirsi sicura di dominarlo e di trarne il massimo frutto, non poteva non dar luogo ad una vasta e intensa attività scientifica in tutti i laboratori più moderni e più produttivi. E si constata con compiacimento, che anche da noi la questione viene autorevolmente studiata, non solo per opera del Dott. ROSTAGNI dell'Istituto Fisico di Torino (*), ma anche ed in particolare da parte del Prof. CARRARA dell'Istituto di Livorno, del quale pubblichiamo una nota, che ci sembra contenere alcune importanti osservazioni, su un nuovo schema a due triodi per la produzione delle onde ultracorte.

Norme italiane per i trasformatori di misura.

Pubblichiamo oggi lo schema delle nuove Norme per i trasformatori di misura, compilate dal competente Sottocomitato del Comitato Elettrotecnico Italiano, ricordando che chiunque abbia osservazioni e proposte da fare al riguardo deve comunicarle entro tre mesi da oggi alla Segreteria del C.E.I., in Via San Paolo, 10.

Rendiconti della XXXVI Riunione.

La iniziativa presa dalla Presidenza Generale di cedere quest'anno ad un prezzo eccezionalmente basso il volume dei Rendiconti della Riunione di Perugia, ha avuto un largo successo. Le prenotazioni sono già affluite, e continuano ad affluire, in quantità assai superiore a quella degli anni precedenti. E' così già assicurata una forte tiratura del grosso volume la cui preparazione è ormai molto avanzata.

Visto il crescente interessamento dei Soci per questa pubblicazione è stato deciso di prolungare il termine utile per la prenotazione a prezzo di favore fino a tutto dicembre 1931, ritenendo questo come termine irrevocabile oltre il quale il volume non potrà essere ceduto che ad un prezzo molto superiore a quello di prenotazione.

I Soci che non abbiano ancora mandato la loro adesione devono farlo subito. Gli Atti delle Riunioni non possono mancare nella biblioteca di nessun Socio dell'A.E.I.; in modo particolare ciò si deve dire degli Atti della XXXVI Riunione che comprendono argomenti di così vasta portata applicativa e di così grande importanza tecnica.

LA REDAZIONE.

(1) *L'Elettrotecnica* 1931, pagg. 262, 290, 313, 337, 363.

(*) Vedi *L'Elettrotecnica* del 25 novembre 1931, pag. 848.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUI SINCRONI E SUGLI ASINCRONI

B. SANTUARI

Comunicazione riassunta alla Sezione di Milano il 23 maggio 1930.
(Continuazione, v. N. 16, pag. 363)

III. - LE MACCHINE ASINCRONE IMPIEGATE QUALI CONDENSATORI-REATTORI ROTANTI.

1. - Nozioni generali.

La letteratura tecnica, in modo particolare quella tedesca, è stata negli ultimi anni ricca di pubblicazioni sui condensatori asincroni e sulle diverse possibilità d'impiego delle macchine asincrone eccitate [20].

Ora che un certo numero di condensatori asincroni si trova in servizio da parecchio tempo ci sembra opportuno di darne una breve descrizione, esponendone le caratteristiche fondamentali.

Tenteremo, nella quarta parte della memoria, di riassumere in una analisi imparziale i loro pregi e difetti in relazione alle esigenze di servizio degli impianti moderni per la produzione e trasmissione di energia.

L'idea di adibire una macchina asincrona alla produzione o all'assorbimento di sola potenza reattiva, regolabile ad un determinato valore a volontà, sembra presupporre nei banditori di questa idea il concetto che la macchina asincrona costituisca la forma generale della macchina a corrente alternata, della quale la sincrona si può considerare come una forma speciale derivata.

Nulla all'apparenza di più logico e più promettente del fatto di servirsi della macchina generale anche per la soluzione di un problema particolare risolto finora coll'impiego esclusivo di una delle sue forme speciali. L'idea sembrerebbe anzi allettante quanto mai.

Si è creduto infatti lecito ritenere che una applicazione simile possa avvantaggiarsi di tutti i pregi offerti dalle peculiari caratteristiche della macchina asincrona, che resterebbero intatte, mentre per contro parte di esse va sacrificata coll'impiego della macchina sincrona. I pregi delle macchine asincrone si aggiungerebbero a quelli propri delle sincrone.

Un secondo punto, e di importanza non trascurabile, ha contribuito esso pure a favorire la realizzazione di questa idea: la tendenza e la pratica europea di servirsi prevalentemente di motori asincroni anche per le medie e forti potenze, anzichè di usare, come per esempio si fa in America, dei motori sincroni.

E' probabile che siano stati questi i criteri che servirono di guida e di spinta all'Ing. Nehlsen, già noto favorevolmente nel mondo tecnico per i suoi lavori nel campo delle macchine trifasi a collettore per la compensazione del fattore di potenza dei motori asincroni, per propugnare l'idea della costruzione e dell'uso di condensatori-reattori asincroni.

L'iniziativa partita da lui incontrò dapprima l'opposizione generale.

Venne però in seguito raccolta da alcune case costruttrici le quali, dopo lunghi studi e prove minuziose, lanciarono sul mercato con sapiente propaganda le prime macchine di questo genere, vantandone i molteplici pregi.

Esse possono dirsi oggigiorno abbastanza diffuse negli stati nordici, specialmente in Germania e Norvegia. Ne furono pure installate delle unità in Francia e nel Giappone, mentre da noi esse sono press'a poco sconosciute. Sono state costruite per potenze unitarie fino a 30.000 kVA.

Il fatto di impiegare una macchina asincrona per farne un condensatore rotante può sembrare di primo acchito cosa per lo meno assai strana. Noi tutti infatti siamo abituati a vedere in una macchina asincrona un organo che funziona sempre da motore o da generatrice, e che assorbe in qualsiasi condizione di servizio una certa potenza reattiva dalla rete alla quale è allacciato: una macchina, in altre parole, a eccitazione puramente statorica.

Se però si pensa al fatto che esistono e sono già in funzione da molti anni svariati dispositivi che, applicati ad una macchina asincrona, permettono di diminuire, eliminare e invertire la sua richiesta di potenza reattiva, l'idea assume subito un aspetto più naturale.

Fatta astrazione dei condensatori statici, organi esterni alla macchina asincrona e la cui applicazione ne lascia intatte le caratteristiche proprie, questi dispositivi consistono sempre in macchine a collettore, singole o raggruppate a complessi (dispositivi in cascata), che alimentano l'avvolgimento rotorico della macchina asincrona.

Si ricorre quindi anche per la compensazione della potenza reattiva di queste macchine, come per le sincrone, alla eccitazione rotorica.

Essa deve avere luogo però, a differenza delle sincrone, non con corrente continua, ma con corrente pulsante alla frequenza di scorrimento, data appunto la caratteristica asincrona della macchina.

2. - Modo generale di funzionamento di una macchina asincrona con eccitazione rotorica.

Prima di passare alla descrizione dei condensatori asincroni e di esaminarne le caratteristiche, sarà conveniente di renderci conto sommariamente del modo generale di funzionamento della macchina asincrona, servendoci a tale scopo del solito diagramma vettoriale.

Lo semplificheremo per il nostro caso trascurando le perdite del ferro e l'influsso della reattanza dell'avvolgimento rotorico.

Ambedue le semplificazioni conducono a degli errori del tutto trascurabili per il nostro scopo e sono quindi giustificate.

Anzitutto le perdite nel ferro di una macchina ben costruita assumono un valore assai limitato; in secondo luogo i condensatori asincroni funzionano, come vedremo in seguito, tanto per necessità di cose che per convenienza, nei pressi immediati del sincronismo.

Perciò la frequenza di scorrimento della loro corrente rotorica è quasi nulla e questa corrente può considerarsi presso a poco come corrente continua a pulsazione assai lenta. La reattanza del loro avvolgimento rotorico scompare quindi praticamente dal calcolo.

Nei diagrammi seguenti gli indici 1 e 2 si riferiscono al circuito primario (statorico) e a quello secondario (rotorico), le lettere V, E, I e φ indicano le tensioni, le f.f.e.e.m.m., le correnti e gli angoli di fase.

In particolare:

I_μ - è la corrente di magnetizzazione (corrente a vuoto)
E_c - la f.e.m. impressa al rotore (f.e.m. di eccitazione)
E_n - la sua componente attiva
E_φ - la sua componente reattiva
r - la resistenza
x - la reattanza
s - lo scorrimento
α - il rapporto di trasformazione a rotore fermo tra secondario (rotore) e primario (statore).

Le relazioni fondamentali che sussistono fra queste grandezze sono note.

Esse sono precisamente:

a) Per le f.f.e.e.m.m. e tensioni primarie:

$$\overline{E}_1 = \overline{V}_1 + (-\overline{I}_1 r_1) + j\overline{I}_1 x_1 \qquad (18)$$

b) Per le correnti:

$$\overline{I}_\mu = \overline{I}_1 + \alpha \overline{I}_2 \qquad (19)$$

c) Per le f.f.e.e.m.m. secondarie:

$$s\overline{E}_2 + (-\overline{I}_2 r_2) + \overline{E}_c = 0 \qquad (20)$$

Si tenga conto inoltre che:

$$\overline{E}_2 = \alpha \overline{E}_1 \qquad (21)$$

e che

$$\overline{E}_c = \overline{E}_n + \overline{E}_\varphi \qquad (22)$$

Le relazioni (18), (19) e (20) possono essere raffigurate graficamente in diagrammi mediante tre poligoni di vettori.

Per la macchina asincrona priva di eccitazione rotorica la f.e.m. impressa al circuito rotorico E_c è nulla e perciò il diagramma di funzionamento assume la forma riprodotta a fig. 79.

[20] L'A. rimanda coloro che si interessano maggiormente all'argomento alla recente pubblicazione:
Dr. Ing. L. DREYFUS - Kommutatorenkaskaden und Phasenschieber - Berlin, Julius Springer 1931,
e all'esauriente indice bibliografico aggiunto in calce a questa pubblicazione.
Particolare valore riassuntivo hanno le pubblicazioni:
LIWSCHITZ - Die Asynchronmaschine, Starkstromtechnik I, pag. 383.
SEIZ - Wechselstrom-Kommutatormaschinen, Starkstromtechnik I, pag. 565 - Berlin, W. Ernst & Sohn. 1930.
SCHENKEL, SARFERT - Asynchronmaschinen fuer Wirk und Blindstrom, II Conferenza Mondiale dell'Energia, Berlino 1930.

La f.e.m. sE_2 indotta nel rotore serve unicamente a compensare la caduta ohmica di tensione $-I_2 r_2$ nell'avvolgimento rotorico.

Il diagramma ci dà conferma di due delle essenziali caratteristiche di funzionamento del motore asincrono.

Il suo scorrimento è tanto maggiore quanto più elevato è il valore del prodotto $I_2 r_2$ e cioè quanto è maggiore la caduta di tensione ohmica nel rotore.

Quando il motore funziona a vuoto la corrente I_2 è nulla. Per qualunque valore di r_2 lo scorrimento è nullo; quindi il motore gira praticamente in sincronismo e la sua velocità non può venir regolata mediante variazione della resistenza rotorica.

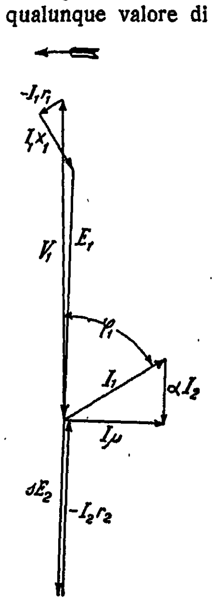


Fig. 79.
Diagramma vettoriale di una macchina asincrona non eccitata.

A carico invece lo scorrimento sarà tanto più elevato, e perciò la velocità tanto più ridotta, quanto maggiore è il prodotto $I_2 r_2$. Inserire resistenze nel circuito rotorico equivale a regolare la velocità del motore sotto carico, abbassandone il valore. Poichè la resistenza r_2 non può assumere mai valore negativo, non è possibile aumentare mediante resistenze rotoriche la velocità del motore sopra il sincronismo. Se la macchina asincrona funziona da generatrice, valgono le medesime considerazioni, opportunamente modificate e invertite.

Il diagramma fig. 79 ci insegna in secondo luogo che la corrente rotorica I_2 di una macchina asincrona, priva di eccitazione rotorica, essendo in quadratura con la corrente a vuoto (corrente magnetizzante) $I\mu$, non può compensare la potenza reattiva assorbita nel circuito primario. La corrente I_1 è sempre in ritardo rispetto alla tensione d'alimentazione V_1 dell'angolo φ_1.

Si supponga ora di aver trovato il modo di alimentare alla frequenza di scorrimento il rotore della macchina asincrona, applicando al suo avvolgimento una f.e.m. E_c (fig. 80).

La f.e.m. E_c può considerarsi (cfr. relazione 22) come la risultante di due componenti E_n e E_φ, la prima in fase, la seconda in quadratura colla f.e.m. indotta sE_2.

L'applicazione della f.e.m. E_c altera sostanzialmente il funzionamento della macchina asincrona.

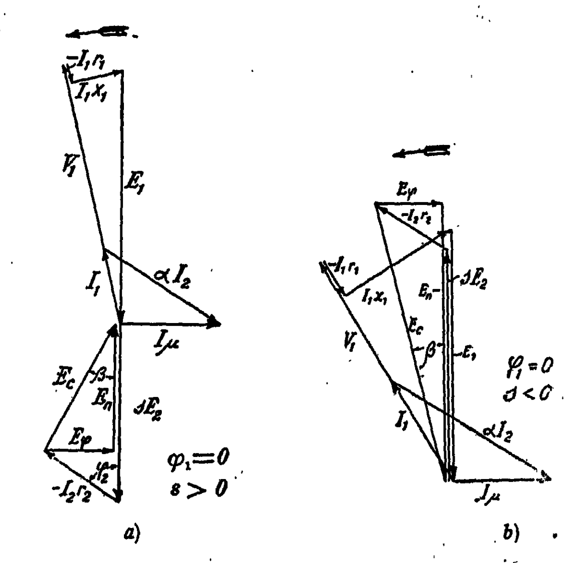


Fig. 80. — Diagramma vettoriale di una macchina asincrona eccitata.
a) Funzionamento in sottosincronismo.
b) Funzionamento in sovrasincronismo.

Si esamini anzitutto l'azione della componente in fase E_n.

Essa può considerarsi alla stregua della caduta di tensione ohmica prodotta dalla resistenza rotorica r_2 nel caso precedente, colla differenza che la f.e.m. E_n, che supponiamo per esempio generata da una macchina esterna a quella asincrona, può avere tanto senso contrario che senso eguale alla f.e.m. indotta sE_2.

Nel primo caso, come si è visto per il funzionamento della macchina asincrona priva di eccitazione rotorica, essa aumenterà lo scorrimento e quindi il grado di sottosincronismo in questa macchina (fig. 80a) e ne abbasserà perciò la velocità.

Nell'altro caso invece ne diminuirà lo scorrimento, l'annullerà (marcia sincrona) e lo aumenterà in senso negativo, tendendo a portarla, a seconda del valore di E_n, alla marcia in regime sovrasincrono (figura 80 b).

In dipendenza delle relazioni sussistenti tra la f.e.m. E_n e le altre grandezze proprie del funzionamento della macchina asincrona, per esempio la corrente I_2 questa macchina assumerà differenti caratteristiche.

Poniamo, per esempio, che E_n si mantenga costante, indifferentemente dalle condizioni di funzionamento della macchina asincrona e trascuriamo il valore della resistenza rotorica. Allora la macchina asincrona marcerà ad una velocità praticamente costante, indipendentemente dalla entità e dal senso del carico, in regime sotto o sovrasincrono, a seconda del valore e del senso di E_n.

Si passi ora all'esame dell'azione della componente in quadratura $E\varphi$. Essa, appunto perchè in quadratura colla f.e.m. secondaria sE_2, è in fase colla corrente a vuoto $I\mu$ (fig. 80).

Se ha senso eguale a quello di $I\mu$, la sua azione può essere ritenuta equivalente ad una tensione che dia luogo nell'avvolgimento rotorico (secondario) della macchina asincrona ad una componente di I_2 in fase colla corrente primaria a vuoto $I\mu$. Questa componente di I_2 avrà la tendenza a compensare $I\mu$ e quindi la potenza reattiva assorbita dal primario della macchina asincrona (figg. 80 a, 80 b).

L'entità della compensazione dipende dal valore di $E\varphi$: se scelto opportunamente, la macchina asincrona funzionerà in regime sovraeccitato.

Nelle figg. 80 a e 80 b il valore di $E\varphi$ è bastante per compensare completamente la richiesta di potenza reattiva ($\cos\varphi_1 = 1{,}0$).

Quando $E\varphi$ fosse invece in opposizione di fase con $I\mu$, succederà l'effetto contrario. Verrà aumentato il valore della potenza reattiva assorbita dalla macchina asincrona, che funzionerà quindi in regime sempre più sottoeccitato.

Poniamo a mo' d'esempio che il valore e il senso di $E\varphi$ siano del tutto indipendenti dalle condizioni di funzionamento della macchina asincrona. Se oltre a ciò trascuriamo l'influsso della reattanza primaria x_1, la potenza reattiva erogata od assorbita dalla macchina asincrona sarà dettata unicamente dalla tensione secondaria $E\varphi$ in qualsiasi condizione di funzionamento.

L'azione della componente in quadratura $E\varphi$ della f. e. m. applicata al rotore equivale per una macchina asincrona in sostanza all'applicazione di una tensione di eccitazione agli anelli di una macchina sincrona, colla differenza che, mentre la macchina sincrona non consente praticamente di venire contro-eccitata, perchè perde la stabilità, quella asincrona consente una contro-eccitazione di valore assai elevato, non essendo essa legata alla velocità di sincronismo.

Si vede dunque che colla applicazione di una f.e.m. E_c, pulsante alla frequenza di scorrimento, all'avvolgimento rotorico di una macchina asincrona si possono variarne a volontà le caratteristiche di funzionamento, sempre s'intende nei limiti consentiti dalla costruzione della macchina e della sua eccitatrice, tanto per quello che riguarda la sua velocità quanto la sua potenza reattiva.

Il modo di variazione, dettato dallo scopo al quale dovrà essere destinato l'uso della macchina asincrona, sarà fissato dalle leggi che determineranno le variazioni della tensione E_c in grandezza e direzione applicata al suo rotore colle condizioni di funzionamento della macchina asincrona.

Appare dunque chiaro quanto sia vasto il campo d'applicazione dei sistemi di eccitazione delle macchine asincrone e si spiega anche facilmente il numero stragrande di disposizioni speciali studiate e messe in opera a questo scopo [21].

Il nostro esame però deve limitarsi al campo dei condensatori-reattori asincroni, destinati unicamente a produrre o assorbire potenza reattiva.

Le considerazioni svolte fin qui ci mettono in grado di trovare facilmente il modo di far funzionare una macchina asincrona da condensatore-reattore.

Basta evidentemente applicare al suo avvolgimento rotorico una f. e. m. E_c, pulsante alla frequenza di scorrimento, in quadratura ($\beta = 90°$) colla f. e. m. E_2 indotta nel rotore (figg. 81 a e 81 b).

Conviene però, per molte ragioni, fissare la posizione di E_c rispetto a E_2 in modo che essa abbia una leggera azione anche sulla velocità del condensatore, tendendo a portarla in tutta prossimità del sincronismo. Questo artificio può servire da un lato a ridurre la potenza di eccitazione, mentre dall'altro lato può aumentare la potenza reattiva massima che può dare la macchina.

E' ovvio infatti, e il significato fisico del fenomeno ce lo spiega chiaramente, che, quanto più una macchina è vicina al sincronismo, tanto minore potenza di eccitazione essa richiede per dare una determinata potenza reattiva.

Le macchine sincrone per es., sono costrette per la essenza stessa del loro comportamento a funzionare in queste condizioni ottime.

Per determinare le caratteristiche di eccitazione di una macchina asincrona converrà tener conto inoltre dell'effetto della reattanza pri-

---

(21) Cfr. L. Dreyfus - l. c.

maria x_1 che non è trascurabile, perchè influisce sensibilmente sul grado di sovra- e sottoeccitazione.

Un altro elemento, o meglio un complesso di elementi, interviene ad alterare in peggio il funzionamento di una macchina asincrona eccitata e quello del suo sistema di eccitazione, specialmente se essa deve funzionare con scorrimenti di valore variabile entro vasti limiti.

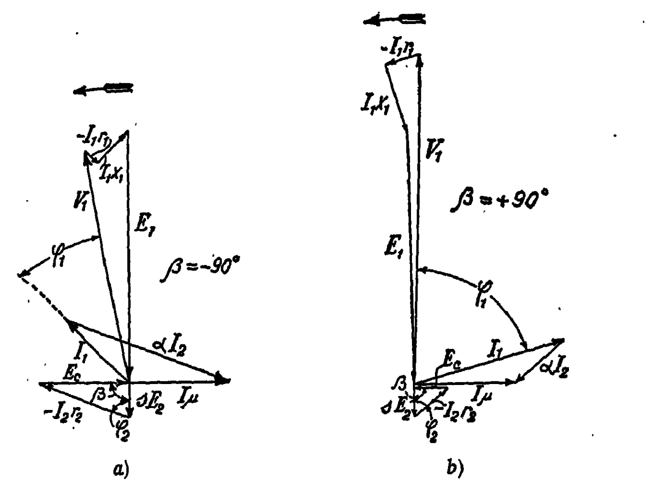


Fig. 81. — Diagramma vettoriale di un condensatore-reattore asincrono.
a) Funzionamento in regime eccitato.
b) Funzionamento in regime controeccitato.

Esso si esplica praticamente nell'influsso vicendevole che hanno le azioni delle due componenti di E_c, una rispetto all'altra. Queste azioni non sono allora più del tutto indipendenti fra di loro: succede invece che l'azione di E_n si ripercuote su quella di E_φ e sulla potenza reattiva e viceversa. Se i valori di scorrimento oltrepassano poi certi limiti è facile che, attraverso il sistema di eccitazione, queste azioni arrivino a invertirsi gradatamente coll'aumento dello scorrimento fino al punto da rendere una regolazione assolutamente impossibile. Il mezzo più ovvio e maggiormente usato per togliere questo grave inconveniente consiste nell'eliminare dai circuiti percorsi dalle correnti a frequenza di scorrimento l'influsso della loro reattanza variabile. Ma una eliminazione radicale non è sempre possibile.

Tuttavia per la classe dei condensatori asincroni le cose sono molto più semplici, dato l'esiguo valore della frequenza di scorrimento.

Una categoria particolare di queste macchine può essere costituita dai motori asincroni autocompensati di determinate caratteristiche (per es., i motori del tipo Sartori), che si prestano all'impiego quali condensatori asincroni. La loro trattazione esula però dal campo che ci siamo proposti di esaminare, che è quello degli asincroni muniti di eccitatrice speciale separata.

3. - Eccitatrici e sistemi di eccitazione.

Per alimentare il rotore di un asincrono bisogna ricorrere in tutti i casi a un collettore, che converta alla frequenza di scorrimento la f.e.m. E_c, convenientemente generata o convertita in avvolgimenti che possono essere collocati nell'asincrono stesso (esempio: i motori asincroni compensati) o in avvolgimenti facenti parte di una macchina separata (eccitatrice).



Fig. 82. — Compensatore di fase Leblanc-Scherbius con motore di comando [Sachsenwerk (S. W.)].

Le eccitatrici degli asincroni sono quindi macchine a collettore, generalmente previste per corrente trifase. Possono però funzionare anche a corrente bifase (non abbiamo però notizia di nessuna applicazione pratica di questo concetto), o a corrente monofase, raggruppate a due in modo da costituire un complesso bifase, se il rotore dell'asincrono è munito di avvolgimento bifase. Questa disposizione riesce conveniente solo per casi speciali, quando la potenza di eccitazione della macchina asincrona è talmente elevata da rendere necessario l'uso di una eccitatrice doppia. E' stata impiegata per il controllo della velocità e potenza di grosse macchine asincrone.

Una seconda condizione deve essere soddisfatta per potere eccitare un asincrono. Bisogna precisamente che il suo sistema di eccitazione abbia caratteristiche tali da poter imprimere in qualsiasi momento al rotore una determinata eccitazione, nonostante che l'asincrono funzioni a vuoto, non solo, ma che la sua azione non si inverta automaticamente in caso di brusche fluttuazioni di frequenza, quando l'asincrono funziona da macchina tampone e passa temporaneamente dalla marcia come motore a quella come generatrice.

Il tipo di eccitatrice d'uso più comune e di costruzione più semplice per la eccitazione (compensazione) dei motori asincroni è il così detto compensatore di fase Leblanc-Scherbius (fig. 82). Esso consta essenzialmente di un indotto avvolto in modo simile a quello delle macchine a corrente continua, munito di collettore, ma privo di statore (figg. 83,84). Al collettore sono applicati tre sistemi di spazzole spostati di 120°, che sono collegati in cascata colle tre fasi del rotore della macchina asincrona da compensare.

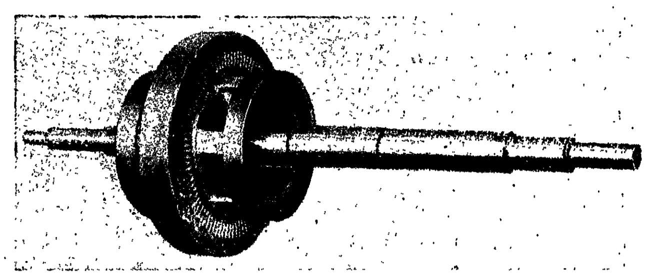


Fig. 83. — Circuito magnetico, privo di avvolgimenti, di un compensatore di fase Leblanc-Scherbius (S. W.).

Se si alimenta questo indotto con una corrente trifase di una frequenza qualsiasi, per esempio della frequenza di scorrimento, si forma nel suo circuito magnetico una campo che ruota ad una velocità proporzionale a questa frequenza. Per assicurare una completa chiusura del circuito magnetico, facilitare e rendere più intensa la formazione del campo, si applica all'indotto stesso un pacco lamellare in forma di anello che lo abbraccia e che ruota generalmente in modo solidale coll'indotto.

Fin che esso sta fermo, la macchina funziona da bobina di reattanza e aumenta perciò la richiesta di potenza reattiva della macchina asincrona. La f.e.m. generata nel compensatore è infatti in ritardo di 90° sulla corrente che ne percorre gli avvolgimenti.

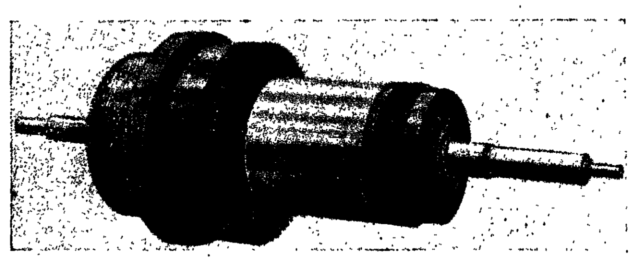


Fig. 84. — Rotore completo di un compensatore Leblanc-Scherbius (S. W.).

Se però con un mezzo qualsiasi si fa girare l'indotto in senso concomitante a quello del campo rotante, le cose mutano d'aspetto. La velocità relativa fra il campo e le spire d'indotto diminuisce. Si noti che la f. e. m. generata è proporzionale alla differenza fra la velocità di rotazione dell'indotto e quella del campo rotante. Se la prima è sincrona, la f.e.m. è nulla; l'indotto è percorso da corrente continua e si comporta come una pura resistenza ohmica. Aumentando ulteriormente la velocità la f.e.m. cambia di direzione e la corrente rotorica della macchina asincrona viene a trovarsi in anticipo di 90° sulla tensione alle spazzole del compensatore. Quest'ultimo funziona da condensatore, la macchina asincrona viene compensata e ne viene ridotta o eliminata la potenza reattiva assorbita.

Il grado di compensazione dipende in pratica esclusivamente dal valore della corrente rotorica e perciò dalle condizioni di carico della macchina asincrona, fissate una volta le caratteristiche di questa macchina del compensatore e il grado di sovra-sincronismo del compensatore stesso.

Se la macchina asincrona funziona a vuoto, la corrente rotorica è nulla e quindi nulla anche la compensazione. Se poi per una ragione qualsiasi la macchina asincrona passa dal funzionamento da motore

quello da generatrice il senso di rotazione del campo rotante nel circuito magnetico del compensatore si inverte e si inverte perciò la azione di quest'ultimo. Esso funziona da bobina di reattanza e aumenta la potenza reattiva assorbita dalla macchina asincrona, anzichè diminuirla.

Per queste ragioni il compensatore Leblanc-Scherbius non si presta a servire da eccitatrice ad un condensatore asincrono.

Le macchine a collettore che possono essere impiegate a questo scopo si possono scindere in due grandi categorie principali, a seconda del modo e della frequenza della corrente con la quale vengono eccitate.

Esse possono essere :

1°) Macchine ad eccitazione rotorica. — La loro eccitazione ha luogo dal rotore mediante corrente alla frequenza della rete alla quale è allacciato l'asincrono.

2°) Macchine ad eccitazione statorica. — Esse vengono eccitate nello statore con corrente pulsante alla frequenza di scorrimento.

Prototipo delle macchine a collettore ad eccitazione rotorica è la cosidetta convertitrice diasincrona di frequenza. Convertitrice, perchè ha alcune caratteristiche costruttive simili a quelle delle convertitrici sincrone, e perchè converte effettivamente la frequenza da un valore ad un altro; diasincrona perchè la sua velocità non è legata al sincronismo rispetto alla frequenza della rete che provvede alla sua eccitazione e alla alimentazione dell'asincrono, poichè può passare attraverso il sincronismo stesso.

La convertitrice diasincrona di frequenza (fig. 85) è costituita es-

se f_m è la frequenza che corrisponde alla velocità di rotazione dell'indotto.

Si vede quindi che, collegando opportunamente la convertitrice diasincrona e calettandola sullo stesso albero della macchina asincrona, alle sue spazzole comparirà sempre la frequenza di scorrimento della macchina asincrona, qualunque sia il valore della velocità del complesso. Basta che il numero dei poli della convertitrice sia eguale a quello dei poli della macchina asincrona.

I numeri dei poli delle macchine dovranno stare fra di loro in rapporto inverso alle loro velocità, se l'accoppiamento, che deve essere sempre assolutamente rigido, verrà fatto per mezzo di un sistema di trasmissione.

La tensione alle spazzole della convertitrice di frequenza sarà spostata rispetto alla tensione di scorrimento della macchina asincrona di un angolo di valore ben definito, praticamente indipendente dal carico, che potrà venire registrato a volontà spostando opportunamente le spazzole della convertitrice o la fase della tensione che la alimenta. Per l'eccitazione di condensatori- reattori asincroni quest'angolo deve essere, come abbiamo visto, di circa 90°.

Il valore efficace della tensione alle spazzole della convertitrice è poi del tutto indipendente dal valore dello scorrimento e sarà nel caso più semplice eguale a quello della tensione agli anelli. In pratica, se si fa astrazione dalla corrente di magnetizzazione, corrente agli anelli e corrente alle spazzole della convertitrice saranno eguali fra di loro.

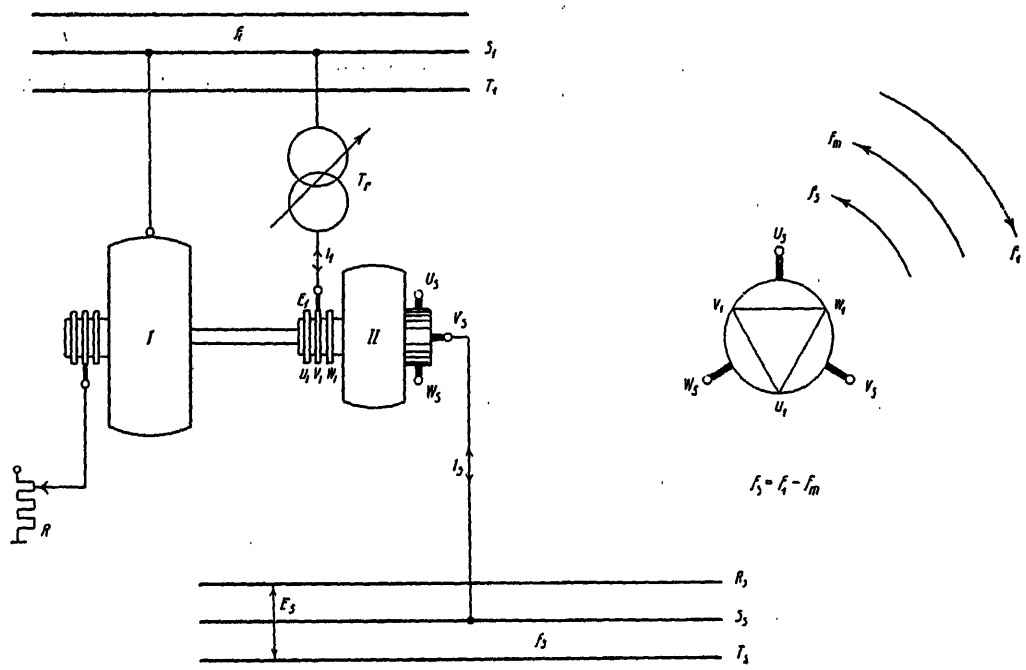


Fig. 85. — Schema di funzionamento di una convertitrice diasincrona di frequenza

senzialmente da un indotto simile a quello di una convertitrice sincrona, munito di un avvolgimento collegato da un lato ad un collettore provvisto di tre sistemi di spazzole U_s, V_s, W_s e dall'altro lato allacciato, in tre punti a 120° fra di loro, a tre anelli U_1, V_1, W_1. All'indotto è applicato esternamente, come per il compensatore di fase, un anello di lamierino privo di avvolgimento. Esso può rotare solidamente coll'indotto stesso.

Se si allacciano i tre anelli ad un sistema trifase R_1, S_1, T_1, si forma, a indotto fermo, un campo rotante che, essendo f_1 la frequenza del sistema e p il numero delle coppie di poli della convertitrice, ruota alla velocità

$$n_1 = \frac{60\, f_1}{s}$$

Ai punti U_1, V_1, W_1 si avrà la tensione concatenata E_1 del sistema, che nel caso più semplice sarà eguale a quella E_s alle spazzole U_s, V_s, W_s. Frequenza alle spazzole e agli anelli saranno in questo caso identiche fra di loro.

Il campo rotante che si forma induce nell'indotto una f.e.m. che si ripartisce in modo uniforme su tutte le spire. Se l'indotto viene fatto rotare mediante il motore asincrono I, la velocità del campo rotante rimane inalterata, mentre quella relativa fra il campo e le spazzole diventerà maggiore o minore a seconda del senso di rotazione dell'indotto. In corrispondenza verrà modificata la frequenza f_s alle spazzole. Se per esempio l'indotto viene fatto rotare nel senso indicato dalla figura, cioè in direzione opposta al campo rotante, la frequenza f_s diminuisce e si avrà :

$$f_s = f_1 - f_m$$

Ragioni costruttive e difficoltà di commutazione non permettono però di costruire la convertitrice diasincrona che per potenze assai limitate. Il suo impiego esige inoltre che gli apparecchi di regolazione usati per variare la corrente di alimentazione della convertitrice siano

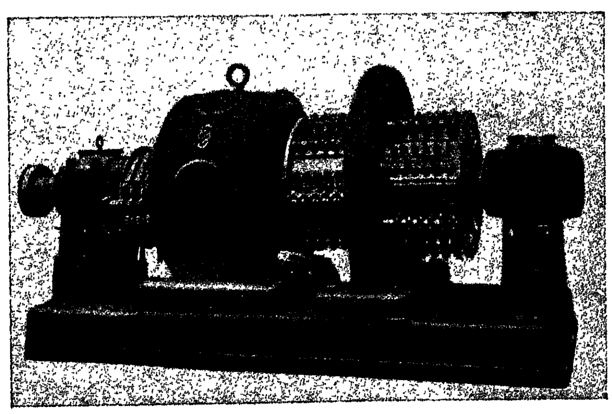


Fig. 86. — Eccitatrice trifase a eccitazione rotorica (S. S. W.).

proporzionati per tutta la potenza di questa macchina. Queste sono in sostanza le ragioni per cui essa non può venire impiegata da sè sola che per macchine di potenza assai limitata.

Si è però trovato modo di estenderne il campo di applicazione e di elevarne la potenzialità, provvedendo la convertitrice di uno statore

munito di un avvolgimento di compensazione distribuito uniformemente sulla periferia, per il quale passa tutta la corrente erogata dal collettore.

Questo avvolgimento compensa completamente il campo prodotto dalla corrente dell'indotto della macchina a collettore e ne agevola le condizioni di commutazione. La macchina così modificata perde le caratteristiche di convertitrice vera e propria e diventa una macchina a collettore ad eccitazione rotorica (figg. 86, 87), la quale può funzionare in qualsiasi condizione, da motore o da generatrice, in regime sotto o sovrasincrono, attraverso il sincronismo.

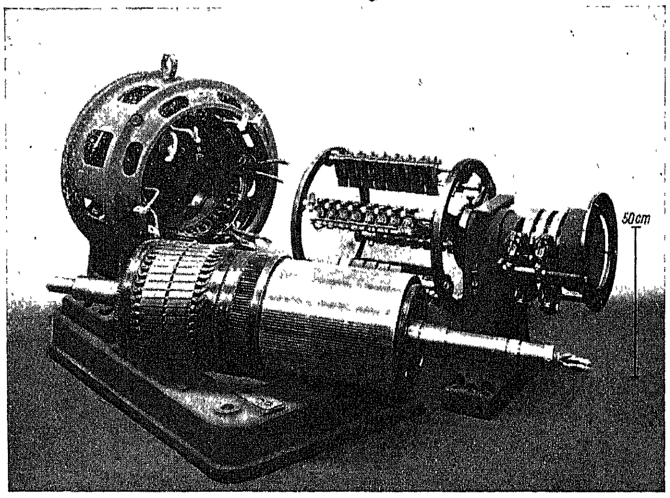


Fig. 87. — Eccitatrice trifase a eccitazione rotorica, scomposta nelle sue parti (S. S. W.).

Il rapporto fra la frequenza al collettore e quella agli anelli resta invariato come quello della convertitrice. La sua potenza di eccitazione viene invece ridotta sensibilmente e quindi anche gli organi di regolazione, che devono essere previsti per questa potenza, assumono dimensione e costo sensibilmente più limitati. In genere la corrente di eccitazione di una macchina di questa specie può importare un valore variante fra la metà e la terza parte della corrente alle spazzole del collettore.

La rappresentante più diffusa dell'altra categoria, cioè delle macchine a collettore a eccitazione statorica, è la cosidetta macchina Scherbius. Essa, come tutte le altre macchine congeneri, viene eccitata nello statore a mezzo di corrente avente la frequenza di scorrimento.

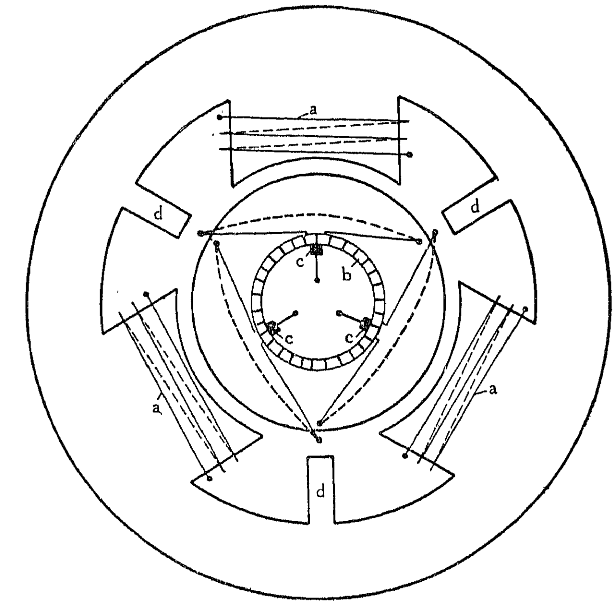


Fig. 88. — Collegamenti schematici di una eccitatrice Scherbius.
a - poli principali — *b* - collettore — *c* - spazzole — *d* - poli ausiliari

Essa funziona con corrente trifase e le sue caratteristiche principali (fig. 88) sono date dall'impiego del passo d'avvolgimento raccorciato a 120° nello statore e nel rotore e dall'adozione di un indotto normale per macchine a corrente continua, mentre lo statore è provvisto in genere di poli salienti (principali ed ausiliari) e di avvolgimento di compensazione.

L'uso del passo d'avvolgimento raccorciato impedisce che nella macchina Scherbius si formi in campo rotante vero e proprio, come in altre macchine trifasi a collettore. Per questo e altri motivi la macchina Scherbius può venire considerata come una macchina trifase costituita dalla fusione di tre macchine monofasi a collettore in una sola, delle quali ciascuna funziona in modo analogo a quello di una macchina a corrente continua. Il comportamento di ogni polo può venire quindi esaminato singolarmente. A differenza delle macchine a corrente continua il numero dei poli della macchina Scherbius è multiplo di tre anzichè di 2.

Il calcolo e il dimensionamento di questa macchina è assai laborioso. Con opportuni accorgimenti nel proporzionare e disporre gli avvolgimenti singoli dello statore (avvolgimenti di eccitazione, di compensazione, e di commutazione), si ottengono dalla macchina Scherbius le caratteristiche seguenti indispensabili al suo buon funzionamento.

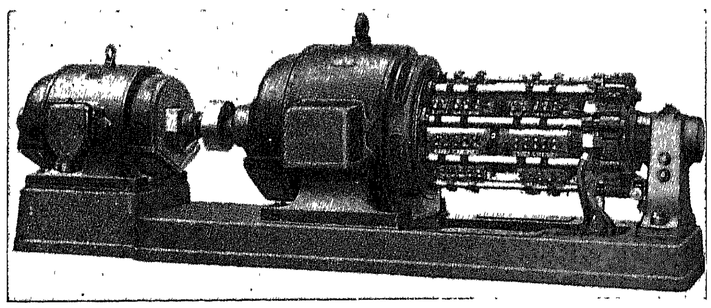


Fig. 89. — Eccitatrice trifase ad eccitazione statorica in derivazione con motore di comando (S. W.).

La tensione al collettore è proporzionale, come in qualsiasi macchina a corrente continua, al prodotto del flusso di induzione per il numero dei giri; a velocità costante e in regime non saturato essa è quindi proporzionale alla corrente di eccitazione. E' inoltre del tutto indipendente dal valore della frequenza di scorrimento e in fase col flusso di eccitazione.

La frequenza della tensione al collettore è necessariamente eguale a quella della corrente di eccitazione (frequenza di scorrimento).

La macchina Scherbius ha sulla macchina a collettore a eccitazione rotorica press'a poco gli stessi vantaggi che il motore monofase a collettore in serie ha sul motore a repulsione: non è legata p. es. per ragioni di commutazione a velocità prossime a quella di sincronismo e può venire fatta funzionare in eccellenti condizioni tanto in regime elevato di sotto-sincronismo che di sovra-sincronismo.

Come una macchina comune a corrente continua essa può venire eccitata in derivazione, in serie, venire provvista di eccitazione composta e venire eccitata separatamente, a seconda degli scopi a cui è destinata.

Per l'eccitazione di condensatori asincroni essa è provvista generalmente di campo in derivazione o alimentato separatamente (figure 93, 94).

Altro tipo di macchina a collettore a eccitazione statorica di impiego diffuso è la eccitatrice trifase in derivazione a fig. 89. E' provvista di un indotto identico a quello delle macchine a corrente continua (fig. 90), munito di collettore e di tre serie di spazzole disposte a 120° (fig. 91). Lo statore porta un avvolgimento distribuito uniformemente su tutta la periferia, che consta di un avvolgimento trifase di compensazione percorso dalla corrente di indotto, il cui numero di amperespire è tenuto per ragioni di stabilità e di commutazione superiore a quello dell'indotto, e di un secondo avvolgimento trifase in derivazione alimentato dalla tensione ai morsetti dell'eccitatrice.

Essa si eccita da sè come qualsiasi macchina in derivazione.

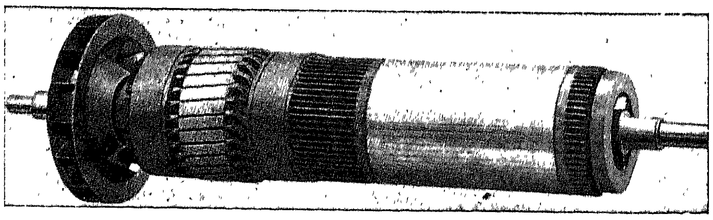


Fig. 90. — Indotto di una eccitatrice trifase a eccitazione statorica in derivazione (S. W.).

Difetto comune a tutte le macchine a eccitazione statorica è quello di non permettere da sè sole la controeccitazione. Per renderle atte a questo scopo bisogna alimentare il loro circuito di campo non più in derivazione (figg. 93 *a*, 94 *a*), ma mediante una sorgente separata che è costituita da una macchina a collettore a eccitazione rotorica. E' sufficiente a questo scopo una piccola eccitatrice ausiliaria, che in genere

è costituita da una semplice convertitrice diasincrona di frequenza b_1 calettata sull'albero del condensatore asincrono (fig. 93 *b*, 94 *b*), oppure azionata rigidamente da esso mediante ingranaggi.

La potenza per la quale va prevista l'eccitatrice ausiliaria è dell'ordine di pochi centesimi di quella della eccitatrice principale.

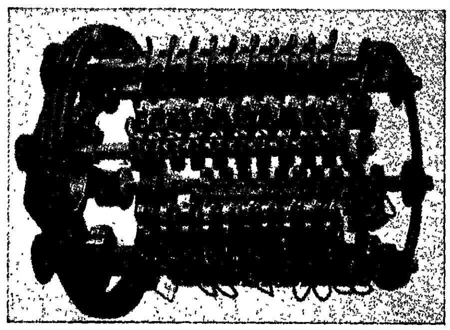
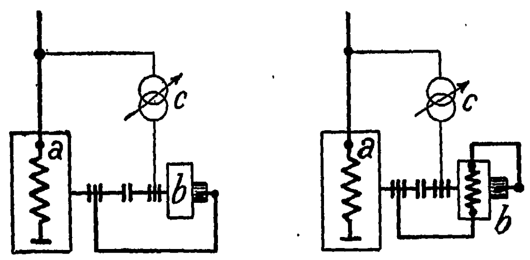


Fig. 91. — Portaspazzole di una eccitatrice trifase a eccitazione statorica in derivazione (S. W.).

Le macchine a collettore a eccitazione rotorica devono venire azionate direttamente dall'albero del condensatore asincrono, sul quale possono essere calettate (fig. 92 *a*, 92 *b*), o accoppiate meccanicamente mediante ingranaggi (non mediante cinghie perchè non è ammissibile il minimo slittamento), oppure elettricamente mediante comando per mezzo di un motore sincrono alimentato da un alternatore sincrono calettato sull'albero del condensatore asincrono. Le macchine a eccitazione statorica possono invece venire comandate direttamente dall'albero dell'asincrono (figg. 93 *a*, 93 *b*), quanto azionate indipendentemente, formando per esempio gruppi separati di eccitazione comandati da motori asincroni (figg. 94 *a*, 94 *b*).



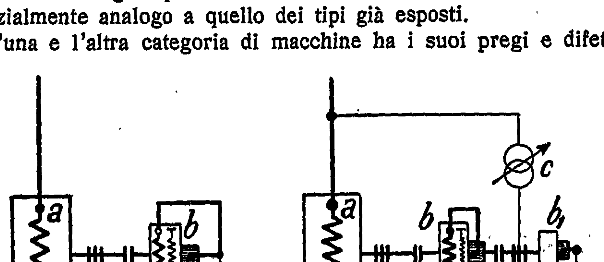
a). *b*)

Fig. 92. — Schemi d'eccitazione di condensatori-reattori asincroni con eccitatrici ad eccitazione rotorica.

a) Con convertitrice diasincrona di frequenza.
b) Con eccitatrice ad eccitazione rotorica.

Non è il caso di passare in rassegna altri tipi di eccitatrici trifasi dell'una e dell'altra categoria, perchè essi differiscono da quelle descritte solo in singole particolarità costruttive. Il loro funzionamento è sostanzialmente analogo a quello dei tipi già esposti.

L'una e l'altra categoria di macchine ha i suoi pregi e difetti.



a) *b*)

Fig. 93 — Schemi d'eccitazione di condensatori-reattori asincroni con eccitatrici ad eccitazione statorica direttamente accoppiate.

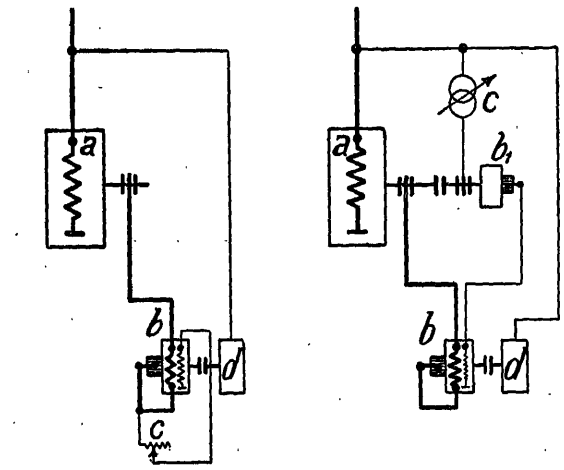
a) Eccitazione in derivazione.
b) Eccitazione separata.

Le macchine a eccitazione rotorica consentono senz'altro la controeccitazione dei condensatori, estendono quindi il campo d'impiego dello stesso modello di macchina senza necessità di ricorrere ad accorgimenti costruttivi speciali.

Esse sono però in sostanza delle macchine a collettore a frequenza industriale, perchè legate alla frequenza di alimentazione degli anelli del rotore e quindi possono venire costruite solo per potenze non troppo elevate. Il loro limite di potenza, a seconda del numero dei poli, non dovrebbe per il tipo compensato oltrepassare i 300 kVA. Questa potenza però è sufficiente per eccitare condensatori asincroni anche di potenza elevatissima.

Il loro schema di collegamento per date condizioni di variazione di potenza reattiva è in genere più semplice e più chiaro. Più univoco risulta anche il funzionamento degli apparecchi di regolazione.

Richiedono invece, come si è visto, un collegamento rigido coll'albero del condensatore asincrono, e, se calettate direttamente, aumentano perciò considerevolmente la lunghezza totale del gruppo.



a) *b*)

Fig. 94. — Schemi di eccitazione di condensatori-reattori asincroni con eccitatrici ad eccitazione statorica formanti parte di gruppetti separati.

a) Eccitazione in derivazione.
b) Eccitazione separata.

Le macchine a eccitazione statorica possono venire invece costruite per potenze molto più elevate e far parte di gruppetti di eccitazione separati.

Devono però anch'esse ricorrere all'impiego di macchine ausiliarie a eccitazione rotorica se a loro si richiede, come generalmente si usa, anche la controeccitazione della macchina asincrona.

Per l'eccitazione degli asincroni non è naturalmente nè concepibile, nè attuabile un sistema di eccitazione centralizzata.

La regolazione della potenza reattiva dei condensatori asincroni si fa variando la corrente di eccitazione delle macchine a collettore destinate ad eccitare il condensatore. Nè più nè meno di quanto ha luogo con le macchine sincrone. Premesso che la eccitazione delle macchine a collettore avviene con corrente alternata (quasi esclusivamente trifase), svariati possono essere gli apparecchi di regolazione (*c* delle figg. 92, 93, 94). La adozione di un tipo piuttosto che di un altro dipende anzitutto dalle caratteristiche di regolazione che si vogliono ottenere, dal grado di rapidità della regolazione, dalle caratteristiche del sistema di eccitazione, dalla potenzialità della macchina e non in ultima linea dall'arbitrio del costruttore.

Per le convertitrici diasincrone di frequenza si ricorre in molti casi allo spostamento delle spazzole. In questi casi il collettore è munito generalmente di due sistemi di spazzole che si spostano uno in senso contrario all'altro. Lo spostamento avviene in modo simmetrico rispetto alla posizione zero se non si vuole introdurre nel circuito rotorico del condensatore una componente in fase, oltre a quella in quadratura, la quale varia inutilmente la velocità del condensatore contemporaneamente alla sua potenza reattiva.

Per le convertitrici di frequenza e gli altri tipi di eccitatrici si possono usare trasformatori a rapporto variabile, i quali però consentono di variare la tensione di eccitazione dell'eccitatrice e quindi la potenza reattiva dei condensatori in modo più o meno grossolano, regolatori ad induzione del tipo doppio (appunto per non spostare il vettore della tensione di eccitazione e variare la velocità dei condensatori), reostati trifasi ecc. Questi ultimi sono impiegati in modo speciale da una casa costruttrice per la regolazione dei condensatori eccitati da macchine a collettore a eccitazione statorica in derivazione o alimentate da convertitrici diasincrone di frequenza.

I diversi apparecchi di regolazione vengono o manovrati a mano, o a mezzo di motorino o servomotore in olio. Essi possono essere anche controllati da regolatori automatici di tensione.

Le dimensioni degli apparecchi di regolazione dipendono, astrazione fatta dalla potenzialità, dalle caratteristiche di velocità del condensatore asincrono, dal tipo di eccitatrice usata. Sono massime per le convertitrici diasincrone di frequenza, se usate da sole, e minime per queste convertitrici se alimentano alla loro volta una eccitatrice a eccitazione rotorica.

La soluzione ideale sarebbe certo quella della regolazione della potenza reattiva dei condensatori asincroni per mezzo di corrente continua. Essa consentirebbe di ridurre al minimo, come è stato già detto, la potenza di eccitazione e quindi assicurerebbe il minimo ingombro e la massima semplicità nella costruzione degli apparecchi di regolazione. Disgraziatamente non si vede la possibilità di costruire macchine trifasi a collettore eccitate a corrente continua se non ricorrendo a macchine con statore e indotto girevoli. La eccitazione a corrente continua si è fatta e si fa in molti casi attraverso gruppi ausiliari sincroni di eccitazione che alimentano direttamente il circuito di campo della eccitatrice trifase, se a eccitazione rotorica, o la convertitrice sussidiaria di frequenza, se essa a sua volta eccita una macchina a eccitazione statorica.

Questa soluzione però, se semplifica gli organi di regolazione, introduce nello schema un'ulteriore complicazione e porta con sè altri svantaggi, su cui non è il caso di dilungarsi. Essa non entra perciò in considerazione per l'eccitazione di condensatori asincroni.

4. - Avviamento e particolari costruttivi.

L'avviamento dei condensatori sincroni, e in via generale quello dei motori sincroni, è stato considerato fino a pochi anni fa uno dei punti deboli del funzionamento di queste macchine, perchè sembrava, o richiedere qualche complicazione, oppure dar luogo a correnti eccessive nel periodo d'avviamento.

Le mutate condizioni di esercizio (sistemi di grande potenza con collegamenti a forte reattanza, ecc.) e i progressi nella tecnica delle costruzioni hanno approntato mezzi e metodi che hanno permesso di ovviare, se non del tutto, almeno in gran parte a questi inconvenienti.

I mezzi consistono in sostanza nell'applicazione di poli massicci o di gabbie di scoiattolo al rotore dei sincroni, di autotrasformatori, trasformatori a prese e bobine di selfinduzione, o di motori di lancio. Questi ultimi si adottano da noi per l'avviamento delle unità di potenza superiore ad un certo limite. In America invece l'uso contemporaneo di gabbie di scoiattolo con trasformatori a prese, o autotrasformatori d'avviamento, si fa anche con sincroni delle potenze massime costruiti finora.

In Europa è stata forse data in molti casi importanza eccessiva allo spunto di corrente d'avviamento e perciò vi è stata sempre una certa tendenza a complicare le cose anche per i sincroni di media potenza, installati in impianti di grande potenzialità e ubicati dove certe precauzioni potevano risultare superflue.

E' naturale quindi che l'avvento dei nuovi condensatori asincroni abbia fatto nascere in molti tecnici la ferma speranza di vedere risolti col loro impiego, e in maniera radicale, i problemi di avviamento e di messa in funzione.

Un condensatore asincrono, si è detto, non è infine altro che un motore asincrono che marcia a vuoto e viene quindi a trovarsi nelle migliori condizioni per permettere di esser messo in servizio colle manovre e coi mezzi più semplici. Come macchina asincrona non ha bisogno di apparecchiatura di messa in parallelo. Basta collegarlo senz'altro alla rete e avviarlo per mezzo di un reostato inserito nel circuito rotorico, escludendone gradatamente le resistenze, per poi commutare questo circuito sull'indotto della eccitatrice.

Considerati un po' più da vicino i fenomeni che si svolgono all'avviamento e le leggi che lo regolano, si vede facilmente che le cose non sono poi così semplici come appaiono a prima vista e che esse giustificano solo in parte le speranze di coloro che sotto questo punto di vista potevano vedere negli asincroni i condensatori-reattori rotanti ideali.

Diciamo subito che anche per gli asincroni ragioni di economia di costo d'impianto e d'esercizio, non solo, ma necessità costruttive impongono di ricorrere per la messa in marcia a mezzi analoghi a quelli più complessi in uso per i sincroni, quando le macchine superino una certa potenza.

Una macchina asincrona si comporta da fermo come un vero e proprio trasformatore a forte dispersione che assorbe una corrente a vuoto di valore elevato. A rotore fermo (fig. 79) e circuito secondario aperto lo scorrimento s assume il valore uno e la corrente secondaria I_2 il valore zero. Trascurando la caduta primaria di tensione dovuta alla corrente a vuoto, la f.e.m. primaria E_1 è eguale alla tensione primaria d'alimentazione V_1 e la f.e.m. secondaria E_2 non è altro che la tensione agli anelli e assume il suo valore massimo dato dalla relazione (21).

La corrente rotorica I_2 ha invece un valore del tutto indipendente dallo scorrimento, dato dalla relazione (19). Se si trascura la corrente a vuoto I_μ, questo valore è proporzionale alla corrente primaria I_1, ma in ragione inversa di quanto succede per le ff. ee. mm. E_1 e E_2.

D'altra parte, premessa costante la tensione d'alimentazione V_1 e la frequenza primaria, la potenza erogata o assorbita dalla macchina è proporzionale alla corrente primaria I_1 e quindi presso a poco a quella secondaria I_2.

In realtà le condizioni sono leggermente diverse a sfavore del valore di I_2. Per una data potenza reattiva erogata dall'asincrono al primario in regime sovra-eccitato e quindi per un dato valore di I_1 la corrente secondaria I_2 (fig. 81 *a*) tende a sommarsi algebricamente alla corrente a vuoto I_μ (il cui valore va riportato al circuito secondario dividendolo per il rapporto α), essendo ambedue quasi in fase. Niente di più logico infatti, perchè in questo caso la eccitazione della macchina viene assunta esclusivamente dal circuito secondario (rotorico).

Si giunge quindi alla legge ben nota a tutti i costruttori che fissa la costruzione dell'avvolgimento rotorico, secondo la quale, per una determinata potenza normale della macchina asincrona, il prodotto corrente rotorica normale per tensione rotorica a rotore fermo (a tensione primaria normale) è, salvo un fattore di proporzionalità di valore prossimo all'unità, una quantità costante, pari alla potenza normale primaria.

Il costruttore si trova quindi posto di fronte al dilemma: o diminuire la tensione secondaria a rotore fermo e aumentare di conseguenza la corrente secondaria a carico normale, oppure elevare il valore della prima e ridurre quello della seconda.

Alla prima soluzione pongono un limite ragioni d'isolamento dell'avvolgimento rotorico, degli anelli e dell'apparecchio d'avviamento (reostato), che devono sopportare con sicurezza assoluta e senza alcun danno la tensione agli anelli a rotore fermo. Alla seconda si oppongono invece ragioni economiche e costruttive che interessano l'avvolgimento rotorico, le dimensioni degli anelli, la sezione dei conduttori secondari e specialmente le dimensioni più convenienti da dare alla eccitatrice e al suo collettore.

Superata una certa potenza di macchina, le limitazioni poste diventano tali da rendere, più che difficile, impossibile l'avviamento dei condensatori asincroni col solo reostato d'avviamento a esclusione graduale di resistenza.

Mezzi semplici di agire direttamente sull'avvolgimento rotorico per limitare la tensione agli anelli a macchina ferma, quali, se non la messa in corto circuito franco, almeno la inserzione nel rotore di resistenze di valore sufficientemente basso, come si fa per i sincroni, non si possono evidentemente impiegare per gli asincroni, perchè darebbero luogo a quelle correnti eccessive di avviamento che si vogliono proprio evitare.

A titolo di esempio riportiamo un caso pratico, che permette di apprezzare più da vicino quale importanza abbia per il circuito rotorico, l'apparecchiatura e l'eccitatrice la tensione agli anelli a rotore fermo di un condensatore asincrono della potenza di 10.000 kVA.

Se si vuole costruirlo in modo da permetterne l'avviamento con il solo reostato sul circuito rotorico, come si fa per un motore asincrono comune, premesso che si trovi conveniente l'uso di un reostato a liquido, sarà necessario limitare la tensione agli anelli a 2700 volt, per non superare il limite d'isolamento compatibile con la costruzione e con il servizio del reostato. La corrente normale per la quale vanno previsti l'avvolgimento rotorico e gli anelli del condensatore, il collettore e l'indotto dell'eccitatrice sarà di circa 2.800 A, mentre la tensione ai morsetti dell'eccitatrice a pieno carico in servizio normale sarà di soli 16 volt.

Se invece si adotta per l'avviamento un altro sistema è possibile ridurre la corrente rotorica normale a 500 amp. con 60 volt d'eccitazione in servizio normale, pure essendo la tensione agli anelli dell'asincrono di 15.000 volt a rotore fermo. Non occorre per questo isolare l'avvolgimento rotorico, gli anelli, l'apparecchiatura relativa, ecc. per una tensione così elevata, a patto di evitare che questa tensione venga mai indotta nel circuito rotorico.

Se le notizie che ci sono pervenute corrispondono a verità, nel Giappone dovrebbe essere stato costruito un condensatore da 30.000 kVA previsto per una tensione agli anelli di 25.000 volt, che non compare mai, perchè la sequenza delle manovre d'avviamento è stata scelta in modo tale da escludere in maniera assoluta questa possibilità. Il valore normale della corrente rotorica si aggirerebbe sull'ordine di grandezza di 900 amp. e non sarebbe eccessivamente superiore a quello della corrente normale di eccitazione di un condensatore sincrono della medesima potenza.

I metodi d'avviamento più comuni e importanti, che sono stati adottati finora per condensatori asincroni, si possono da un certo punto di vista, e precisamente a seconda del principio sul quale sono basati, scindere in tre categorie fondamentali:

1°) Metodi d'avviamento come motore asincrono comune, che durante tutta la fase d'avviamento lasciano inalterato il rapporto di trasformazione fra la tensione della rete e la tensione nominale agli anelli dell'asincrono.

2°) Metodi d'avviamento come sopra, che durante una parte o tutto il periodo d'avviamento riducono il valore di questo rapporto.

3°) Metodi d'avviamento mediante motore di lancio.

Per l'uso del primo metodo è necessario che l'avvolgimento rotorico, gli anelli e gli altri accessori vengano isolati per il pieno valore della tensione nominale agli anelli, salvo naturalmente l'eccitatrice, perchè essa può venire inserita dopo aver chiuso il rotore in corto circuito.

L'impiego del secondo metodo richiede invece che l'avvolgimento rotorico e i suoi accessori vengano isolati soltanto per una frazione della tensione nominale agli anelli.

Il terzo metodo infine non esige in sostanza uno speciale isolamento rinforzato per il circuito rotorico, perchè appunto il suo impiego impedisce che all'avvolgimento rotorico venga mai applicata una tensione pericolosa di valore elevato. L'isolamento del circuito rotorico va previsto puramente sulla base di criteri prudenziali.

I sistemi che si adottano in pratica possono anche appartenere contemporaneamente a due o a tutte e tre le categorie elencate.

Il primo metodo d'avviamento è naturalmente il più semplice. Viene impiegato universalmente per macchine di piccola e media potenza. I limiti di potenza esatti non si possono fissare, perchè dipendono da parecchi fattori, non ultimo il criterio personale del costruttore, i sistemi e gli apparecchi sviluppati dalla casa costruttrice.

Esso consiste nell'avviare il condensatore asincrono come un motore asincrono qualunque mediante reostato nel circuito rotorico.

A questo scopo si sono impiegati in un primo tempo reostati a liquido anche per potenze rilevanti. Superata una data potenza e perciò un certo limite (2500-3000 volt) per la tensione agli anelli, si fu costretti a ricorrere all'uso di reostati metallici che si possono isolare e sono d'esercizio sicuro anche per tensioni elevate. Si spinse in tal caso la tensione agli anelli fino a circa 5000-5500 volt.

In alcuni casi tipici ([22]) si sono impiegati (fig. 95) due reostati, uno metallico fisso *d* ad altissima resistenza ohmica, isolato per la tensione nominale agli anelli e inserito permanentemente nel circuito rotorico, e l'altro *e* pure metallico od anche a liquido a resistenze regolabili, collegato in parallelo al primo e bloccato con questo. Esso si incomincia a manovrare solo quando l'asincrono *a* abbia sorpassato una certa velocità (e quindi solamente quando la tensione rotorica sia scesa sotto un determinato valore) e si chiude gradatamente in corto circuito.

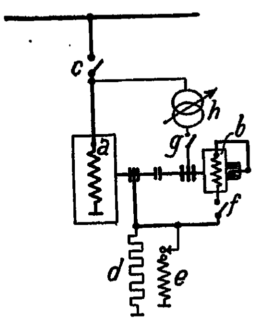


Fig. 95.
Schema di avviamento di condensatori - reattori asincroni quali motori asincroni comuni (S. S. W.).

L'ordine consecutivo delle manovre d'avviamento è il seguente:

Il reostato *e* è aperto e così pure gli interruttori *g* e *f*.

Si chiude l'interruttore di macchina *c* e si dà tensione all'asincrono *a*, che per mezzo della resistenza fissa *d* si avvia e aumenta gradatamente la velocità. Quando questa ha raggiunto un determinato valore, corrispondente presso a poco all'80 % della velocità sincrona, il reostato *e* si sblocca e può manovrarsi escludendo gradatamente le resistenze. Messo in corto circuito il rotore, si chiude *f*, che può essere anche un semplice coltello, e si collega l'eccitatrice *b* (che è una macchina trifase a collettore ad eccitazione rotorica) col circuito rotorico dell'asincrono. Si porta quindi il reostato *e* nella sua posizione iniziale di aperto e si chiude il circuito di eccitazione dell'eccitatrice per mezzo dell'interruttore *g*. Il condensatore è così pronto a funzionare e la sua potenza può venire regolata, come si fa con un condensatore sincrono, per mezzo dell'apparecchio di regolazione *h* (trasformatore a gradini, regolatore ad induzione ecc.).

Il reostato *d* rimane costantemente allacciato in derivazione sull'eccitatrice, anche durante la marcia normale del condensatore.

Questo fatto non può non meravigliare il tecnico che non sia familiare colle peculiari condizioni di funzionamento degli asincroni e di questa categoria di eccitatrici.

Se si pensa però che il reostato *d* è proporzionato per assorbire pochi decimi della corrente normale rotorica alla tensione nominale agli anelli (tensione iniziale d'avviamento) e si pensa che il valore di questa tensione può raggiungere, in un caso come quello descritto, parecchie migliaia di volt, mentre la tensione normale d'esercizio dell'eccitatrice, in virtù della relazione a cui è stato accennato, può importare solo poco più di una decina di volt, si intuisce subito, e un semplice calcolo può dimostrarlo, come le perdite in servizio normale nel reostato *d* importino solo qualche millesimo della potenza dell'asincrono. Il reostato fisso *d* ha anche la funzione di proteggere l'avvolgimento rotorico da eventuali sovratensioni.

Quando i condensatori asincroni superano una determinata potenza, secondo alcune Case costruttrici circa 6.000 kVA, e le loro caratteristiche non consentono più un impiego economico del metodo descritto, si ricorre all'uso contemporaneo di uno dei mezzi adoperati per i sistemi di avviamento elencati nella seconda categoria.

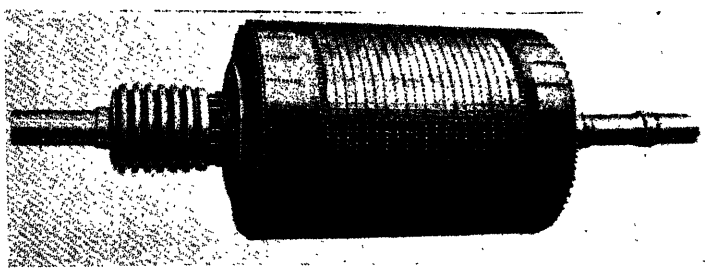


Fig. 96. — Rotore di un condensatore-reattore asincrono da 10.000 kVA, 1000 giri (S. S. W.).

Nella fase iniziale dell'avviamento si inserisce per esempio una bobina di selfinduzione in serie sul primario (statore) dell'asincrono (questo metodo rappresenta piuttosto una via di mezzo per la prima e seconda categoria), si ricorre alla commutazione triangolo/stella dell'avvolgimento rotorico durante questa fase, oppure si adottano delle prese sull'avvolgimento rotorico, ecc. Il rotore viene munito in questo ultimo caso di sei anelli (fig. 96), dei quali solo tre servono al funzionamento normale.

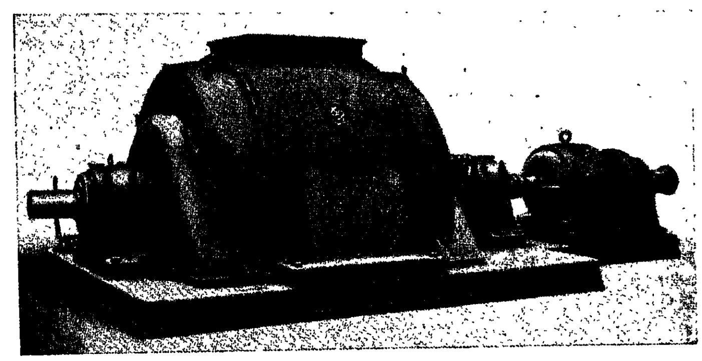


Fig. 97. — Condensatore-reattore asincrono da 10.000 kVA, 1000 giri, con eccitatrice ad eccitazione rotorica (S. S. W.).

Costruzioni tipiche di condensatori asincroni di forte potenza, che vengono messi in marcia con sistemi simili, provvisti di eccitatrici a eccitazione rotorica sono riprodotte nelle figure 97 e 98.



Fig. 98. — Impianto di due condensatori-reattori asincroni, con eccitatrici ad eccitazione rotorica, della potenza unitaria di 12.000 kVA, 750 giri (S. S. W.).

Altri mezzi per realizzare i metodi di avviamento della seconda categoria sono costituiti per esempio da trasformatori a prese o da autotrasformatori di avviamento.

Il condensatore asincrono a figura 99 (10.000 kVA, 11 kV, 60 periodi, 900 giri al 1') si vale appunto per la messa in marcia di un tra-

---

([22]) Cfr. p. es. anche: EHEMANN - Blindstromerzeugung im norwegischen Hochspannungsnetz - Siemens Zt, vol. 9, n. 8, 1929, pagg. 476-482.

sformatore d'avviamento ([23]). La tensione nominale agli anelli del rotore (fig. 100) è di circa 4400 volt e non renderebbe, secondo la Casa costruttrice, economico l'impiego del metodo d'avviamento della prima categoria.

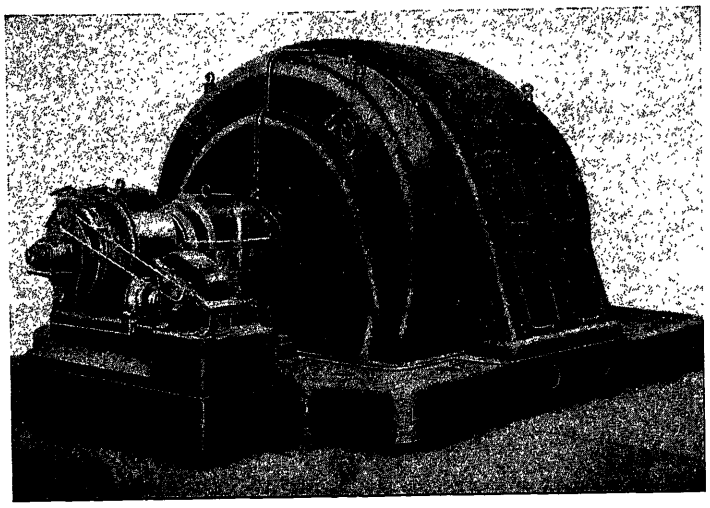


Fig. 99. — Condensatore-reattore asincrono da 10.000 kVA, 900 giri eccitato da gruppetto separato, con convertitrice diasincrona di frequenza addossata (B. B. C.).

Il condensatore *a* è munito (fig. 101) di eccitazione mediante la macchina Scherbius *b*, formante parte di un gruppetto separato, comandato dal motore asincrono *c* alimentato dalla rete attraverso il trasformatore ausiliario *i*. La macchina Scherbius è a sua volta eccitata dalla rete, attraverso il trasformatore *g* per mezzo della convertitrice diasincrona di frequenza *d*, addossata al condensatore asincrono *a*.

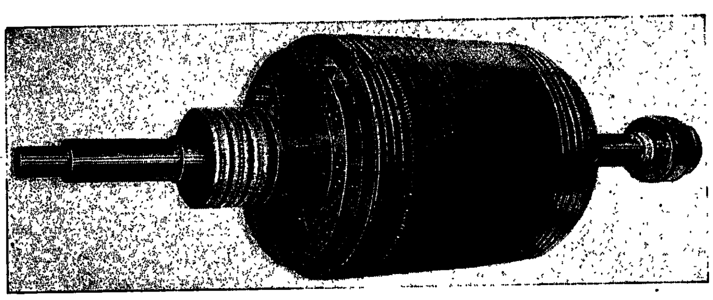


Fig. 100. — Rotore di un condensatore-reattore asincrono da 10.000 kVA, 900 giri (B. B. C.).

La resistenza *h*, inserita fra la convertitrice *d* e il campo ad eccitazione separata dell'eccitatrice *b*, ha lo scopo di agevolare la regolazione della potenza reattiva del condensatore che si eseguisce spostando l'uno rispetto all'altro i due sistemi di spazzole *o*, applicati al collettore della convertitrice *d*. Lo spostamento avviene mediante un motorino ausiliario, applicato a lato della convertitrice, attraverso un comando a ruota a catena (fig. 99).

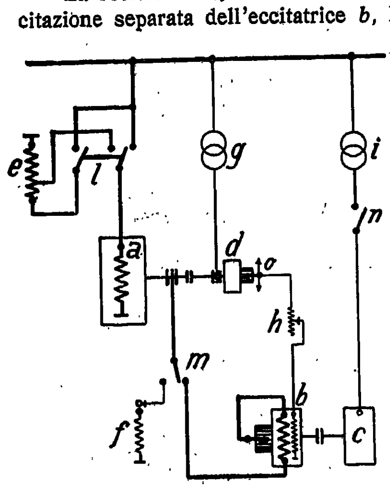


Fig. 101. — Schema di avviamento di un condensatore-reattore asincrono da 10.000 kVA, 900 giri, mediante autotrasformatore (B. B. C.).

A condensatore fermo l'interruttore-commutatore *l* si trova a sinistra e collega l'asincrono *a* alla rete attraverso l'autotrasformatore *e*; il commutatore senza interruzione del circuito rotorico *m* è pure a sinistra e collega il rotore dell'asincrono col reostato d'avviamento a liquido *f*.

L'interruttore *n* del motore *c* del gruppo d'eccitazione è aperto e così pure l'interruttore di macchina, non segnato sullo schema. I sistemi di spazzole *o* della convertitrice diasincrona si trovano uno affiancato all'altro e la tensione e la corrente d'eccitazione sono perciò nulle.

Volendo mettere in marcia il condensatore asincrono, si chiude anzitutto l'interruttore *n* del motore del gruppo d'eccitazione e si avvia quest'ultimo a velocità normale. Si chiude in seguito l'interruttore di macchina e si mette sotto tensione l'asincrono *a* attraverso l'autotrasformatore *e*. Esso viene così alimentato con una tensione pari a circa metà di quella d'esercizio. Il condensatore si avvia e si porta gradatamente alla velocità normale regolando e chiudendo in corto circuito il reostato *f*.

Ciò fatto, si passa per mezzo del commutatore *m* il circuito rotorico sulla eccitatrice *b* e si regola la eccitazione dell'asincrono spostando convenientemente le spazzole *o* in modo da portare il campo del rotore al valore corrispondente a potenza reattiva zero a tensione normale. Quindi si commuta *l* a destra e si allaccia l'asincrono a piena tensione, escludendo l'autotrasformatore *e*.

Scopo di queste manovre e commutazioni è di evitare eccessivi spunti di corrente ai singoli passaggi e di ridurre al minimo le sollecitazioni di corrente e di tensione degli avvolgimenti dell'asincrono nel corso della messa in marcia.

L'oscillogramma d'avviamento, riportato a fig. 102, mostra che la punta massima di corrente viene limitata a circa il 40 % del valore efficace di quella in servizio normale.

Come in tutti gli asincroni ben costruiti, la forma della curva di tensione a vuoto del condensatore con eccitazione normale (l'asincrono rimane in tal caso autoeccitato se lo si stacca dalla rete) è praticamente sinusoidale.

Statore e rotore (fig. 100) della macchina hanno comune le caratteristiche costruttive con quelle di un grosso motore asincrono. Tipica è la conformazione a ventilatore data agli anelli del rotore, che ne intensifica il raffreddamento e ne protegge l'isolamento dalla polvere di carbone prodotta dalla usura delle spazzole.

I metodi d'avviamento che appartengono alla terza categoria sono certamente quelli che permettono di mettere in marcia asincroni di qualunque potenza, indipendentemente dalle loro caratteristiche costruttive. Qui risiede appunto il loro pregio, a cui fa riscontro l'evidente maggiore complicazione.

L'impiego di motori di lancio per la messa in marcia degli asincroni lascia infatti al costruttore piena libertà nella costruzione dell'asincrono e specialmente nella scelta del valore della corrente rotorica, che può venir fissata a quello più conveniente per le proporzioni, il costo e il rendimento della eccitatrice e per ridurre a dimensioni ragionevoli la lunghezza del collettore. Questa tenderebbe altrimenti, per macchine a forte potenza, a dare alla eccitatrice l'aspetto esterno caratteristico di una macchina a bassa tensione per elettrolisi. Per questo motivo l'eccitatrice esigerebbe uno spazio considerevole per venire addossata all'asincrono, con conseguente aumento eccessivo in lunghezza dell'intero complesso.

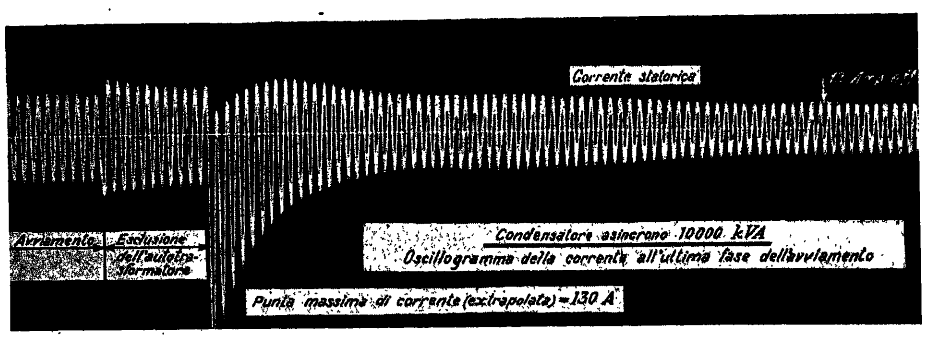


Fig. 102. — Oscillogramma d'avviamento del condensatore-reattore asincrono di cui a figg. 99, 100, 101 (B. B. C.).

Per queste ragioni una Casa costruttrice, che pure adotta per i suoi asincroni di media e grossa potenza motori di lancio per l'avviamento, gira questa difficoltà adottando per l'eccitatrice un comando separato e impiegando a questo scopo macchine a collettore a eccitazione statorica.

Questa soluzione risolve bensì una difficoltà di ordine costruttivo: introduce però una maggior complicazione nell'esercizio.

L'uso del motore d'avviamento per un condensatore asincrono esige però certe precauzioni e non può venire fatto senz'altro con gli

([23]) Devo queste indicazioni alla cortesia della S. A. Brown, Boveri e C., che mi ha anche autorizzato a riprodurre schema e fotografie.

stessi criteri che si adottano nella maggior parte dei casi per l'applicazione di motori di lancio ai condensatori sincroni.

Si supponga per esempio di volere avviare un asincrono mediante un motore di lancio addossato, alimentato in circuito separato in parallelo all'asincrono stesso, dalla medesima fonte di energia. A questo scopo si collega il motore di lancio alla rete, lo si porta a velocità normale (esso ha lo stesso numero di poli del condensatore) e quindi si chiude l'interruttore dell'asincrono che si trova così pronto per il servizio e per venire commutato sulla sua eccitatrice. Non essendo esso legato nè ad una posizione fissa rispetto al vettore della tensione della rete, nè al sincronismo, non si vede in apparenza nessun inconveniente all'applicazione di un metodo di questo genere.

In realtà però il condensatore asincrono, che, trascinato dal motore di lancio, non si trova sotto tensione prima della chiusura dell'interruttore di macchina, avrebbe il suo circuito magnetico percorso da un flusso nullo.

Alimentandolo direttamente colla tensione normale, si provocherebbe una formazione istantanea del flusso magnetico. Essa darebbe origine a sovratensioni pericolose nell'avvolgimento dello statore e in quello del rotore, che verrebbe sollecitato con uno spunto di tensione superiore al valore di quella nominale agli anelli, per la quale però il suo isolamento non è previsto. Lo scopo principale dell'impiego del motore di lancio sarebbe quindi reso inutile.

Questo motivo ha costretto i Costruttori a ricorrere ad altre soluzioni che consentissero di evitare in modo assoluto simili pericolosi inconvenienti. Le principali soluzioni messe in opera non sono sostanzialmente che una variante della disposizione riportata a fig. 103, già nota e messa in pratica per il lancio di condensatori sincroni.

Nella figura è stata indicata con numeri progressivi la sequenza delle manovre d'avviamento, ovvia sotto ogni rapporto e che perciò non vogliamo specificare in dettaglio.

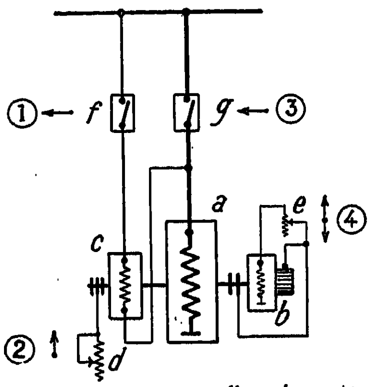


Fig. 103. — Schema di avviamento di un condensatore-reattore sincrono mediante motore di lancio collo statore inserito in serie con quello del sincrono.
a - sincrono — *b* - eccitatrice
c - motore di lancio

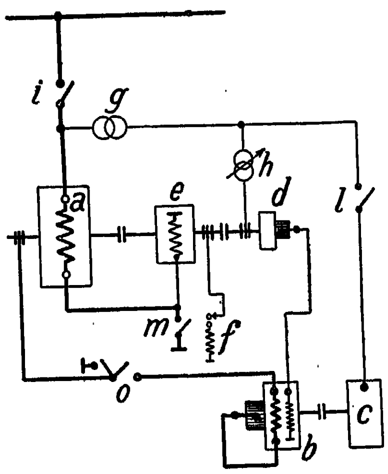


Fig. 104. — Schema di avviamento di un condensatore-reattore asincrono mediante motore di lancio a numero di poli inferiore a quello dell'asincrono (S. W.).

La disposizione in parola consiste fondamentalmente nel collegare in serie, durante la fase d'avviamento, l'avvolgimento statorico del condensatore asincrono con quello del motore di lancio, che agisce così da bobina di selfinduzione a impedenza variabile, riduce le sovratensioni negli avvolgimenti e nello stesso tempo anche gli spunti di corrente.

A fig. 104 è riportato a mo' d'esempio l'ingegnoso schema ideato e adottato da una Casa costruttrice ([24]) per la messa in marcia di condensatori asincroni di media e grande potenza. Il condensatore *a* forma un complesso col motore di lancio *e*, del tipo asincrono ad anelli, e con la convertitrice diasincrona di frequenza *d*, che marciano quindi tutti alla medesima velocità.

La eccitazione del condensatore avviene per mezzo di una macchina trifase a collettore *b* ad eccitazione statorica, formante un gruppetto separato assieme al motore asincrono di comando *c*, col campo alimentato dal collettore della convertitrice *d*.

Il motore di comando *c* del gruppo di eccitazione e il lato degli anelli della convertitrice *d* sono alimentati dalla rete per mezzo del trasformatore ausiliario *g*, attraverso l'interruttore *l* e rispettivamente l'apparecchio di regolazione *h*.

Quando l'asincrono è fuori servizio l'interruttore di macchina *i*, l'interruttore *l* del motore di comando del gruppo di eccitazione e l'interruttore di chiusura *m* in corto circuito dell'avvolgimento statorico del motore di lancio sono aperti. Il commutatore del circuito rotorico dell'asincrono *o* si trova a sinistra e lo chiude in corto circuito. Inoltre il reostato d'avviamento *f* del motore di lancio si trova nella sua posizione di massima resistenza.

La sequenza delle operazioni d'avviamento è la seguente :

Si chiude l'interruttore di macchina *i* e si mette sotto tensione l'asincrono *a*, che si trova collegato in serie collo statore del motore di lancio *e*. Contemporaneamente si chiude l'interrutore *l* del motore ausiliario *c*. Il gruppo di eccitazione si porta a velocità normale.

La tensione della rete applicata al circuito formato dagli avvolgimenti statorici dell'asincrono e del motore di lancio si ripartisce sulle due macchine in proporzione diretta alle loro impedenze, quindi della impedenza di corto circuito dell'asincrono e della impedenza a vuoto del motore di lancio, che ha un valore di gran lunga superiore alla prima. Per questo il motore di lancio prende ai suoi morsetti nel primo istante d'avviamento la massima parte della tensione della rete.

Si vede inoltre che, dato il valore complessivo della somma delle due impedenze, lo spunto di corrente viene ridotto al minimo. L'avvolgimento rotorico dell'asincrono, chiuso in corto circuito dal commutatore *o* rimane senza tensione. Escludendo gradatamente le resistenze del reostato *f* il complesso accelera la sua marcia fino alla velocità normale. Contemporaneamente il rapporto fra la impedenza statorica del condensatore e quella del motore di lancio aumenta e così pure quello fra la tensione applicata allo statore del condensatore e allo statore del motore di lancio.

Quest'ultimo è provvisto di un numero di poli inferiore a quello del condensatore e tende perciò a portarlo ad una velocità superiore al sincronismo. Il condensatore esercita quindi sul motore una azione frenante, appena la sua velocità tende a oltrepassare la velocità propria di sincronismo. Favorita dalle caratteristiche speciali delle due macchine e dal fatto che la tensione applicata al condensatore aumenta gradatamente mentre quella del motore di lancio diminuisce, l'azione del condensatore prevale e fa altrepassare al motore i limiti della sua coppia massima. Lo mette così in sostanza in corto circuito. La intera tensione della rete si trova così applicata all'avvolgimento statorico del condensatore.

Si chiude allora l'interruttore *m* e si porta a destra il commutatore *o*, allacciando il rotore del condensatore asincrono alla eccitatrice *b*.

Il condensatore è in assetto di marcia normale e la sua potenza viene regolata mediante l'apparecchio di regolazione *h*.

Per facilitare l'avviamento bisogna provvedere di scegliere opportunamente le caratteristiche elettriche e le condizioni di saturazione dell'asincrono e del motore di lancio.

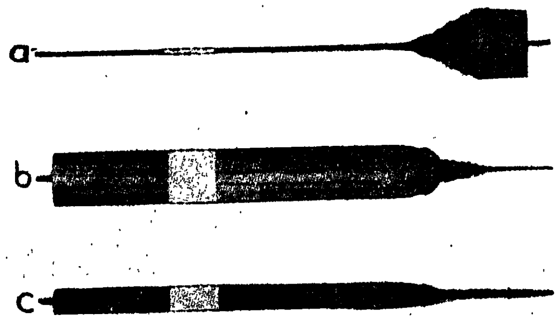


Fig. 105. — Oscillogramma d'avviamento di un condensatore-reattore asincrono da 4000 kVA mediante lo schema a fig. 104 (S. W.).

a) Tensione ai morsetti dell'asincrono.
b) Tensione ai morsetti del motore di lancio.
c) Corrente all'avviamento, ca. 120 amp. (corr. a pieno carico 460 amp). Durata dell'avviamento 2 1/2 minuti.

Nell'oscillogramma a fig. 105 sono riprodotte le variazioni delle grandezze principali durante l'avviamento di un condensatore provvisto di una simile disposizione di messa in marcia.

L'aspetto esterno di un condensatore di questo genere è riprodotto a fig. 106. Il motore di lancio, che si vede in primo piano, è munito di un rotore normale ad anelli, a cui è applicata la convertitrice diasincrona di frequenza, che forma corpo unico con questo rotore (fig. 107).

Il condensatore in parola funziona contemporaneamente e in parte da motore, azionando la dinamo a corrente continua addossata all'altra estremità.

Le figure 108 e 109 mostrano lo statore e il rotore del condensatore asincrono, la fig. 110 il gruppetto di eccitazione coll'apparecchio di regolazione, che in questo caso è costituito da un reostato

---

([24]) ALZNER - Blindleistungsmaschinen - Sachsenwerk - Mitt. n. 1, 1929, pag. 3-13.
Tellert, Schmitz - Drehstromerregermaschinen - Sachsenwerk - Mitt. n. 5, 1929, pagg. 194-203.

trifase comandato automaticamente da un regolatore a servomotore d'olio.

Altri sistemi di avviamento si possono realizzare, appartenenti pure alla terza categoria.

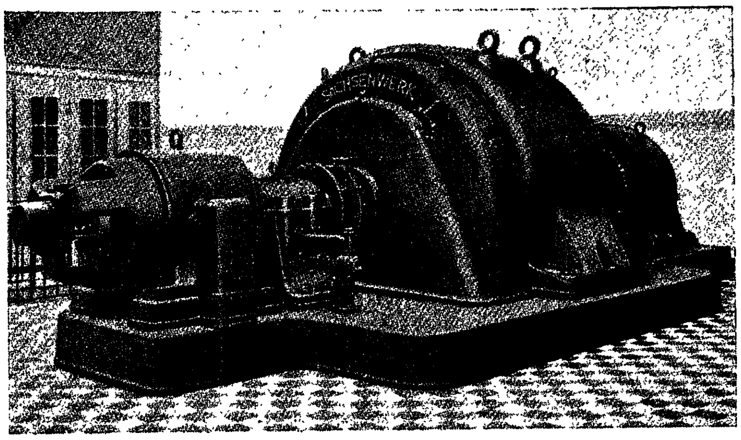


Fig. 106. — Condensatore-reattore asincrono da 4000 kVA reattivi, 650 kW attivi, 995 giri, dello schema a fig. 104, con motore asincrono di lancio, accoppiato ad una dinamo a corrente continua, eccitato da gruppetto separato (S. W.).

Una delle più importanti installazioni europee di condensatori asincroni, provvista di una disposizione simile di messa in marcia, è riprodotta nei suoi collegamenti schematici a fig. 111 (25).

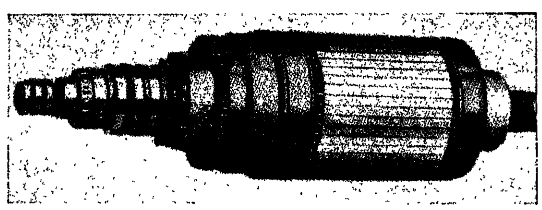


Fig. 107. — Rotore del motore di lancio del condensatore-reattore asincrono della fig. 106 con convertitrice diasincrona di frequenza addossata (S. W.).

L'impianto consta di due complessi identici.

Ogni gruppo è formato da un condensatore asincrono *a*, capace di dare una potenza di 21.500 kVA tanto in regime sovraeccitato che sottoeccitato, 6,8 kV, 50 periodi, 750 giri.

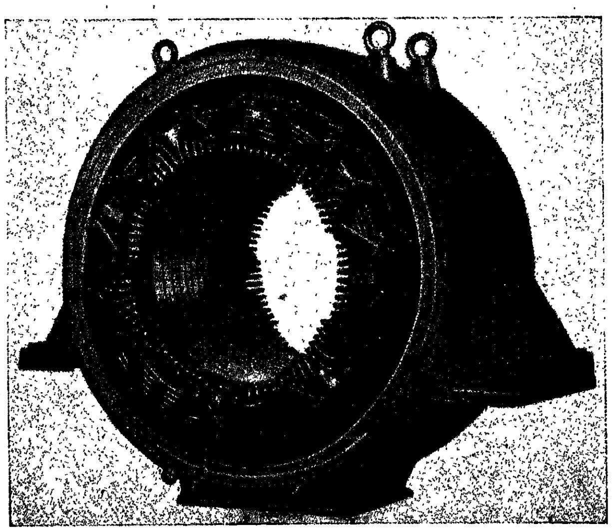


Fig. 108. — Statore del condensatore-reattore asincrono della fig. 106 (S. W.).

Esso è collegato alla rete attraverso il trasformatore *e* ed ha il suo circuito rotorico alimentato dalla eccitatrice addossata *b*, della potenza normale di 160 kW. Questa a sua volta è eccitata dalla convertitrice diasincrona di frequenza *c*, della potenza di 1,8 kW, alimentata ai suoi anelli dalla rete attraverso il trasformatore ausiliario *g* e l'interruttore *o*.

La regolazione della corrente di campo della eccitarice *b* viene eseguita a mezzo di una resistenza trifase *i* ad inversione, comandata a mano, oppure da un regolatore automatico di tensione a servomotore d'olio.

La eccitatrice *b* è una macchina trifase a collettore a eccitazione statorica. Il suo indotto porta un avvolgimento a corrente continua, di cui ogni bobina abbraccia un angolo di 180° elettrici (1/8 della periferia). L'avvolgimento dell'indotto è inserito in serie con quello di compensazione, distribuito uniformemente sulla periferia dello statore, e con quello dei 24 poli ausiliari di commutazione.

Sull'albero del condensatore è infine applicato il motore asincrono di lancio *d*, che in questo caso ha lo stesso numero di poli del condensatore.

L'avvolgimento di eccitazione, trifase, ha la medesima disposizione dell'avvolgimento di campo di una macchina a corrente continua e non abbraccia quindi i poli ausiliari.

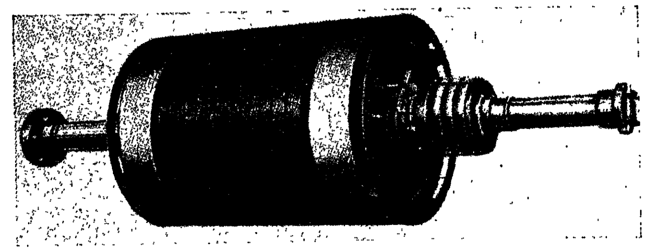


Fig. 109. — Rotore del condensatore-reattore asincrono della fig. 106 (S. W.).

Dato il basso valore dello scorrimento del condensatore, la tensione di trasformazione che viene indotta nelle spire del rotore chiuse in corto circuito dalle spazzole è praticamente nulla e perciò il problema di una buona commutazione del collettore non presenta difficoltà maggiori di quello di una solita macchina a corrente continua.

Un leggero avvolgimento controcompound, percorso dalla corrente d'indotto della eccitatrice, del quale essa è provvista, evita eventuali fenomeni di autoeccitazione e di pendolazioni.

A condensatore fermo gli interruttori *n* e *o* sono aperti e il commutatore *m* si trova nella sua posizione a sinistra.

Per mettere in marcia il condensatore si chiude anzitutto l'interruttore di macchina *l* e si alimentano colla tensione della rete gli avvolgimenti statorici del condensatore *a* e del motore di lancio *d* collegati in serie fra di loro.

Si chiude poi gradatamente in corto circuito il reostato *f*.

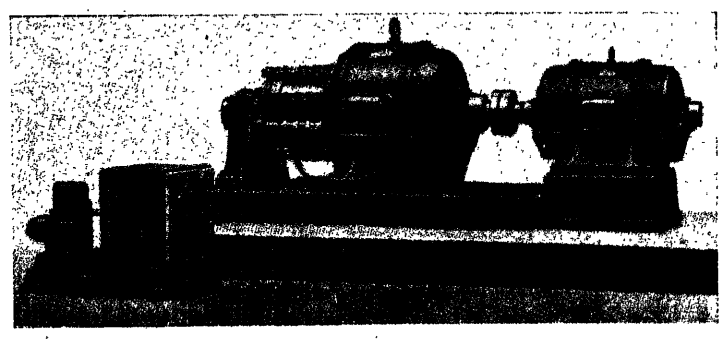


Fig. 110. — Gruppetto separato d'eccitazione del condensatore-reattore asincrono della fig. 106 con eccitatrice ad eccitazione statorica e reostato trifase di regolazione a controllo automatico (S. W).

L'avvolgimento rotorico del condensatore rimane sempre chiuso in corto circuito attraverso l'avvolgimento di indotto e quello di compensazione della eccitatrice *b*.

Siccome anche la corrente primaria del condensatore, corrispondente a quella che si forma all'avviamento nel rotore del motore di lancio è minima, la caduta di tensione provocata nello statore del condensatore è esigua e tutta la tensione della rete si trova perciò applicata al motore di lancio.

Chiuso in corto circuito il reostato *f*, viene commutato il circuito rotorico del motore di lancio *d* sulla convertitrice *c* mediante il commutatore *m*, dopo aver chiuso l'interruttore *o*. Il motore *d* si porta in sincronismo perchè la convertitrice *c* fornisce al condensatore, attraverso questo motore, la corrente attiva necessaria per vincere la coppia a vuoto.

Si eccita poscia gradatamente il condensatore mediante il reo-

(25) Devo alla cortesia dell'A.E.G. e dei suoi tecnici l'autorizzazione a pubblicare dati, notizie, fotografie e schemi relativi a quest'interessante installazione, che ho potuto visitare in funzione.

stato i fino a compensare la corrente reattiva ch'esso assorbe a vuoto e si chiude in corto circuito lo statore del motore di lancio per mezzo dell'interruttore n. Questa manovra non è accompagnata da nessuno spunto di corrente, essendo allora nulla la tensione ai morsetti del motore di lancio.

Il condensatore si trova così messo in condizioni di funzionamento normale e la sua potenza può venire regolata mediante il reostato i.

L'avviamento ha luogo in modo completamente automatico. La sua durata non oltrepassa i 2 minuti.

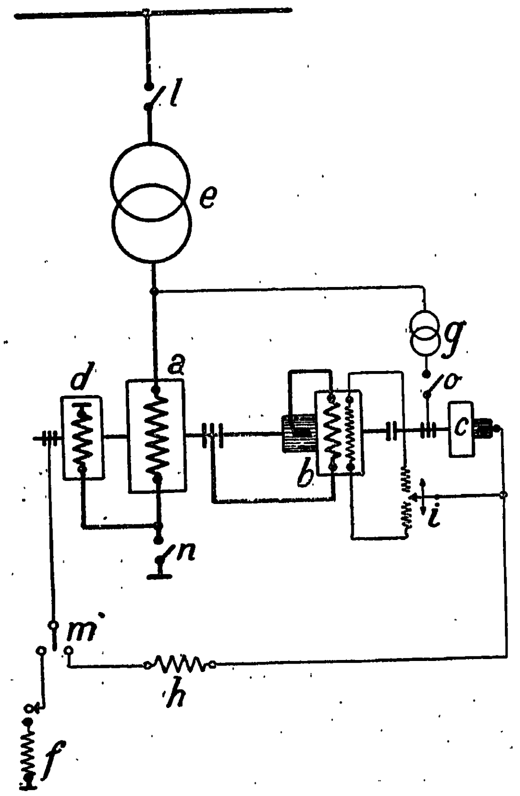


Fig. 111. — Schema di avviamento di un condensatore-reattore asincrono con motore di lancio di eguale polarità (A. E. G.).

La disposizione del gruppo è visibile dalla fig. 112. A sinistra del condensatore asincrono è addossato il motore di lancio. A lato di questo si trova la pompa d'olio sotto pressione destinata a facilitare la lubrificazione dei supporti all'inizio dell'avviamento. A destra del condensatore in primo piano si trovano l'eccitatrice trifase e la convertitrice diasincrona di frequenza.

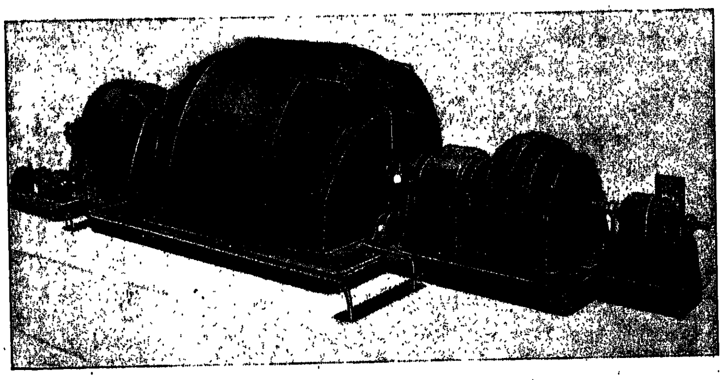


Fig. 112. — Impianto di 2 condensatori-reattori asincroni ciascuno da 21.500 kVA con motore di lancio addossato di eguale numero di poli e eccitatrice addossata a eccitazione statorica (A. E. G.).

Le perdite complessive del gruppo a potenza e tensione normale, in regime sovraeccitato, comprese le perdite di ventilazione e quelle supplementari, sono di circa 635 kW.

La potenza massima al limite di stabilità, tenuto conto della caduta di tensione nel trasformatore e, a tensione normale della rete, è di 50.000 kW in regime di massima sovraeccitazione e si riduce solo a 27.000 kW in regime di massima controeccitazione (sottoeccitazione).

Altri sistemi di avviamento sono possibili e sono certamente stati applicati in pratica. Noi ci siamo limitati però a riportare unicamente alcuni dei principali già messi in opera, dei quali abbiamo potuto avere notizie, o attraverso pubblicazioni, o per notizie gentilmente favoriteci dalle Case costruttrici, oppure per aver preso personalmente visione degli impianti.

E' fuori di dubbio che i sistemi di avviamento della prima categoria ed in parte quelli della seconda si prestano meglio per la loro semplicità relativa ad un servizio automatico. Bisogna però considerare che questa semplicità è in parecchi casi frutto d'un compromesso, che si ripercuote in maniera sensibilmente sfavorevole sulla costruzione, il costo e le altre caratteristiche delle macchine e della loro apparecchiatura.

E' arduo d'altra parte vedere possibilità, anche in futuri sviluppi, che certo non mancheranno, di giungere a sistemi d'avviamento che possano essere sotto qualsiasi punto di vista nettamente più pratici e superiori a quelli in uso per i condensatori sincroni, quando la potenza delle unità supera un certo limite.

La difficoltà risiede, come si disse, nelle limitazioni che sono imposte agli asincroni per legge naturale dalle loro caratteristiche stesse di funzionamento e di avviamento. *(Continua)*.

SUL QUARTO "CICLO DI TARATURE"

AEI Relazione del Prof. A. BARBAGELATA alla Riunione di Trieste (Settembre 1930)

Conformemente alle deliberazioni prese in occasione della Riunione annuale del 1929 a Francavilla, il quarto « ciclo di tarature » ebbe per oggetto la prova industriale, per via indiretta, di un trasformatore monofase e di un motore asincrono trifase.

Il trasformatore, della potenza di 1000 VA, rapporto 500/125 volt $f = 42$, fu gentilmente fornito dalla Ditta G. P. Clerici, mentre la Ditta E. Marelli e C. metteva a disposizione il motore da 1/2 cavallo (368 watt) a 160 V, $f = 42$. Le due macchine furono successivamente inviate ai laboratori di elettrotecnica o di misure elettriche delle Scuole di Ingegneria di Milano, Bologna, Padova, Roma, Napoli, Pisa, Genova e Torino ed al laboratorio sperimentale delle FF. SS. in Roma, i quali avevano gentilmente consentito di prendere parte al « ciclo ». Ai laboratori stessi fu scritto di sottoporre le due macchine alle consuete prove indirette, di *carattere industriale,* necessarie e sufficienti per la determinazione del rendimento convenzionale e delle altre principali caratteristiche che sono di solito oggetto di garanzia, secondo le norme dell'A. E. I. Per evitare disparità di procedimenti o di criteri nella stesa delle relazioni, fu anzi inviato a ciascun laboratorio un modulo nel quale dovevano essere inserite le poche cifre rappresentanti sia i risultati immediati delle prove, sia i valori dei rendimenti e delle altre caratteristiche da essi dedotti. Nessuna indicazione o prescrizione circa i procedimenti di deduzione che dovevano essere « i consueti » usati nelle prove industriali di collaudo.

Tutti i laboratori hanno regolarmente rinviato i moduli con tutti i risultati nelle forme e nei termini prescritti, e la Presidenza Generale dell'A.E.I vuole qui esprimere i più vivi ringraziamenti alla Direzione ed al personale dei laboratori interessati.

Lo scopo che questo quarto ciclo si proponeva, dopo i risultati raccolti nei cicli precedenti, era quello di mostrare come, nonostante le notevoli divergenze che presumibilmente si sarebbero avute nella misura delle singole perdite, i valori dedotti per il rendimento e per le altre caratteristiche delle macchine sarebbero stati assai concordanti, per il ben noto pregio dei procedimenti indiretti, usati appunto nelle prove delle macchine elettriche, per il quale gli errori commessi nella misura delle perdite finiscono coll'essere, in un certo senso, errori di secondo ordine e quindi generalmente trascurabili nei riguardi dello scopo ultimo delle misure. Ora è il caso di riconoscere subito che l'atteso risultato fu solo parzialmente raggiunto, ed all'analisi delle cause che possono aver condotto a questo esito non completamente soddisfacente — analisi che sarà sviluppata nelle pagine seguenti — è bene premettere una giustificazione di carattere del tutto generale: la potenza eccessivamente piccola delle macchine sottoposte alla prova. Tale piccola potenza fu scelta solo in base al criterio della comodità e dell'economia pensando ai lunghi viaggi che le due mac-

NB. — Questa relazione fu sottoposta nell'autunno 1930 ai direttori di tutti i Laboratori interessati che in grandissima maggioranza si dichiararono favorevoli alla pubblicazione. Le riserve avanzate da due laboratori indussero la Presidenza Generale a sottoporre il caso al Consiglio Nazionale delle Ricerche il quale fu d'avviso che la relazione dovesse pubblicarsi solo dopo compiuto il V° ciclo di tarature.

I risultati di questo V° ciclo furono comunicati durante la riunione di Perugia e saranno oggetto di una prossima relazione.

chine dovevano compiere attraverso l'Italia; ma evidentemente essa costituiva un serio ostacolo al buon esito tecnico del ciclo in quanto l'accennato pregio dei procedimenti indiretti tanto più sussiste quanto più piccole sono le perdite percentuali delle macchine in prova o, ciò che fa lo stesso, quanto maggiore è la loro potenza.

Con questa premessa, possiamo procedere all'esame dei risultati ottenuti rispettivamente per il trasformatore e per il motore.

Trasformatore monofase.

Nella tabella I[a] si sono ordinatamente riprodotte in caratteri normali tutte le cifre trasmesse dai nove laboratori — contrassegnati con nove lettere — negli accennati moduli. Le cifre sono riportate tal quale, con lo stesso numero di cifre significative, senza alcun arrotondamento. Ora si deve notare che le cifre stesse non sono sempre immediatamente confrontabili perchè fu lasciato all'arbitrio dei singoli laboratori di eseguire sia la prova a vuoto, sia la prova di corto circuito alimentando il trasformatore dal lato che poteva riuscire più comodo. Di più la prova in corto circuito e la misura delle resistenze ohmiche furono fatte dai diversi laboratori a diverse temperature. Perciò, per renderli paragonabili, i risultati delle prove in corto circuito furono tutti riportati al primario ed alla temperatura convenzionale di 75° stabilita dalle norme. Alla stessa temperatura furono pure riportate le resistenze ohmiche. Tutti i valori così dedotti ed arrotondati con uniformità di criterio sono stampati in neretto nelle rispettive colonne.

Per la prova a vuoto non fu necessario alcun calcolo del genere perchè essa fu eseguita alimentando il secondario da tutti i laboratori meno uno; il quale comunicò risultati incompleti ed una perdita a vuoto del tutto anormale e non potè quindi essere preso in considerazione nel fare le medie.

Da notare in proposito che secondo il disposto delle Norme, la prova a vuoto avrebbe dovuto farsi alimentando il secondario non a 125 volt, ma al valore ottenuto dividendo la tensione primaria di 500 V per il rapporto teorico del trasformatore, ossia a 132 V circa.

Di fatto quasi tutti i laboratorî hanno interpretato il rapporto di targa 500/125 V come rapporto a vuoto, ed hanno quindi riferite le prove alla tensione di 125 volt. Dato che la differenza fra le perdite a vuoto a 125 ed a 132 V è assai piccola e certo molto minore degli scarti esistenti fra i risultati dei varî laboratori, si è seguita l'interpretazione della maggioranza dei Laboratori, assumendo come base degli ulteriori confronti i risultati ottenuti a 125 volt.

Ritornando alla tabella, in fondo alle colonne relative ai valori suscettibili di una media si è indicata la media stessa escludendo da essa quei pochi valori che a prima vista apparivano troppo lontani dagli altri e che sono indicati fra parentesi nelle tabelle. Infine, in ogni colonna sono indicati in corsivo i due valori (minimo e massimo) che più si scostano dalla media generale così calcolata.

Dall'esame della tabella appare che, per quanto concerne *i risultati diretti delle misure*:

1) La *perdita a vuoto* (P_0) a tensione e frequenze normali oscilla, secondo i diversi laboratorî, fra 13,8 e 26,8 watt. Scartando quest'ultimo valore, come già detto, del tutto anormale, si trova che gli altri sette laboratorî si scostano al massimo di + 11,5 % e di — 9,1 dalla media generale di 15,26 watt.

2) La *perdita in corto circuito* (P_{cc}) per 8 amp. secondarî, ed alla temperatura convenzionale di 75° oscilla, secondo i varî laboratorî fra 48,2 e 55,5 watt con scarti massimi di + 8,5 % e di — 5,7 % dalla media di 51,1 watt.

3) I valori delle *resistenze ohmiche* degli avvolgimenti, riportati a 75° variano fra 6,35 e 6,76 Ω per il primario e fra 0,307 e 0,389 ohm per il secondario, con scarti massimi rispettivamente di + 1,7 e — 4,5 % e di + 21,1 % e — 4,4 % rispetto ai valori medî di 6,65 e di 0,321 ohm.

4) I valori pel *rapporto di trasformazione a vuoto*, contrariamente a quello che poteva attendersi sono in ottimo accordo, oscillando fra 3,77 e 3,90, ma rimanendo compresi per 7 laboratori fra 3,77 e 3,79. Ciò fa presumere che più di un laboratorio sia ricorso a metodi di opposizione e che, dove furono usati i due voltmetri, si sia avuto cura di confrontarli accuratamente fra di loro.

Passando ai *valori dedotti* si vede che:

5) Il valore del *rendimento convenzionale*, nonostante i suaccennati scarti nella misura delle perdite, risulta compreso, a pieno carico cos φ = 1, fra 93 e 94 %. E se si scarta il labor. *A*, per la suaccennata anomalia delle perdite ferro da esso indicato, i rendimenti stessi sono tutti compresi fra 93,4 % e 94 %. Ciò conferma appunto nonostante la piccolissima potenza del trasformatore in prova, quello che l'iniziativa dell'A. E. I. si proponeva di dimostrare: la grande sicurezza del procedimento indiretto. A cos φ = 0,5 gli scarti sono naturalmente un po' maggiori; ma ancora, se si trascura il laboratorio *A*, i valori comunicati rimangon compresi fra 87,7 ed 89 %.

6) Anche per le *variazioni di tensione* i risultati appaiono soddisfacenti. A cos φ = 1 i valori indicati oscillano fra 4,3 e 5,1 % ed a cos φ = 0,5, fra 3,7 e 5,2 %.

*

Come già detto, i risultati possono dunque ritenersi nel loro complesso soddisfacenti ed in buona armonia con le previsioni. Volendo analizzare un po' più a fondo i risultati stessi, le cause d'errore che possono avere influito sulla prova a vuoto possono catalogarsi così: *a*) errori (sistematici) di consumo degli apparecchi (1); *b*) errori (occasionali) di taratura degli stessi; *c*) forma della curva di tensione.

L'Ing. Pagliari che nel laboratorio della Scuola di Milano si è occupato di tutte le prove attinenti al ciclo, ha voluto eseguire uno studio sistematico dell'importanza quantitativa di queste varie cause di errore e ne riferirà quanto prima con una apposita nota. Qui può bastare l'osservazione che, verosimilmente, fra le cause elencate, la seconda è di gran lunga la più importante, in quanto si è visto nei cicli precedenti quali sensibili differenze si possono avere nella taratura degli stessi strumenti eseguita nei varî laboratorî. Anche gli errori sistematici dovuti al consumo proprio degli strumenti, potevano nel caso attuale dare luogo, se trascurati o male computati, a divergenze percentualmente rilevanti, dato che detto consumo, con strumenti di scala bene appropriata, poteva avvicinarsi alla decina di watt. Non occorre ricordare che nelle prove di trasformatori di potenza appena un po' rilevante (da una decina di kVA in su) detti errori di consumo sono sempre del tutto trascurabili; cosicchè anche sotto questo punto di vista, le condizioni in cui si svolse il ciclo non erano certo le più favorevoli.

La forma della tensione usata per le prove, come pure gli eventuali probabili errori nella valutazione della frequenza, possono certamente avere anche influito sul valore delle perdite nel ferro, ma, verosimilmente in misura non molto grande. Piuttosto è il caso di rilevare una certa frettolosità nella redazione dei risultati da parte di qualche laboratorio — frettolosità giustificata dal breve tempo concesso — la quale, sola può spiegare come i quattro valori P, V, I e cos φ comunicati da qualche laboratorio non soddisfino troppo bene alla relazione $P = VI \cos\varphi$ che pure deve aver servito per dedurre uno dei quattro valori dagli altri tre.

Per la prova in *corto circuito*, valgono su per giù le stesse osservazioni salvo che l'influenza della forma della curva riesce qui ancora meno importante, mentre, per contro, una nuova causa di errore può aversi nella misura o nella valutazione della temperatura media degli avvolgimenti al momento della prova. Anche l'importanza percentuale degli errori di consumo degli strumenti può riuscire minore, per il maggior valore della potenza misurata.

Passando ai *valori dedotti*, sorge subito la domanda se i procedimenti da seguire per la deduzione dei rendimenti e delle variazioni di tensione fossero o meno univocamente determinati. Il tema faceva chiaro riferimento alle *norme dell'A. E. I.* 1927 e pertanto secondo l'art. 1404 il calcolo dei rendimenti doveva farsi prendendo tal quale il valore delle perdite a vuoto a tensione primaria normale, e basandosi, per le perdite rame, sulla perdita misurata in corto circuito alla temperatura convenzionale, pel rame, di 75°. Nessuna indeterminatezza pareva quindi possibile. Viceversa applicando con molta diligenza tale procedimento ai valori di P_0 e P_{cc} indicati dai varî laboratorî, si giunge in qualche caso a rendimenti sensibilmente diversi (nei limiti sempre di decimi di percento) da quelli indicati; dal che si dovrebbe dedurre che non tutti i laboratorî si sono attenuti al medesimo procedimento deduttivo.

La cosa appare ancora più sensibile per la variazione di tensione, per la quale l'art. 8003 delle norme indica il procedimento generico, che può essere poi applicato per via grafica o con diverse formule più o meno approssimate.

Ad ogni modo per poter giudicare più esattamente i risultati finali si sono ricalcolate le medie dei valori comunicati dai varî laboratorî escludendo ulteriormente quei valori che si scostavano di oltre il 10 % dalla media generale prima calcolata. Si è giunti così rispettivamente per le perdite a vuoto e in corto circuito ai valori di 15,0 e di 51,1 watt. Secondo il procedimento convenzionale che scaturisce dal testo delle norme essi bastano da soli per il calcolo dei rendimenti. Si ottiene infatti una perdita totale di 66,1 W a pieno carico e quindi i rendimenti di $\frac{1000}{1066,1} = 0,938$ a $\cos\varphi = 1$ e di $\frac{500}{566,1} = 0,883$ a $\cos\varphi = 0,5$.

Per il calcolo delle cadute di tensione si deve ricorrere anche agli altri valori dati dalla prova di corto circuito. Col procedimento accennato si ottiene come media attendibile per la tensione di corto circuito il

(1) Fra essi si deve comprendere il frequenziometro usato per la verifica della frequenza, per quanto questa non compaia fra i dati rilevati.

valore $V_{cc} = 25{,}7$ volt, donde essendo $I_{cc} = \dfrac{8}{3{,}80} = 2{,}105$ A, risulta $\cos\varphi_{cc} = \dfrac{51{,}1}{25{,}7 \times 2{,}105} = 0{,}945$ (mentre la media dei valori comunicati condurrebbe colle accennate esclusioni a 0,924). Risulta pertanto:

$$Z = \frac{V_{cc}}{I_{cc}} = \frac{25{,}7}{2{,}105} = 12{,}2\ \Omega$$

$$R = Z \cos\varphi = 11{,}52\ \Omega$$

$$X = Z \operatorname{sen}\varphi = 4{,}00\ \Omega.$$

Donde, a $\cos\varphi = 1$,

$$\nu\,\% = \frac{100\,RI}{500} + 50\ \frac{(XI)^2}{500^2} = 4{,}85 + 0{,}014 = 4{,}86\ \%$$

e, a $\cos\varphi = 0{,}5$

$$\nu\,\% = 100\ \frac{I}{V}\ (R\cos\varphi + X\operatorname{sen}\varphi) + 50\ \frac{I^2}{V^2}\ (X\cos\varphi - R\operatorname{sen}\varphi)^2 =$$

$$= 3{,}89 + 0{,}057 = 3{,}95\ \%.$$

A questi risultati, che potrebbero rappresentare una verità *statistica*, media, si può contrapporre un'altra verità probabile, qual'è quella che può scaturire da esperienze scrupolosamente eseguite e ripetute più volte, usando diversi strumenti, sempre accuratamente tarati con campioni di maggior precisione. Una simile serie di esperienze (che *non* era affatto richiesta ai varî laboratorî, i quali dovevano anzi, come già detto, limitarsi a prove correnti di pretto carattere industriale) fu eseguita invece nel laboratorio di Milano, all'inizio ed al termine del ciclo, appunto per poter avere una base di riferimento. Il laboratorio di Milano che perciò deve considerarsi in un certo senso «fuori concorso», è contrassegnato nella precedente tabella, con la lettera *I* e le cifre corrispondenti possono per conseguenza ritenersi più attendibili delle altre.

Riassumendo abbiamo pertanto il seguente quadro:

	Media generale	Risultati dedotti dalle medie depurate	Risultati di Milano
Rendimento a $\cos\varphi = 1$	93,7	93,8	94
» a $\cos\varphi = 0.5$ ..	88	88,3	88,1
Variazione di tensione:			
a $\cos\varphi = 1$	4,75	4,86	4,72
a $\cos\varphi = 0.5$	4,20	3,95	4,09

I confronti che scaturiscono da queste cifre, confermano ancora l'esito soddisfacente del ciclo, nei riguardi del trasformatore. Ed ancora più soddisfacente esso sarebbe stato se tutti i laboratori avessero seguito rigorosamente lo stesso procedimento deduttivo.

Donde la conclusione che, per meglio raggiungere lo scopo che le Norme si prefiggono, di eliminare ogni controversia, sarebbe forse utile precisare meglio, nelle norme stesse o in un'apposita appendice, le formule ed i procedimenti di calcolo da adottarsi nei varî casi.

Motore trifase.

Tutte queste osservazioni acquistano una importanza assai maggiore nel caso del motore, per il quale i risultati ottenuti sono in sè stessi assai meno soddisfacenti; ma, forse appunto per questo, assai più istruttivi.

I risultati trasmessi dai varî laboratorî sono riassunti nella tabella II[a] nella quale essi figurano in caratteri comuni, mentre sono stampati in grassetto i valori che si sono dovuti modificare per rendere immediatamente confrontabili i diversi risultati.

Appare subito, dall'esame delle tabelle, come le divergenze fra i varî laboratorî siano qui assai più grandi.

Così per le *grandezze direttamente misurate* si osserva che:

1°) Il valore della *Potenza a vuoto* (P_o) oscilla fra 63,5 ed 80 watt, con una media di 71,3 W e conseguenti scarti di + 12 e — 11 %.

2°) Per la *potenza assorbita in corto circuito* (P_{cc}) a tensione normale, si va da 1168 a 2040 watt. Scartando il primo di tali valori che appare del tutto anomalo, il valore minimo rimane di 1760 e si hanno, rispetto alla media che risulta di 1852 V, scarti massimi di — 4,8 e + 10 %.

3°) Per la *resistenza ohmica* dello statore (a parte l'errore materiale di un laboratorio che ha indicato 0,63 in luogo di 6,3 ohm), i risultati appaiono normali, in quanto riportate tutte le resistenze a 75°, si va da un minimo di 7,44 ad un massimo di 7,72 ohm.

Ma se si passa a considerare gli *elementi dedotti* si trova che:

4°) il *rendimento a pieno carico*, oscilla dal 58 % al 75 %. Scartando il 58 %, quantunque, per una strana coincidenza esso sia stato dato da due diversi laboratori, i risultati rimangono compresi fra 67,9 e 75 % con una media di 70,1 %.

A *mezzo carico* la situazione su per giù si ripete. Scartati i due valori eccezionalmente bassi di 45 e 54 % indicati dai due laboratori suaccennati, si va ancora dal 59 al 70 % con una media di 65,7 %.

5°) Per il *fattore di potenza* a pieno carico si va da 0,65 a 0,81 con una media di 0,714. A mezzo carico si va da 0,44 a 0,62 con una media di 0,485.

6°) Non meno grandi sono le anomalie per lo scorrimento che a pieno carico va dal 2,5 % al 12,3 %. Scartando il primo valore, evidentemente assurdo, il valore minimo risulta del 7,5 %, mentre la media risulta del 9,6 %.

Infine a mezzo carico, scartando il valore anomalo di 1 % indicato da uno dei laboratori, lo scorrimento risulterebbe compreso fra 3,5 e 5,5 % con una media del 4,4 %.

*

Di fronte a questi risultati acquista la maggiore importanza l'analisi delle cause che possono aver prodotte così gravi divergenze. Anche qui, come già per il trasformatore lo studio quantitativo delle cause di errore è stato fatto dall'Ing. Pagliari e formerà oggetto di una speciale pubblicazione. In linea qualitativa si può osservare quanto segue.

Per la *prova a vuoto*, oltre alle cause d'errore elencate nel caso del trasformatore si devono considerare:

a) la maggior importanza degli errori strumentali (di lettura e taratura e di consumo), derivanti dall'uso di due wattmetri per la misura della potenza;

b) la dissimmetria nelle tensioni di alimentazione provocata dalla diversa impedenza degli strumenti inseriti sulle tre fasi, ed in particolare dal fatto che solo su due fasi vengono inseriti i wattmetri. E' noto infatti che un motore asincrono funzionante a vuoto è particolarmente sensibile alla dissimmetria delle tensioni. Basta ricordare che se il sistema delle tensioni è dissimmetrico, il campo ellittico che si genera può considerarsi come risultante di un campo circolare diretto, dovuto al sistema diretto delle tensioni e di uno, minore, ruotante in senso contrario, dovuto al sistema inverso delle tensioni. Il rotore che ruota quasi in sincronismo col campo diretto, viene ad avere uno scorrimento uguale circa a 2 rispetto al campo inverso, ossia viene a trovarsi rispetto ad esso, presso a poco nelle condizioni di corto circuito. Per conseguenza il motore assorbirà un sistema diretto di correnti che avrà il valore normale della corrente a vuoto, e, in più, un sistema inverso di correnti, relativamente assai maggiore. Accade così che anche con dissimmetrie modeste nelle tensioni il sistema delle correnti assorbite risulti assai squilibrato;

c) le condizioni fisiche (temperatura, stato di lubrificazione dei sopporti). Le perdite di attrito nei sopporti assumono in qualche caso notevole importanza nei motori di così piccola potenza e le loro variazioni da caso a caso possono pertanto non essere trascurabili. Perciò era stato raccomandato ai vari laboratori di lasciar funzionare per un certo tempo — da indicarsi — il motore a vuoto, prima della prova, e di indicare anche la temperatura dei sopporti al momento della misura.

Con tutto ciò si deve riconoscere che gli scarti di ± 10 % in cifra tonda, fra i varî risultati della prova a vuoto non hanno nulla di eccezionale e rientrano nei limiti delle tolleranze ammesse dalle Norme.

Per la *prova in corto circuito*, alle cause d'errore considerate nel caso del trasformatore (errori strumentali — aggravati qui dalla necessità di usare un secondo wattmetro — errori sulla valutazione della temperatura del rame) va qui solo aggiunto l'errore derivante dalla extrapolazione dei risultati dalla tensione di prova alla tensione normale. E' noto infatti che, per i trasformatori, l'ipotesi che la reattanza di dispersione sia costante è praticamente abbastanza bene soddisfatta, mentre, per un motore in corto circuito la caratteristica: Corrente di corto circuito = *f* (Tensione applicata) è nettamente curvilinea. Tuttavia dai rilievi appositamente eseguiti nel laboratorio di Milano è risultato che, per il motore in questione, la curvatura non è tale da poter giustificare per es. il valore eccezionalmente basso di 1168 watt indicato da un laboratorio. Ma, come si è detto, escluso tale valore anomalo, anche qui gli scarti fra gli altri otto laboratori rientrano nei limiti delle normali tolleranze.

Le anomalie gravi, che hanno dato origine alla grande discrepanza dei risultati finali, risiedono dunque essenzialmente nel procedimento deduttivo seguito per il calcolo del rendimento, del fattore di potenza e dello scorrimento, e mostrano l'opportunità di meglio chiarire l'articolo 7403 delle nostre norme. Il nocciolo della questione pare risiedere nel 3° capoverso di detto articolo relativo alle perdite nel rame, il quale dice che si devono computare le «Perdite per resistenza «negli avvolgimenti dello statore e rotore, deducendo i valori delle «correnti primaria e secondaria dal diagramma circolare. Per motori

« col secondario in corto circuito, le perdite nel secondario si dedur- « ranno dalla misura dello scorrimento ».

L'incertezza che può aver tratto in errore qualche laboratorio risiede nelle ultime parole, non essendo detto come si debba misurare lo scorrimento; ma trattandosi di prove indirette pare logico ritenere che anche lo scorrimento debba dedursi dal diagramma circolare.

Come già per il trasformatore, scartando ulteriormente i pochi valori che si scostano dalle medie sopra riportate di oltre il 10 % si giunge alle seguenti nuove medie depurate:

Prova a vuoto	$V_0 = 160$ V,	$I_0 = 1{,}91$ A,	$P_0 = 71{,}35$ W,	$\cos\varphi_0 = 0{,}135$
Prova in corto circuito (riportata a 75°)	$V_{cc} = 160$ V,	$I_{cc} = 8{,}64$ A,	$P_{cc} = 1826$ W,	$\cos\varphi_{cc} = 0{,}785$

Con questi risultati è stato tracciato il diagramma circolare riportato in fig. 1. E' noto che vari sono i diagrammi circolari oggi in uso, più o meno approssimati. In generale le differenze a cui il loro impiego può condurre sono praticamente trascurabili, specie per motori di una certa potenza. Il diagramma della fig. 1 è quello dell'Arnold ([2]) che è senza dubbio il più rigoroso e non è in fondo di tracciamento molto più complesso degli altri.

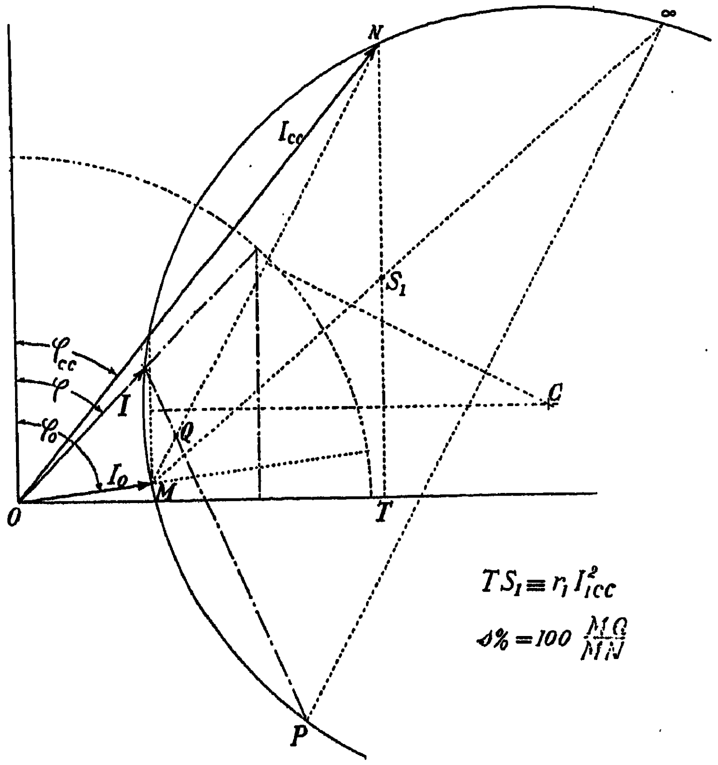


Fig. 1.

Dal diagramma non si può riconoscere a priori il punto che in esso corrisponde alla potenza normale del motore: bisogna quindi fare i calcoli per diversi valori della potenza o della corrente assorbita. Così, considerando la potenza assorbita di 536 watt, non molto lontana da quella che corrisponde alla potenza normale del motore, il calcolo si sviluppa come segue:

Potenza assorbita $= P_a = \sqrt{3}\, V I \cos\varphi$	536	W
Fattore di potenza ($\cos\varphi$): dal diagramma	0,727	
Corrente assorbita (dal diagramma)	2,66	A
Perdite rame stator $= \frac{3}{2} r_1 I^2 = P_{cu1}$		
Perdite ferro stator ([3]) $= P_{fe}$	30,1	W
Potenza trasmessa al rotor $= P_a - P_{cu1} - P_{fe} = P_t$	416,8	W
Scorrimento del motore (dal diagramma)	s = 10,9	%
Perdite rame rotore $= P_{cu2} = s P_t$	45,5	W
Perdite meccaniche $= P_0 - P_{fe} - \frac{3}{2} r_1 I_0^2 = P_{ar}$		
Potenza utile $= P_u = P_t - P_{cu2} - P_{ar} =$	364,3	W
Rendimento $= \eta\,\% = \frac{P_u}{P_a}\,100 =$	68	%

Ripetendo il calcolo per diversi valori della P_a si possono tracciare le curve della fig. 2 da cui si deducono i valori richiesti nelle cifre di:

Rendimento, a 1/1 carico	= 68 %	; a 1/2 carico = 64,9 %
Fattore di potenza, a 1/1 carico	= 0,732	; a 1/2 carico = 0,497
Scorrimento, a 1/1 carico	= 11,2 %	; a 1/2 carico = 4,8 %

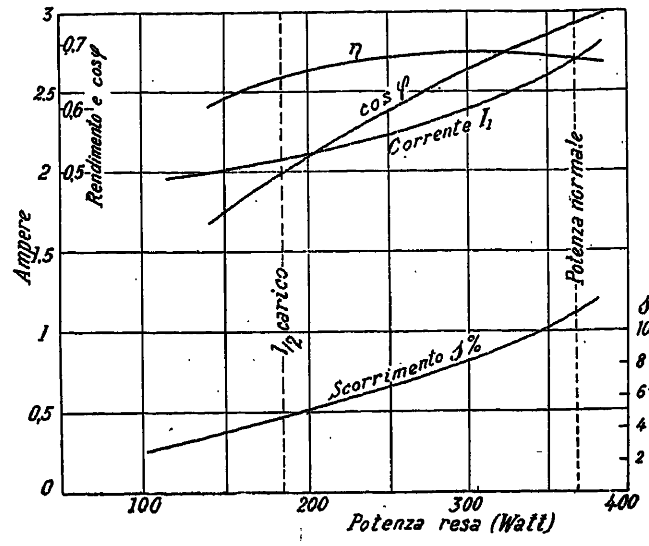


Fig. 2.

Alla « verità statistica » rappresentata da queste cifre, si può contrapporre anche qui la « verità probabile », rappresentata dalle prove minuziose e speciali eseguite nel laboratorio di Milano e indicata nella tabella sotto la lettera I. Di più, nel laboratorio di Milano, il motore fu sottoposto a ripetute ed accurate prove al freno elettromagnetico, con i risultati rappresentati nella figura 3 dalle linee con-

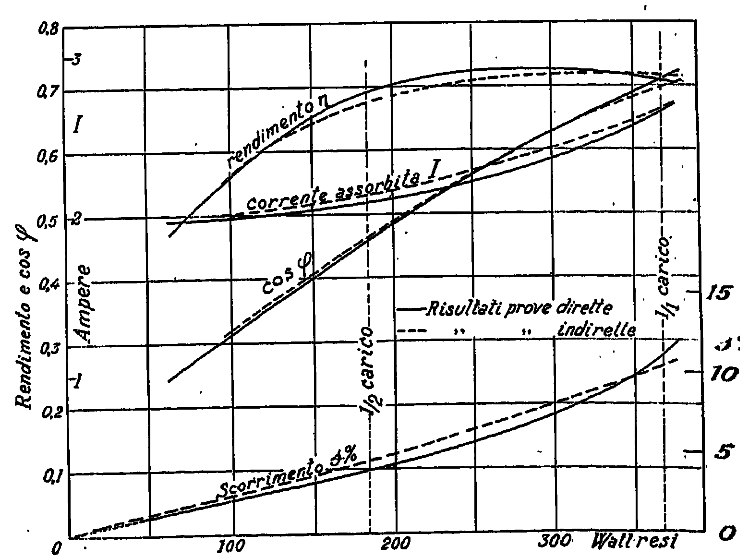


Fig. 3.

tinue. Nella stessa tavola sono riportati anche i risultati delle prove indirette, calcolati per la temperatura di 18° (anzichè di 75), alla quale era stata eseguita la prova diretta, allo scopo di rendere più immediato il confronto. Come si vede, tenuto conto delle inevitabili incertezze derivanti, nel procedimento indiretto, dalla piccolezza del motore, la concordanza può ritenersi soddisfacente e conferma l'attendibilità dei risultati ottenuti a Milano.

Dati questi risultati qualcuno potrebbe chiedersi come sia stato possibile al laboratorio B, partendo da risultati sperimentali non molto lontani dalla media, giungere ad un rendimento così basso del 58 %. Verosimilmente l'errore è dipeso dall'essersi basati (come per il trasformatore) sul risultato della prova di corto circuito. Assumendo infatti per le perdite rame il valore

$$1820\left(\frac{2.65}{8{,}83}\right)^2 = 163.5 \text{ watt}$$

Si giungerebbe ad una perdita totale di 70 + 163.5 = 233 W e ad un

([2]) Vedasi *L'Elettrotecnica*, 1920, pag. 38: Barberis: Sulla costruzione del diagramma circolare.

([3]) La prova a vuoto ci dà la somma delle perdite ferro e delle perdite meccaniche. La separazione, trattandosi di un motore in corto circuito, non può farsi che estrapolando per $V_0 = 0$ la curva $P_0 = f(V_0)$. In un calcolo di questo genere si può però, senza errore apprezzabile, fare stima la separazione delle due perdite.

IV Ciclo tarature A. E. I. (1930).

Prove indirette del Motore Marelli N. 383797 asincrono trifase - 360 W - 160 V - $f = 42 = N$ 1160

Laboratorio	Prova a vuoto a 160 V e $f = 42$ – Dati trasmessi: P_0 (watt)	I_0 (A)	cos φ_0	Eseguita dopo ore	t° sopporti	Prova in corto circuito – Dati trasmessi: Pcc (watt)	Icc (A)	cos φcc	t°	Dati riportati a 160 V e t = 75°: Pcc (watt)	Icc (A)	cos φcc	R.ª statore tra due morsetti – Dati trasmessi: R ohm	t°	Dati riportati a 75° ohm	Valori dedotti – Rendimento %: 1/1	1/2	cos φ: 1/1	1/2	Scorrimento %: 1/1	1/2
A	63,5	1,78	0,13	2	33°	1850	8,65	0,77	58°	1830	8,38	0,788	6,36	23°	7,52	72,–	70,–	0,81	0,62	9,–	4,5
B	70,–	1,85	0,136	4	35°	135 (1)	2,51 (1)	0,715	50°	1820	8,83	0,745	0,63	23°5	7,56	(58)	(45)	0,74	0,49	9,–	4,–
C	65,65	1,95	0,12	16	26°,7	1062	9,12	0,42	30°	(1168)	8,85	(0,475)	6,24	19°	7,62	75	68	0,65	0,44	(2,5)	(1)
D	75,9	1,95	0,14	5	29°,7÷32°,7	118,3 (2)	2,25 (2)	0,80	46°	2040	8,92	0,826	6,34	25°	7,56	(58)	(54)	0,71	0,48	8,8	3,6
E	68,5	1,91	0,13	1	28°÷26°	1840	9,2	0,72	30°	1805	8,44	0,773	6,15	17°	7,56	69	66	0,72	0,48	12,–	5,5
F	70,8	2,05	0,124	2	36°	1920	9,28	0,742	41°	1875	8,68	0,780	6,22	24°5	7,44	68	66	0,71	0,46	7,5	5,–
G	74,–	1,91	0,14	2	34,6	1940	9,1	0,77	53°	1910	8,71	0,793	6,33	23°3	7,60	67,9	65,3	0,715	0,48	12,3	5,1
H	80,–	1,87	0,17	2	40°	1800	8,8	0,74	45°	1780	8,31	0,773	6,6	30°	7,72	69	59	0,67	0,44	8,5	3,5
I	73,5	1,95	0,136	molte	?	1830	8,9	0,741	18°	1760	7,9	0,805	6,04	16°	7,46	69,8	65,7	0,706	0,478	9,5	4,1
Medie .... (esclusi i risultati tra parentesi).	71,32	1,91	0,136							1852	8,56	0,785			7,56	70,1	65,7	0,714	0,485	9,6	4,4

(1) a 43,5 V. — (2) a 38 V.

IV Ciclo tarature A. E. I. (1930).

Prove indirette del Trasformatore Ing. G. P. Clerici N. 2705-220230 monofase - 1000 VA - 500/125 V - $f = 42$

Laboratorio	Prova a vuoto eseguita a V ed f normali – Dati trasmessi: Lato alimentato	P_0 watt	I_0 amp.	cos φ_0	Prova in corto circuito a $I_2 = 8$ A $f = 42$ – Dati trasmessi: Lato alimentato	Pcc watt	Vcc volt	cos φ cc	t°	Dati riportati al I^{io} e a t = 75°: Pcc watt	Vcc volt	cos φ cc	Resistenze ohmiche – Dati trasmessi: I^{io} ohm	II^{io} ohm	t°	Dati riportati t = 75°: I^{io} ohm	II^{io} ohm	Rapporto a vuoto	Valori dedotti – Rendim. % a pieno carico: cos φ = 1	cos φ = 0,5	Variaz. di tensione % a pieno carico: cos φ = 1	cos φ = 0,5
A	I^{io}	(26,8)	?	?	I^{io}	42,3	22,9	0,90	37°	48,2	25,5	0,92	5,57	0,26	23°	6,70	0,312	3,82	93,–	86,–	4,7	4,2
B	II^{io}	15,3	0,77	0,16	I^{io}	46,—	24,—	0,89	30°	53,6	27,2	0,916	5,3	0,325	24°	6,35	0,389	3,9	93,5	88,–	4,3	4,1
C	II^{io}	13,85	0,77	0,14	I^{io}	42,36	22,42	0,9	25°	49,7	25,8	0,925	5,53	0,27	18°5	6,76	0,33	3,78	94,–	88,–	4,85	4,2
D	II^{io}	14,83	0,79	0,15	II^{io}	41,6	5,46	0,95	25°	49,5	24,2	0,965	5,62	0,258	25°	6,70	0,308	3,78	94,–	88,5	5,–	3,7
E	II^{io}	16,5	0,91	0,14	I^{io}	43,—	22,2	0,91	16°	53,1	26,6	0,938	5,40	0,253	16°	6,67	0,312	3,78	93,4	87,7	4,97	4,07
F	II^{io}	14,5	0,73	0,158	II^{io}	42,9	5,83	0,92	28°	50,6	25,4	0,94	5,51	0,26	25°	6,58	0,310	3,77	93,9	88,5	5,1	4,1
G	II^{io}	15,8	0,82	0,146	II^{io}	42,2	5,93	0,89	25°	50,4	25,9	0,921	5,61	0,26	23°3	6,75	0,312	3,78	93,8	88,3	4,76	4,14
H	II^{io}	17,–	0,9	0,14	I^{io}	49,3	27,5	0,84	40°	55,5	30,–	0,869	5,9	0,27	38°	6,70	0,307	3,79	94,–	89,–	4,32	5,23
I	II^{io}	14,3	0,76	0,151	I^{io}	40,3	21,4	0,89	16°	49,6	25,4	0,924	5,36	0,25	16°	6,63	0,309	3,78	94,–	88,1	4,72	4,09
Media .... (esclusi i risultati tra parentesi).		15,26	0,81	0.148						51,1	26,2	0,924				6,65	0,321	3,80	93,7	88,–	4,75	4,20

rendimento di

$$\frac{536-233}{536}=\frac{303}{536}=0.563$$

non molto lontano da quello dichiarato. Dal che rimane confermata la opportunità di uno schiarimento all'articolo 7403 delle Norme.

*

Volendo ora trarre qualche conclusione di carattere generale dai risultati di questo quarto ciclo di tarature, si potrebbe porre all'attivo, prima di tutto, la constatata opportunità di una maggior precisazione, nelle norme, dei procedimenti da adottare per la loro applicazione.

Ma una seconda constatazione interessante è scaturita dalla discussione che seguì la comunicazione dei risultati. I rappresentanti di più di un laboratorio, insistettero sul disagio e sulla perdita di tempo cagionati dall'esecuzione delle prove. Taluno anzi accennò di aver dovuto improvvisare installazioni di fortuna per procurarsi le tensioni e le frequenze richieste dalle prove. Rimane così una volta di più documentata la indecorosa miseria di mezzi in cui vengono lasciati taluni laboratorî delle nostre Scuole di ingegneria; ed i risultati del ciclo di tarature potrebbero fornire un argomento di più ai loro Direttori per cercare di ottenere quei modesti mezzi che sono necessari per assolvere i compiti di carattere industriale che ai laboratori stessi talvolta si affidano. Basta pensare che prove a vuoto e prove in corto circuito come quelle richieste per questo ciclo, dovrebbero potersi eseguire in pochissimo tempo, senza alcun disagio. Nelle sale prove dei costruttori si provano in tal modo molte e molte macchine in una sola giornata.

Se a questa considerazione si aggiunge quella dell'azione stimolatrice che, per il personale dei laboratorî, può scaturire dai confronti di cui ci siamo occupati, appare evidente, secondo me, l'utilità di questi cicli di taratura e la conseguente opportunità di perseverare nell'iniziativa. Se, accogliendo la proposta formulata dal Collega Vallauri, si facesse circolare l'anno venturo, fra i varî laboratori, ancora un motore ad induzione, ma di potenza alquanto maggiore e con rotore avvolto, è verosimile che si otterrebbero risultati assai più concordi, con piena soddisfazione dei singoli laboratorî e degli industriali che alla opera dei laboratori stessi fanno talora ricorso.

SOPRA UNO SCHEMA A DUE TRIODI PER LA PRODUZIONE DI ONDE ULTRACORTE

N. CARRARA

Viene mostrato sperimentalmente che due triodi Philips A 410, in parallelo, con griglia positiva e placca al medesimo potenziale del filamento, possono fornire, opportunamente disposti, correnti di placca anormalmente intense, da ascrivere all'esistenza di oscillazioni ultracorte fra gli elettrodi dei triodi stessi.

Nel corso delle esperienze, viene riconosciuta la necessità, per tale effetto, di accoppiare capacitivamente la placca col filamento. Vengono infine riportati i risultati che si ottengono, montando un triodo Philips A 410 con la disposizione consueta di Barkhausen e Kurz, ma accoppiando, con un piccolo condensatore variabile, placca e filamento.

1. — Accoppiando in parallelo due triodi atti a produrre oscillazioni di Barkhausen e Kurz (1) della medesima frequenza, l'intensità delle oscillazioni che si ottengono, può superare di assai il doppio della intensità che sarebbe fornita da un solo triodo e diventare fino a sette volte maggiore (2).

Nell'eseguire ricerche in questo senso, mi è occorso di fare alcune osservazioni, che mi sembrano nuove, non essendo riferite in alcuno dei numerosissimi lavori sull'argomento che ho potuto consultare (3).

E' noto che le oscillazioni di Barkhausen e Kurz, salvo casi specialissimi (4), si manifestano soltanto quando gli elettrodi del triodo hanno simmetria cilindrica. Triodi moderni, con simmetria cilindrica, ve ne sono pochi. (Tale simmetria è conservata in lampade bigriglia, come la Telefunken RE 074 d, Philips A 441 dalle quali pure si ottengono (5) oscillazioni ultra corte, con una delle solite disposizioni - Barkhausen e Kurz, Gill e Morrell, ecc.). Il triodo Philips A 410 ha simmetria cilindrica.

Congiungendo la placca col negativo del filamento e dando alla griglia potenziali positivi, secondo lo schema della fig. 1, la corrente di placca I_p, al variare del potenziale di griglia V_g, si aggira intorno a qualche microampere.

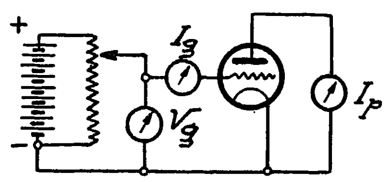


Fig. 1.

Si sono ora accoppiati in parallelo due triodi Philips A 410, secondo lo schema della fig. 2, dove *a, b, c, d; p, q, r, s,* rappresentano i piedini del primo e del secondo triodo, *a, p,* essendo connessi con le griglie, *c, r,* con le placche. Come mostra la figura, gli elettrodi omonimi sono riuniti da fili rettilinei, nel punto di mezzo dei quali (rispettivamente 1, 2, 3, 4) sono attaccati i conduttori che completano la disposizione raffigurata. La lunghezza L

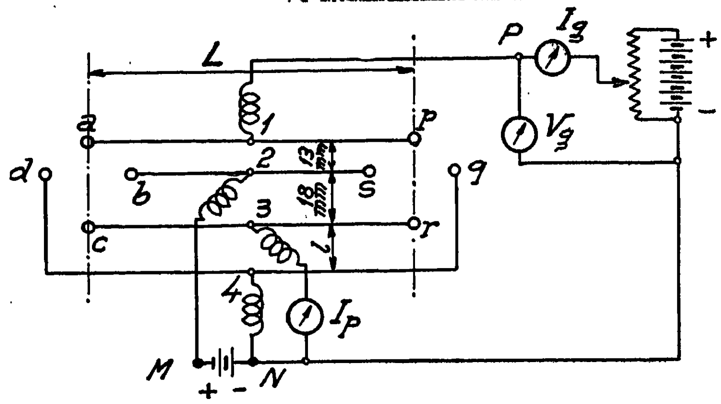


Fig. 2.

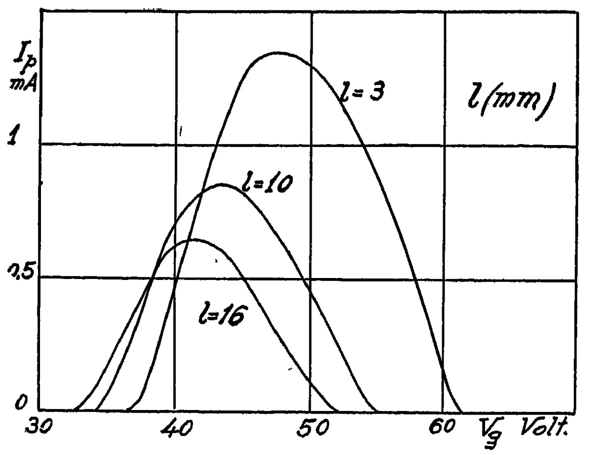


Fig. 3.

dei conduttori *a p, c r* è di 10 cm; la distanza fra *c r* e *d q*, ha avuto, in tre varie misure, i valori seguenti: 3 mm, 10 mm, 16 mm.

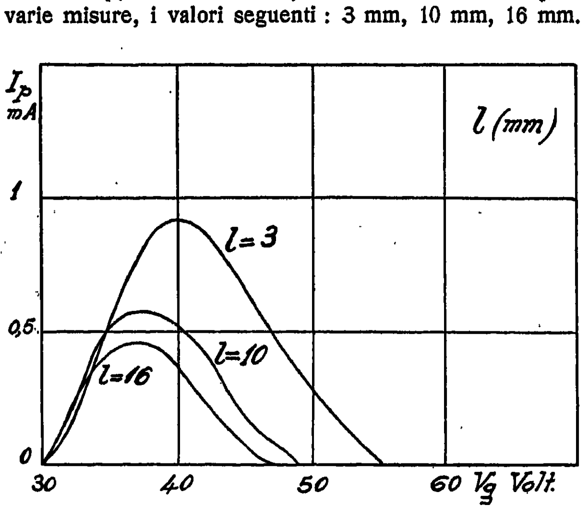


Fig. 4.

Per i tre casi, l'andamento della corrente di placca I_p, in funzione della tensione di griglia, è riportato nella figura 3.

(1) BARKHAUSEN e KURZ: Phys. Zeit. 21 gennaio 1920.
(2) SCHEIBE: Zeit. für Hoch., 27 gennaio 1926.
(3) HOLLMANN: Zusammenfassender Berichte, Zeit, für Hochfrequenzteckníc, febbraio-marzo 1929, gennaio-febbraio 1930, letteràtura sulle onde ultracorte.
(4) W. I. ROMANOFF: Phys. Z. S. 1770, 1927. - Cl. SCHAFER e MERZKIRCH: Zeit. f. Phys., 13, 166, 1930.
(5) W. PISTOR: Zeit. für H., 35, 135, 1930.

Si osserva subito che, mentre un sol triodo, nelle condizioni della figura 1, è capace di dare una corrente di placca soltanto di qualche microampere, due triodi in parallelo possono, per una tensione di griglia appropriata, fornire intensità di corrente di placca di tutto un altro ordine di grandezza.

Si può pensare che ciò dipenda dall'innescarsi di oscillazioni del tipo Barkhausen e Kurz o Kill e Morrell.

Che trattisi di oscillazioni di altissima frequenza non vi è dubbio, poichè i grafici della figura 3 mostrano la dipendenza del valor massimo di I_p e del corrispondente valore di V_g, dalla distanza dei due conduttori *c r* e *d q*, e cioè dal diverso grado di accoppiamento fra il conduttore che unisce le placche con quello che unisce il negativo dei filamenti.

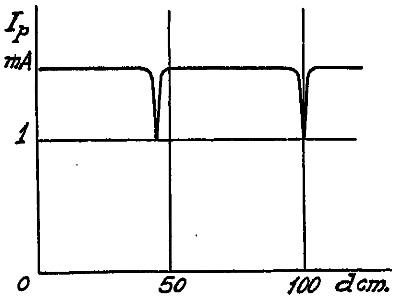


Fig. 5.

Inoltre, derivando comunque un condensatore (200 $\mu\mu F$) fra i punti 1, 2, 3, 4, si hanno piccole variazioni nell'intensità massima di I_p, mentre invece, per 1 = 3 mm V_g = 47 volt si è osservato che, derivando il condensatore :

fra	*p e q* ,	I_p si abbassa	0,0	mA
»	*p e r* ,	» » »	1	»
»	*p e s* ,	» » »	0,5	»
»	*q e r* ,	» » »	0,0	»
»	*q e s* ,	» » »	0,5	»
»	*r e s* ,	» » »	0,0	»

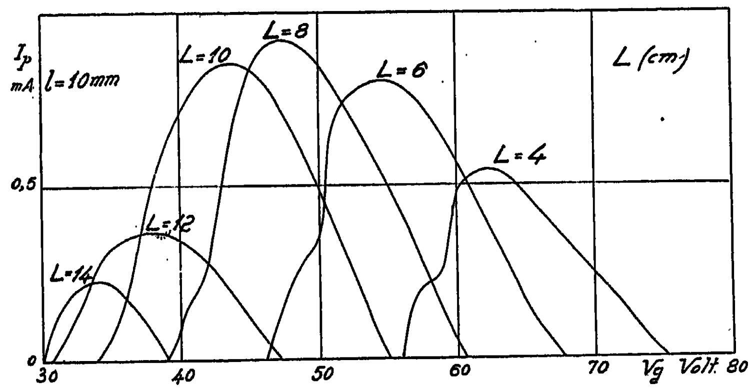


Fig. 6.

I_p si riduce a zero, se si toglie il filo di connessione *b s* oppure il filo *c r*, oppure il filo *d q*, e si connettono direttamente, e rispettivamente con *M, N, N*, i corrispondenti piedini dei triodi. Rimane diversa da zero se si toglie il filo di connessione delle griglie *a p*, e si connettono queste direttamente con *P*. In quest'ultimo caso, al variare di V_g, I_p prende l'andamento riportato nella fig. 4.

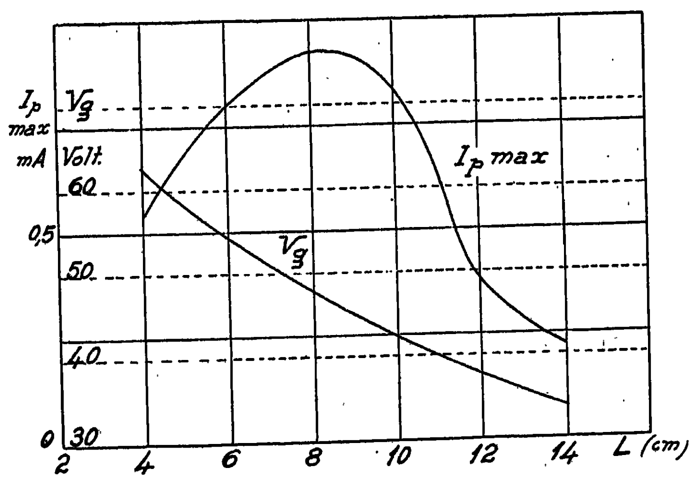


Fig. 7.

Sembra dunque che abbia parte essenziale nel fenomeno l'accoppiamento fra i fili di connessione dei capi dei filamenti con il filo di connessione delle placche.

Connettendo i punti 1, 3 (griglie, placche) con due fili di Lecher, lungo i quali sia scorrevole un condensatore di circa 200 $\mu\mu F$, l'andamento di I_p, in funzione della distanza del condensatore dai medesimi punti, è rappresentato nella fig. 5 (1 = 3 mm).

Analogo andamento si osserva, connettendo con fili di Lecher i punti 3 e 4.

La dipendenza di I_p dalla distanza *L* fra i triodi (fra *a, p*), è mostrata dai grafici delle figg. 6 e 7.

Si è anche provato a cambiare la posizione relativa dei due triodi. Con la disposizione della fig. 8, I_p rimane piccolissimo (qualche microampere) per qualunque valore di V_g, mentre con la disposizione della fig. 9 si ottengono risultati analoghi a quelli riferiti, ottenuti con la disposizione della fig. 2.

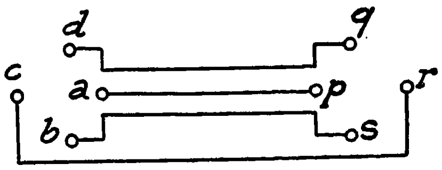


Fig. 8.

2. — Si è tentato invano di ottenere oscillazioni ultracorte con un sol triodo A 410, realizzando la disposizione della fig. 10 (fili di Lecher lunghi m 1,40, alla distanza di 3 cm, zoccolo della lampada anticapacitivo, condensatore scorrevole *C* di 300 $\mu\mu F$). Eppure con la medesima disposizione, ma con altri triodi, le oscillazioni ultracorte si sono ottenute molto facilmente. Per esempio con triodi T.R.S.I. (Spezia, laboratorio lampade termoioniche) abbiamo ottenuto i risultati contenuti nella seguente tabella :

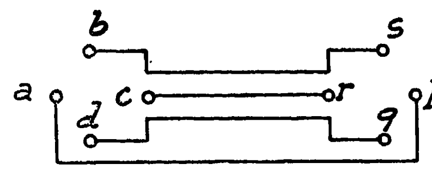


Fig. 9.

V_g volt	I_p mass. (mA)	λ cm.	$\frac{\lambda^2 V_g}{10^3}$
40	0,56	71	201
60	1,38	58	201
70	1,75	54	204
80	2,08	51	208

Come si vede, la legge di Barkhausen, $\lambda^2\ V_g$ = cost, è molto bene seguita.

Con un triodo Philips E, a filamento di tungsteno, per V_g = 190 volt, V_f = 4,8 volt, abbiamo ottenuto una lunghezza d'onda di 63 cm, con I_p mass di 5 mA e con una corrente oscillante, misurata con una termocoppia, di 22 mA.

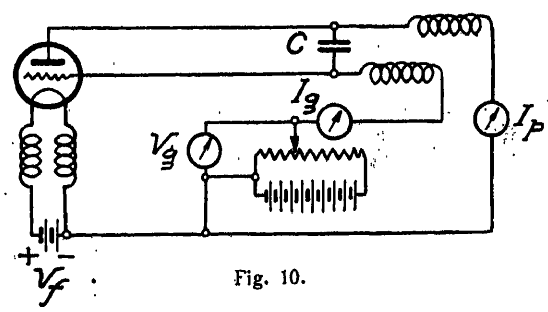


Fig. 10.

Avendo constatato al n. 1 l'importanza dell'accoppiamento fra placca e filamento si è tentato di ottenere, col Philips A 410, le onde ultracorte, modificando lo schema della fig. 10, coll'aggiungere, fra placca e filamento, un piccolo condensatore *C* variabile. In tal modo le oscillazioni sui fili di Lecher si sono rivelate.

I risultati ottenuti, per *C* = 0,9 $\mu\mu F$, sono riportati nella tabella seguente :

V_g volt	I_p mass mA	λ cm.
35	0,1	87
40	0,45	85
47	0,55	83
55	0,4	81
60	0,27	78
70	0,1	74

Non è soddisfatta la condizione $\lambda^2\ V_g$ = costante.

Infine, fissata la tensione di griglia in 47 volt, si è variata la capacità C', ottenendo i seguenti risultati:

C' $\mu\mu$F	I_p mass (mA)	λ cm
0,45	0,05	86
0,92	0,2	83
1,11	0,45	82
1,4	0,57	82
1,63	0,55	83
2,22	0,35	85

Anche i triodi precedentemente citati oscillano più energicamente per una capacità del condensatore variabile appropriata. Così per esempio il triodo Philips E può, per una capacità adatta, a parità di altre circostanze, fornire una corrente oscillante di intensità fino a 1,5 volte superiore a quella ottenibile senza il condensatore.

Conclusione.

Abbiamo riscontrato, con una disposizione particolare di due triodi Philips A 410, in parallelo, con griglie positive, e placche allo stesso potenziale del filamento, una corrente di placca anormalmente intensa. Questo effetto si mostra dipendente dal grado di accoppiamento dei fili di connessione delle placche, con quelli degli estremi del filamento, e prodotto da oscillazioni ad altissima frequenza fra gli elettrodi dei triodi.

Montando un triodo Philips A 410 con una disposizione consueta di Barkhausen e Kurz non si sono ottenute oscillazioni ultracorte. Queste si sono mostrate accoppiando, con un piccolo condensatore variabile, la placca col filamento. La lunghezza d'onda dipende dalla capacità di questo condensatore. A capacità costante, λ dipende dalla griglia V_g. Però non è soddisfatta la condizione di Barkhausen $\lambda^2 V_g$ = costante.

SUNTI E SOMMARI

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

E. R. WOLFERT — **Un compensatore della caduta di tensione di linea per il controllo dei regolatori di tensione ad induzione.** (The El. J., dicembre 1930, pagg. 713-716, con 9 figure).

La compensazione della caduta di tensione di un feeder può farsi automaticamente con un'induttanza ed una resistenza, in serie col rélais di comando del regolatore a induzione, inserita sul secondario del trasformatore di tensione; la taratura del rélais è fatta con la linea a vuoto in modo da ottenere sulla linea la tensione voluta. La resistenza e l'induttanza sono inoltre separatamente alimentate per induzione dalla corrente secondaria di un riduttore di corrente montato sulla linea; variando opportunamente l'accoppiamento induttivo si può regolare la corrente nel rélais in modo da ottenere all'altra estremità del feeder una tensione costante con qualunque condizione di carico.

Lo stesso risultato si ottiene con un tipo recente di compensatore nel quale l'accoppiamento variabile è ottenuto con due elementi monofasi a 3 avvolgimenti: 2 sullo stator ed 1 sul rotor. Uno degli avvolgimenti dello stator e quello sul rotor sono collegati in serie col secondario del trasformatore di corrente; regolando la posizione reciproca del rotor rispetto allo statore si produce un flusso magnetico variabile da 0 al massimo e tale quindi da indurre nel terzo avvolgimento una corrente di intensità variabile. I due elementi sono collegati al circuito del rélais di comando del regolatore a induzione e possono perciò indurre singolarmente una f.e.m. in questo circuito di valore proporzionale all'intensità di linea; questa f.e.m. si somma geometricamente con la f.e.m. del secondario del trasformatore di tensione ed agisce perciò sul rélais nel senso voluto. Un elemento alimenta la resistenza inserita nel circuito del relais ed è costruito con minimo intraferro, ottenuto facendo combaciare il rotor con lo stator; il ronzio prodotto dalle vibrazioni viene eliminato interponendo un sottile strato di materiale ammortizzante. L'avvolgimento terziario dell'altro elemento costruito con sensibile intraferro rappresenta una reattanza inserita nel circuito del relais. I due elementi sono montati in un'unica cassetta; essi portano due quadranti sui quali si individua la posizione del rotor. Questo tipo di compensatore ha il pregio sul precedente di permettere una regolazione continua del grado di compensazione cioè della sovratensione che il regolatore deve produrre e di essere di funzionamento più sicuro non avendo alcun contatto strisciante. Con l'aggiunta di una resistenza in serie col circuito voltmetrico e di un trasformatore di tensione si controlla a distanza la tensione esistente all'altro estremo della linea.

Le scale dei compensatori sono graduate in volt ed arrivano fino a 24: tenendo conto che la tensione secondaria del riduttore di tensione è di 100 volt quando la linea è a vuoto si deduce che la sovratensione può essere del 24 % della tensione normale e può essere in fase od in quadratura a seconda delle caratteristiche elettriche del feeder. Conoscendo la resistenza e l'induttanza del feeder si calcolano i valori che le due sovratensioni devono avere e si fanno segnare sui quadranti del compensatore. Se poi il trasformatore di corrente inserito sulla linea ha un rapporto di trasformazione maggiore di quello necessario per produrre a carico normale la corrente di 5 ampere nel secondario, si aumentano in proporzione i valori delle due percentuali dette.

La taratura del compensatore si può fare anche per via sperimentale: si applica un voltmetro all'altro estremo della linea nel quale si vuole avere la tensione costante e si regola prima il rélais con carico zero; si regola quindi il carico sulla linea in modo da realizzare un fattore di potenza, prima prossimo all'unità e poi sensibilmente minore. Per ognuno dei due casi si stabiliscono diverse coppie di valori sui due quadranti che permettono di avere la condizione voluta; per tale operazione è molto utile disporre di un collegamento telefonico fra l'osservatore del voltmetro e quello che mette a punto il compensatore. Le coppie di valori si riportano su un sistema di assi cartesiani e si disegnano le due curve che ne risultano; queste curve in generale si intersecano in un punto dalle coordinate del quale si desumono le indicazioni che i due indici devono segnare sui quadranti poichè la compensazione sia perfetta per qualunque valore del fattore di potenza e del carico sulla linea. *I. L.*

APPLICAZIONI TERMICHE.

M. VAN THEMSCHE — **Fisiopatologia e igiene della saldatura ad arco.** (Arcos, luglio 1931, da pagg. 506-515, con 7 figure).

I rischi e i danni che possono minacciare gli operai che lavorano alla saldatura ad arco possono essere di cinque ordini. Accidenti meccanici dovuti a materie proiettate durante la fusione dell'elettrodo. Accidenti d'origine termica, che, salvo casi speciali, sono poco importanti. Accidenti d'origine elettrica, assai rari, perchè in generale l'operaio è bene isolato in relazione alle tensioni usate. Accidenti dovuti alle radiazioni ultraviolette, che possano produrre danni gravi all'occhio ed anche disturbi cutanei diffusi.

Più importanti sono gli accidenti d'origine respiratoria dovuti ai gas emananti durante la saldatura e che sono stati fatti oggetto di studi approfonditi.

Quest'ultimo genere di accidenti possono essere specialmente gravi quando la saldatura venga eseguita su pezzi metallici verniciati o coperti d'olio o contenenti notevole quantità di varie impurità. Sembra a questo riguardo che il rivestimento degli elettrodi abbia un effetto benefico, riducendo i fenomeni di ossidazione e impedendo la formazione di ossidi nitrosi e dell'ozono.

La protezione dell'occhio viene notoriamente eseguita mediante schermi di vetro: per ottenere completi i risultati è però necessario usare una combinazione di vetri bianchi, rossi e bleu: quelli bianchi, anteriori, servono soltanto a proteggere gli altri dalle proiezioni metalliche, quelli rossi assorbono le radiazioni ultraviolette, quelli bleu riducono fortemente lo splendore luminoso, pur possedendo una sufficiente trasparenza per le radiazioni visibili.

Come norme di igiene naturale si consigliano le seguenti. Il locale deve essere ben ventilato, illuminato da luce naturale o con luce artificiale semidiretta. I muri non devono essere chiari; il meglio è una tinta grigio bleu, opaca; l'ossido di zinco non riflette i raggi ultravioletti. Deve poi naturalmente essere curata per quanto è possibile una buona posizione dell'operaio. *Ri.*

Esame critico dei metodi di prova delle saldature. (Arcos, gennaio 1931 pagg. 432-440, con 21 figure).

L'esame dei materiali saldati viene spesso eseguito con metodi imperfetti, ciò che spiega i risultati contraditori ottenuti dai diversi sperimentatori. Tali prove di resistenza possono essere affette da tre ordini principali di errori derivanti rispettivamente dalle forme dei provini, dal modo di esecuzione delle prove o dell'interpretazione dei risultati ottenuti.

Spesso si eseguiscono le prove di trazione su cosidetti provini pratici formati da due pezzi qualunque di lamiera collegati da una saldatura lasciata greggia. Questi provini non danno risultati attendibili perchè la loro resistenza dipende dallo spessore della saldatura. Bisogna al contrario fare uso di provini saldati e successivamente lavorati in modo da dare uno spessore ben definito alla saldatura. Per evitare errori bisogna inoltre fare uso di lamiera di un materiale di caratteristiche non troppo diverse da quelle del materiale saldante. Il provino deve avere una sezione ridotta in corrispondenza della saldatura in modo che la rottura avvenga appunto in corrispondenza della saldatura.

Grande importanza hanno anche le prove di duttilità che si possono fare in due modi: misurando gli allungamenti per trazione (ciò richiede provini di speciale e difficile costruzione); oppure per piegamenti successivi. Nell'articolo sono indicate le norme da seguire per ottenere dei provini che razionalmente rispondano ai requisiti di tali esperienze.

Anche le prove di resilienza, tanto importanti, sono affette in grado notevole dalla qualità dei provini tanto che deve sempre essere ben specificato in quale modo siano stati ottenuti i risultati che vengono citati. Nelle prove di fatica si commette spesso l'errore di tener conto

soltanto del numero dei piegamenti e non del carico, mentre il solo dato interessante è il numero massimo di kg/mm² che un pezzo saldato può sopportare, pur sostenendo un numero di flessioni altissimo, praticamente superiore a 6.000.000. Non esistono ancora metodi abbastanza soddisfacentemente definiti per le prove di forgiabilità. *Ri.*

CONDUTTURE.

J. E. Clem — **La corrente necessaria a fondere il ghiaccio sui conduttori.** (E. W., 6 dicembre 1930, pagg. 1053-1066, con 3 figure).

L'A. richiama la formula che serve a determinare il riscaldamento del conduttore e quindi l'intensità di corrente occorrente per evitare la formazione del ghiaccio: $t = k \frac{R}{\sqrt{d\,v}} I^2$ dove R è la resistenza del conduttore, d il diametro, v la velocità del vento e k un coefficiente. Questa formula è tradotta in un diagramma che permette una rapida lettura dell'aumento di temperatura t.

Per calcolare l'intensità I necessaria alla fusione del ghiaccio, alla formula sopra ricordata l'A. aggiunge un termine correttivo esprimente la diminuzione di temperatura nel manicotto di ghiaccio. Anche questa nuova formula è traducibile in un diagramma e i risultati sono migliori se invece di determinare la corrente, si determina la potenza da disperdere per unità di superficie. Esaminando e discutendo qualche caso pratico l'A. dimostra, sulla base dei calcoli numerici che, qualora una parte del conduttore non fosse ricoperta di ghiaccio, il sovra riscaldamento in tale parte libera non può in alcun caso raggiungere valori capaci di produrre una ricottura del rame. *G. Cc.*

G. Fracanzani — **Sulle perdite degli isolatori sospesi.** (Energia El., settembre 1931, pag. 777-788, 19 figure).

L'A passa anzitutto in esame alcuni dei metodi generalmente impiegati per le misure di precisione e ne discute la applicazione e gli accorgimenti da prendersi per eliminare le cause di errore. Rilevando che i metodi di precisione non hanno quei caratteri di speditezza che interessano nella pratica per la quale in generale basta arrivare a conoscere se le perdite superano un certo limite, l'A. descrive un banco di prova costruito appunto allo scopo di permettere di eseguire con rapidità la verifica suddetta, e che si è dimostrato sufficientemente esatto nei suoi risultati. Si è potuto con esso arrivare ad eseguire in media le verifica di 400 elementi di isolatori ogni ora.

L'A. distingue le perdite degli isolatori sospesi in 2 categorie che chiama «intrinsiche» e «accidentali». La perdita accidentale più comune è quella dovuta a un velo di umidità superficiale, difficilissima da eliminare; queste perdite non hanno influenza sulla vita dell'isolatore. Pare anche che molti isolatori possano assorbire umidità nella massa, dando luogo ad ulteriori perdite accidentali, variabili con la temperatura dell'isolatore. Altre perdite accidentali dipendono da depositi di polvere o da vernici difettose. Le perdite intrinseche si possono distinguere in 3 gruppi: per ionizzazione, per conduzione, per isteresi: di queste diverse perdite l'A. accenna come si possa eseguire la separazione.

L'A. distingue gli isolatori in 2 gruppi: quelli che consumano molto e quelli che consumano poco, cioè praticamente sotto i 3 W. Osserva che in pratica la distinzione è netta, poichè in generale gli isolatori per qualunque ragione difettosi danno perdite molto superiori ai 3 W.

L'A. dà anche alcune formule per ricavare le perdite globali in funzione della tensione e della frequenza. Come conclusione del suo studio l'A. ritiene che un isolatore riuscito buono inizialmente si conservi tale per tutta la sua durata e ritiene anche che le prove sulle perdite possono essere considerate fondamentali e che rispetto ad esse le altre diventino praticamente accessorie, almeno per quanto riguarda la vita probabile degli isolatori. *Ri.*

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

O. Graham - St. Beckwith - J. H. Milliken — **Rumori di origine magnetica nelle macchine sincrone.** (Elec. Eng., maggio 1931, pagg. 344-346, con 3 figure).

E' ormai riconosciuto che una delle principali cause di rumori nelle macchine sincrone dipende dalle vibrazioni dello statore considerato nel suo complesso. Nella maggior parte dei casi queste vibrazioni derivano da una distribuzione di flusso tale che, producendo sforzi inegualmente distribuiti secondo le varie direzioni costringono lo statore ad assumere una forma elittica; tale fenomeno richiede che alla distribuzione normale del flusso venga a sovrapporsi una distribuzione bipolare, ciò che può avvenire in diverse condizioni di cose, come gli AA. dimostrano. E' anche possibile che si verifichi una distribuzione di flusso tetrapolare, nel qual caso lo statore tende a deformarsi in quattro punti.

Più varie sono le forme di vibrazione che si possono produrre nel rotore. Un primo modo si ha quando il segmento di corona fra due raggi si muove all'infuori e all'indentro in concordanza o in opposizione di fase coi segmenti adiacenti. Un'altra eventualità è quello che i poli vibrino intorno alla periferia del rotore. Un terzo caso si ha quando parti della corona prendono a vibrare assialmente. In qualche caso è anche possibile che si verifichino forze che tendono a scentrare il rotore; ma ciò può avvenire soltanto quando vi sia un numero dispari di canali.

Due categorie di vibrazioni vengono studiate in modo particolare dagli AA.: una, detta a frequenza dei denti, si verifica nel funzionamento a vuoto ed è indipendente dall'intensità della corrente di armatura; l'altra, a frequenza eguale al numero di poli, cioè doppia di quella di linea, dipende dalla corrente d'armatura ed è di tono molto più basso degli altri rumori derivanti dalle vibrazioni.

Le considerazioni degli AA. sono confortate da risultati sperimentali. *R. S. N.*

E. H. Hull - W. C. Stewart — **Supporti elastici per macchine rotanti.** (Elect. Eng., maggio 1931, pagg. 347-349, con 3 figure).

Le vibrazioni prodotte dalle macchine elettriche possono considerarsi di due classi secondo che vengono direttamente trasmesse all'aria oppure alle fondazioni e alle strutture portanti. Quest'ultima classe di vibrazioni può essere fortemente ridotta coll'uso di opportuni supporti elastici. I supporti elastici possono a loro volta essere di due classi secondo che sono fatti per assorbire urti a qualunque frequenza (come negli automobili) oppure per isolare vibrazioni di una sola o di poche frequenze conosciute. Quelli per macchine elettriche appartengono all'ultima categoria.

Gli AA. definiscono come «trasmissibilità» di una macchina a supporti elastici il rapporto fra la forza trasmessa alle fondazioni e la forza perturbatrice applicata alla macchina. Un supporto elastico è efficiente soltanto se il rapporto fra la frequenza applicata e la frequenza naturale di vibrazione del sistema è maggiore di 1,41; ogni smorzamento (resistenza di attrito al movimento) diminuisce l'efficienza del supporto elastico.

Fra tutti i materiali disponibili quello che ha dimostrato di essere più adatto è la gomma contenente una forte percentuale di gomma pura; bastano piccoli volumi di materiale, la durata è molto lunga, e lo smorzamento è piccolo. I supporti elastici devono essere costruiti in modo che nessuna delle frequenze naturali di vibrazione della macchina coincida colla frequenza delle vibrazioni che si vogliono smorzare. Per poter progettare tali supporti bisogna quindi conoscere queste ultime; le diverse frequenze naturali di vibrazione (in generale in numero di sei) si possono ricavare da espressioni matematiche appositamente elaborate.

Parecchi esempi di interessanti applicazioni eseguite con esito soddisfacente sono illustrate. *R. S. N.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

R. D. Abbiss - D. C. West — **Corrente continua per impianti industriali** (Elec. Eng., maggio 1931, pagg. 329-332, con 4 figure).

Sebbene la corrente alternata abbia preso l'assoluto predominio, tuttavia in molti casi ancora assume grande importanza la fornitura all'industria di grandi quantità di energia sotto forma di corrente continua a bassa tensione. Si ricorre allora, come è noto, generalmente, alla conversione di corrente alternata in continua; l'avvento delle cabine automatiche di conversione è stato a questo proposito molto importante permettendo di moltiplicare, senza spesa di mano d'opera, i centri di conversione e di estendere così il campo di trasporto dell'energia come corrente alternata ad alta tensione, riducendo la lunghezza delle linee a bassa tensione e corrente continua.

Un interessante esempio è dato dagli stabilimenti Edgar Thompson della Carnegie Steel Co. dove erano installate tre dinamo a comando diretto da 1000 kW, gradatamente accresciute di numero fino a una potenza totale di 6900 kW. Col crescere ulteriore della richiesta di potenza si ricorse ad un decentramento e alla conversione di corrente alternata in continua. Attualmente sono in funzione sei cabine automatiche di conversione con gruppi motore-generatore da 1500 kW, mentre le dinamo preesistenti a comando diretto furono messe fuori servizio. Ne risulta un complesso di impianti interamente automatici di conversione per una potenza totale di 11.000 kW. La distanza media di distribuzione a corrente continua si è fortemente ridotta con notevole diminuzione delle perdite in linea. *R. S. N.*

DECRETI, LEGGI, NORME, REGOLAMENTI.

P. Good — **La standardizzazione elettrica nel 1929-30.** (J. I. E. E., Londra, marzo 1931, pagg. 404-413).

Alcune nuove unità elettriche sono state introdotte dalla Commissione Elettrotecnica Internazionale esse sono: il pramaxwell corrispondente a 10^8 maxwell, il var e le unità derivate chilovar e chilovara per indicare la potenza reattiva nei circuiti a c. a. Negli impianti di trazione a c. c. sono state raccomandate le tensioni di 600 e di 750 V; la tensione di 132 kV viene invece eliminata e sostituita con la tensione di 400 kV nella scala delle tensioni normalizzate sulle grandi linee di trasporto dell'energia elettrica.

Dal 1902 al settembre 1930 la «British Engineering Standards Association» ha pubblicato 109 serie di norme riguardanti gli impianti e periodicamente ne cura la revisione; in media ogni edizione delle norme ha una durata di 6 anni e 2 mesi, la durata massima è stata di 17 anni e la più breve di 8 mesi. Alla redazione delle Norme provvedono 35 comitati tecnici. L'A. riporta per sommi capi il contenuto delle

Norme attualmente in vigore. Le ultime Norme acquisite nel 1930 riguardano i seguenti argomenti: strumenti elettrici, ventilatori da tavolo, turbine a vapore ed idrauliche, scatole di chiusura a prova di fuoco, rosoni da soffitto, interruttori e prese per luce, interruttori in olio, pile ed accumulatori, conduttori di rame ricotto, conduttori per lunghe campate (in rame trafilato, in alluminio ed in alluminio acciaio), spinterometri a sfere per la misura delle alte tensioni, lampade a filamento di tungsteno e di carbone; illuminazione con lampade disposte simmetricamente, proiettori elettrici di luce (compresa la parte ottica). Sono in via di revisione 19 serie di norme già pubblicate nel periodo compreso fra il 1919 ed il 1927 e ne sono in preparazione 15 di nuove; fra queste è da annoverare il complesso di norme che interessa l'illuminazione dei campi d'aviazione.

Anche le Ditte costruttrici del materiale elettrico si occupano della redazione di norme di loro interesse particolare le quali spesso servono di base alla redazione delle norme ufficiali dette sopra.

I. L.

ELETTROTECNICA GENERALE.

LEHMANN — **Le permeabilità trasversali e assiali nelle macchine a poli salienti.** (R. G. E., 14 marzo 1931, pag. 417-427, con 18 figure).

La rappresentazione che in geometria analitico-proiettiva è definita « conforme » è applicata dall'Autore, che richiama a tale scopo la formula di Christoffel e Schwarz e le condizioni di trasformabilità di Cauchy-Riemann, alla determinazione della reazione trasversale di una spira con campo omopolare e con campo a poli alternati. Ne risulta che la differenza tra le due permeabilità, contate dal punto neutro sino a dove le linee di forze si conservano radiali, è costante e uguale a $\frac{1}{\pi}\log_e 4$ qualunque sia la forma dell'arco polare e dei canali. In base a tale constatazione, e tenuto conto che il campo generato da una spira richiama potenziali opposti sui due denti contigui mentre il campo induttore locale conserva carattere omopolare, l'A. conclude che la permeabilità assiale nell'aria è uguale a quella trasversale corrispondente al flusso di reazione di una spira in quadratura coi poli; ossia le permeabilità per i campi di reazione assiale e trasverso generati da due spire sono eguali alla permeabilità del circuito percorso dal flusso induttore utile. Questa equivalenza non sussiste più se le spire sono accorciate, tuttavia se l'accorciamento è inferiore a tre volte il traferro e inferiore all'arco polare, la permeabilità nell'aria per il flusso trasverso supera di una costante $\frac{2}{\pi}\log_e 4$ quella corrispondente al flusso induttore che abbraccia la spira. *G. Cc.*

FISICA, CHIMICA E MATEMATICA.

E. SEGRÈ — **L'architettura delle molecole.** (Energia El., giugno 1931, pag. 455-458, 8 figure).

L'A. riassume i progressi recentemente compiuti nello studio della struttura molecolare della materia. La fisica atomica ha fatto passi più rapidi di quelli della fisica molecolare; quest'ultimo ramo di studio, se è abbastanza progredito per le molecole biatomiche, si può dire che sia appena cominciato per quelle poliatomiche. Lo studio viene specialmente eseguito coi metodi spettrali; i moti di una molecola biatomica possono essere di tre generi: moti degli elettroni nei singoli atomi, moti vibratori dei 2 atomi uno contro l'altro e finalmente rotazione della intera molecola considerata come un complesso rigido. Ciascuno di questi movimenti dà luogo a speciali righe o sistemi di righe negli spettri e da questi fenomeni si possono dedurre interessanti notizie sulla struttura della molecola.

Maggiori notizie si possono dedurre coi noti metodi della interferenza dei raggi X; con questo sistema di studio si sono potute precisare le particolarità strutturali anche di molecole poliatomiche ed arrivare anche alla misura delle distanze atomiche. Un altro metodo di indagine è quello che si basa sullo studio dei momenti elettrici delle molecole, in base p. es. della variazione della costante dielettrica in funzione della temperatura, od anche collo studio di un getto di vapore lanciato in un campo elettrico non omogeneo esistente fra due elettrodi di forma opportuna.

L'A. descrive sommariamente tutti questi metodi di indagine e riassume i risultati che essi hanno permesso di raggiungere. Espone poi le recenti teorie sulla natura delle forze che tengono insieme gli edifici molecolari. Secondo tali teorie i legami chimici possono essere di 2 specie: eteropolari o omopolari. I primi sono di natura essenzialmente elettrica, mentre la spiegazione del legame omopolare è assai più complessa e si basa sulle proprietà dell'elettrone ruotante e della cosidetta risonanza di Heisenberg nota nella teoria dei quanta.

Ri.

IDRAULICA.

G. DE MARCHI — **Studio delle questioni idrodinamiche con l'aiuto di prove di laboratorio su modelli in scala ridotta.** (Energia El., settembre 1931, pag. 771-776, 7 figure).

Scopo dello studio è quello di stabilire dei confronti fra i risultati delle prove su modelli in laboratorio e l'osservazione diretta dei fenomeni naturali, per arrivare a stabilire le condizioni e i limiti di validità della legge di similitudine. A tale scopo vengono richiamati e descritti i risultati di parecchie serie di esperienze eseguite in laboratori idraulici italiani, in modo speciale al riguardo di sifoni e di sfioratori. Da queste prove, opportunamente discusse e vagliate, l'A. desume delle considerazioni circa l'applicabilità del metodo dei modelli idrodinamici allo studio tecnico delle opere idrauliche. Le esperienze suddette confermano tale applicabilità, come fanno del resto altre esperienze numerose e metodiche eseguite all'estero.

L'A. ritiene perciò dimostrato che le prove su modelli in piccola scala sono atte a fornire soluzioni soddisfacenti per una serie numerosissima di problemi, che dovevano finora essere risolti empiricamente, non prestandosi a trattazione analitica. Bisogna però anzitutto tener presente che non è praticamente possibile riprodurre nello stesso rapporto le forze di massa e gli sforzi derivanti dalla viscosità del liquido e perciò occorre che le une o gli altri possano essere trascurati; inoltre non si arriva in generale ad estendere la similitudine anche alla rugosità delle superfici solide. Il verificarsi della similitudine ammette poi delle limitazioni per i seguenti fatti: il moto deve svolgersi in eguale regime nel modello e nell'opera reale; le correnti a superfice libere debbono pure presentarsi nello stesso regime di correnti veloci o correnti lente; sulle superfici libere agisce, sia nell'opera che nel modello, la pressione atmosferica; la massa liquida deve mantenere sufficiente omogeneità e perciò non deve assorbire o liberare grandi quantità di aria.

I lavori eseguiti in laboratorio hanno effettivamente dimostrato che in generale operando secondo la regola di Froude l'influenza della viscosità è piccolissima, e operando secondo la regola di Reynolds è trascurabile l'influenza del peso.

Anche nel caso di fenomeni nei quali le pareti sono soggette a modificarsi per erosioni o depositi le esperienze hanno dimostrato la possibilità di realizzare una sufficiente analogia fra il fenomeno naturale e il modello di laboratorio, in modo da poter trarre da esso indicazioni abbastanza attendibili. *Ri.*

A. RAMPAZZI — **Scorrimento delle acque sotto le fondazioni, attorno alle opere di sbarramento e attraverso le dighe longitudinali delle vie navigabili. Sottopressioni.** (Energia El., settembre 1931, pag. 763-770, 5 figure).

L'A. espone anzitutto i dati relativi ai sottopassaggi di acque alle fondazioni di parecchie dighe di sbarramento italiane, e descrive i metodi usati per ovviare a tali inconvenienti. In generale si è fatto ricorso a iniezioni cementizie, usate pure largamente in Italia in molti casi analoghi. Notevoli risultati si sono anche ottenuti, specialmente all'estero, con iniezioni di asfalto, mantenuto liquido nelle condotte di adduzione mediante riscaldamento con resistenze elettriche. Nel caso di fondazioni eseguite su terreno permeabile o poco consistente si sono ottenuti risultati decisivi mediante ture di recinzione o di sbarramento atte a ostacolare il corso delle acque freatiche.

Per evitare i passaggi d'acqua attraverso le murature degli sbarramenti si possono usare, come è noto, due metodi: drenaggi nel corpo delle murature o impermeabilizzazione della fronte a monte della diga. Sebbene si oppongano ai drenaggi alcune obbiezioni, essi sono largamente usati, come l'A. documenta in modo speciale nei riguardi di dighe italiane. La impermeabilizzazione della fronte a monte si è ottenuta in molti casi con un più ricco dosamento delle malte, per uno spessore di qualche metro. Più frequentemente si è ricorso alla esecuzione di intonaci rinforzati o no da reti metalliche, eseguiti a mano o col « cement gun », per uno spessore di qualche centimetro. Ricorda anche l'adozione di tele asfaltate eseguite con successo in un impianto americano.

Dopo avere ricordato il vario apprezzamento fatto dai diversi autori dell'azione della sottopressione nel calcolo della stabilità delle dighe, espone le modificazioni recentemente introdotte a questo proposito nel nuovo Regolamento Italiano sui progetti e costruzione delle dighe.

Passa poi a parlare degli argini dei canali di navigazione riportando parecchie notizie relative a lavori eseguiti su alcuni corsi di acqua italiani. *Ri.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

L. T. TROLAND — **Analisi della letteratura riguardante la dipendenza delle funzioni visive dalla intensità di illuminazione.** (Tr. Ill. Eng. S., febbraio 1931, da pag. 108 a pag. 196).

L'A. intende riassumere tutto quanto è stato scritto fino al 1925 intorno alla dipendenza dell'effetto visivo dalla intensità d'illuminazione e con ciò vuol portare un contributo teorico ai lavori del Comitato per l'illuminazione industriale del National Research Council. Tale Ente sta conducendo una serie di esperienze nelle officine e nei laboratori allo scopo di accertare il grado d'illuminazione necessario per il raggiungimento della massima efficienza dell'organo della vista e così poter prescrivere le condizioni d'illuminazione sufficienti per i locali dove si esplicano le varie attività umane.

La lettura europea ed americana è particolarmente ricca al riguardo e l'A. ha dovuto fare uno studio critico di più di 900 pubblicazioni che ha raggruppate in otto gruppi, ognuno dei quali si riferisce ad un particolare lato della quistione e per ognuno dei quali l'A. espone il risultato della sua analisi e della sua critica.

A conclusione di questo studio l'A. è tratto a dire che la maggior

parte dei processi di lavorazione possono essere fatti nelle condizioni di massima efficienza visiva quando l'intensità d'illuminazione è dell'ordine di 100 lux e molti di questi possono essere eseguiti egualmente bene con un'illuminazione di 10 lux quando la differenza di contrasto e le dimensioni dei particolari da percepire non siano troppo piccole. Tuttavia, ci sono lavorazioni che richiedono particolare acuità visuale — oggetti in moto, dettagli minuti — per le quali illuminazioni fino a 2000 e 3000 lux possono tornare vantaggiose qualora però non si abbiano forti contrasti di luce nel campo visivo. *G. Co.*

W. T. Blackwell e C. Gallo— **Proiettori su candelabri.** (Tr. Ill. Eng. S., gennaio 1931, da pag. 39 a pag. 51, con 11 figure).

L'illuminazione con proiettori può essere tanto utilitaria che decorativa; in quest'ultimo caso bisogna curare anche il lato estetico dei dispositivi di proiezione adottati. Secondo gli AA. un buon sistema è quello di porre i riflettori all'interno dei comuni fanali dei candelabri ornamentali situati lungo il bordo del marciapiede, davanti alla facciata da illuminare. Il fanale contiene il riflettore a orientamento regolabile, una lampada da proiezione da 1000 watt (in genere) e una lampada da 200 ÷ 300 watt posta dietro al riflettore in modo da evitare l'ombra portata da questo. A sostegno di quanto detto, gli AA. portano numerosi esempi di installazioni fatte secondo gli enunciati criteri e fanno rilevare che si possono così illuminare edifici alti fino a 30-40 metri, ottenendosi una buona uniformità d'illuminazione qualora lo scartamento fra gli apparecchi sia da 2 a 3 volte la distanza fra apparecchio e facciata dell'edificio. *G. Co.*

Codice dell'illuminazione stradale. (Tr. Ill. Eng. S., gennaio 1931, da pag. 15 a pag. 38, con 1 figura).

Dopo un rapido cenno ai requisiti ed agli scopi dell'illuminazione pubblica, il Codice — emanato dal Comitato apposito della Illuminating Engineering Society degli Stati Uniti — comincia a classificare le strade a seconda del tipo e della quantità di traffico. Così vengono definite strade di poco traffico quelle in cui si ha una circolazione inferiore ai 500 veicoli per ora e nelle due direzioni, strade di medio traffico quando tale valore della circolazione è compreso fra 800 e 1200 e strade di traffico pesante quando la predetta densità sorpassa il valore di 1500.

Per ogni categoria di strada sono consigliati diversi sistemi d'installazione. Arterie di poco traffico: sorgenti luminose laterali ed alternate, loro altezza di sospensione non inferiore a m 5,50, distanziamento massimo m 45, potenza luminosa minima di ogni lampada 4000 lumen. Arterie di medio traffico: disposizione, altezza di sospensione minima e distanziamento massimo come alla categoria precedente, potenza luminosa minima delle lampade 10.000 lumen. Arterie di traffico pesante: altezza di sospensione minima, distanziamento massimo, potenza luminosa minima come al caso precedente, sorgenti luminose laterali ed opposte. Altri sistemi sono consigliati per altri tipi di strade (di quartieri commerciali, di quartieri di abitazione, ecc.). In un'appendice si fa rilevare, fra l'altro, che il valore minimo dell'illuminazione non dovrebbe essere mai inferiore a 2,5 lux per le strade principali e a 0,5 lux per le strade dei quartieri di abitazione, cioè la potenza luminosa installata dovrebbe essere — al minimo — di 150 ÷ 300 lumen e di 30 lumen per metro corrente di strada, rispettivamente. *G. Co.*

IMPIANTI.

F. Arredi — **Problemi di economia nelle opere di trasporto dell'acqua negli impianti idroelettrici.** (Energia El., giugno 1931, pag. 459-464, 2 figure).

L'A. studia il problema di determinare con criterio di economia le dimensioni delle opere di trasporto dell'acqua negli impianti idroelettrici, dalla presa fino alle condotte forzate, nelle seguenti ipotesi: che le opere in questione sieno interamente in galleria, e che sia fissato il loro tracciato planimetrico, e finalmente che la struttura di rivestimento sia indipendente dai carichi interni. Il problema ha un'importanza pratica in quanto le condizioni idrauliche generalmente non sono tali da fissare univocamente le dimensioni delle opere in questione.

Nelle condizioni suddette il costo delle opere di trasporto delle acque si può determinare indipendentemente da quello delle altre parti dell'impianto. L'A. imposta il problema in maniera strettamente analitica, stabilendo le equazioni che definiscono il costo delle singole parti delle opere in funzione delle dimensioni delle opere stesse, e delle perdite di carico ammissibili, e ricercando poi le condizioni di minimo delle equazioni stesse. Le equazioni alle quali si giunge sono alquanto complesse, ma la loro applicazione pratica può essere agevolata mediante il tracciamento grafico di alcune curve. Le considerazioni generiche vengono dall'A. applicate ad alcune condizioni particolari di diverse condizioni di impianto e l'applicazione pratica delle formule è chiarita anche da un esempio particolare. *Ri.*

E. A. Bishop — **Limitazione dei rumori nelle sottostazioni.** (Elec. Eng., maggio 1931, pagg. 351-352).

Spesso ci si limita a questo proposito a cercare di ridurre i rumori entro limiti tollerabili anzichè eliminarli là dove si producono. Quando si vuol fare ciò intervengono difficoltà di altro genere, relative specialmente alla ventilazione.

Cabine di conversione. — I rumori prodotti dalle convertitrici ruotanti sono di varia origine: strisciamento delle spazzole sul collettore, effetto ventilante, rumori di origine magnetica, strisciamento delle spazzole a corrente alternata sugli anelli, vibrazioni dell'edificio e dell'apparecchiatura. Si pensò da prima di includere la parte della macchina a corrente continua in una custodia metallica provveduta di sportelli di vetro per la sorveglianza e di un sistema di condotti per assicurare la ventilazione: questa però riusciva sempre incompleta. Si sono invece ottenuti buoni risultati in alcune applicazioni recenti racchiudendo tutta la macchina in un'apposita custodia fatta da un cassone metallico poco più grande della macchina, e diviso da un setto in due parti: l'aria viene immessa dal lato c. c. attraverso aperture nelle fondazioni e scaricata dal lato c. a. con apposito tubo di tiraggio: si richiede però sempre l'opera di un ventilatore. In una cabina di recente costruzione si provvide inoltre a introdurre dei cuscinetti di sughero nelle fondazioni delle macchine, dei trasformatori, e dei ventilatori; le connessioni principali sul lato c. c. furono eseguite con nastri di rame flessibile con speciali giunti mobili.

Cabine di trasformazione. — Il rumore consiste principalmente in un ronzio a frequenza doppia della corrente. Per impedire che la vibrazione si trasmetta all'edificio o alle incastellature metalliche si possono usare cuscinetti di sughero e collegamenti elastici. Opportuni artifici costruttivi (rivestimenti delle pareti e delle aperture con feltri isolanti, ecc.) negli edifici possono efficacemente contribuire a ridurre i disturbi prodotti dai ronzii dei trasformatori. Alcuni esempi di applicazioni eseguite sono citati. *R. S. N.*

La chimica nelle centrali termoelettriche. (Relazione della N. E. L. A., gennaio 1931, 28 pagine, con 16 figure).

Vengono date parecchie notizie principalmente circa i metodi che sono attualmente seguiti in pratica per scegliere i campioni ed eseguire l'analisi dei combustibili solidi.

I metodi in uso sono risultati assai varii e vengono fra loro confrontati con particolare riguardo a quelli considerati come normali in America, principale fra essi quello del Comitato della Am. Soc. Testing Mat. Vengono separatamente considerati i metodi: per la determinazione dell'umidità presente nel carbone; per la determinazione delle materie volatili; per la determinazione della percentuale di ceneri; per la determinazione della percentuale di zolfo e per la misura del grado di fusibilità delle ceneri. Sono pure indicati i metodi per l'analisi chimica elementare dei carboni.

La seconda parte del rapporto si riferisce al controllo e all'analisi dell'acqua da usarsi nelle centrali. Questi metodi possono essere classificati in quattro categorie, a seconda dello scopo che essi direttamente si propongono e che può essere: determinazione della proprietà dell'acqua bruta; controllo dei metodi di trattamento dell'acqua per prevenire le corrosioni e i depositi; controllo del grado di concentrazione salina dell'acqua in caldaia; riconoscimento e misura delle perdite nel condensatore. Per ciascuno di questi scopi sono indicati parecchi metodi di analisi, illustrandone le modalità di esecuzione. Sono anche riportate parecchie notizie statistiche circa i metodi più frequentemente in uso presso le principali Società americane esercenti centrali termoelettriche. *Ri.*

MATERIALI.

A. R. Dunton e A. W. Muir — **Le tele e i nastri isolanti.** (The Elec., 12 dicembre 1930, pagg. 744-747, con 8 figure e 4 tabelle).

Dall'esame delle diverse caratteristiche delle tele in relazione alla natura delle vernici e dalla descrizione della tecnologia di tali prodotti, gli AA. passano a descrivere le prove a cui i materiali si sottopongono. Di particolare importanza è la conoscenza della flessibilità conservata dalle tele e dai nastri dopo il trattamento e per tale determinazione servono dei «flessometri» appositamente costruiti. Le proprietà isolanti devono essere misurate specialmente per i nastri con il campione sottoposto a sforzi di trazione in modo da sperimentare il comportamento alla sollecitazione meccanica dello strato di vernice, le cui screpolature sono denunziate da una caduta della rigidità dielettrica. Riassunti in tabelle i risultati di misure e di esperienze, gli AA. dedicano la loro attenzione a certi tipi speciali: il *chatterton* e le tele isolanti con vernici a base di cellulosa da impiegarsi in ambienti notevolmente umidi. *G. Cc.*

MISURE.

B. F. Bailey — **Difficoltà nel misurare i rumori delle macchine.** (Elec. Eng., maggio 1931, pagg. 340-341).

Attualmente si tende a dare sempre maggiore importanza allo studio dei rumori prodotti dal macchinario elettrico, e alla ricerca dei mezzi atti ed eliminarli per quanto possibile. A tale scopo è necessario anzitutto conoscere esattamente il fenomeno e quindi misurarlo. Occorre poter disporre di due tipi di apparecchi: uno che indichi senz'altro l'intensità di un suono, un'altro che permetta di analizzare un suono nei suoi componenti.

Per il primo tipo di apparecchi si va incontro praticamente a parecchie difficoltà dato che l'orecchio umano non è egualmente sensibile a tutti i suoni. E' noto infatti che la frequenza dell'onda ha grande importanza a tale riguardo; inoltre una medesima intensità di suono riesce diversamente fastidiosa all'aperto o in un locale chiuso, ecc.

E' quindi difficile ottenere misure confrontabili fra loro. E' stato proposto di effettuare le misure in camere colle pareti rivestite in modo da impedire le riflessioni, oppure di fare uso di un grande schermo ruotante; ma si comprende la poca praticità di queste proposte. Come apparecchio analizzatore si sono ottenuti buoni risultati con sistemi di microfoni e di filtri elettrici che permettono di separare le varie frequenze.

Molte Ditte americane costruttrici di macchinario si occupano attualmente con molta attenzione di questo problema; nella sola Università di Michigan negli ultimi cinque anni si sono spesi 250.000 dollari in studi e ricerche di questo genere. Le maggiori organizzazioni tecniche americane, fra cui la N.E.L.A. e la Am. Soc. Mechanical Eng., hanno costruito appositi Comitati col compito di studiare un mezzo idoneo alla misura pratica dei suoni e successivamente stabilire delle «Norme» per i rumori tollerabili pei diversi tipi di macchinario elettrico. *R. S. N.*

F. R. BENEDICT — **Le prove ad impulso ad alta tensione.** (The El. J., aprile 1931, pagg. 216-217, con 10 figure).

Le onde di tensione prodotte dalle scariche ad impulso portano spesso in sovrapposizione delle onde ad alta frequenza che si smorzano rapidamente; mentre il massimo dell'onda fondamentale dura parecchi microsecondi ed ha quindi un'influenza sensibile sull'isolamento degli apparecchi in prova, i massimi dell'onda sovrapposta hanno una durata inferiore a 1 microsecondo e la loro influenza è di solito trascurabile. Anche nella scelta degli strumenti di misura bisogna tener conto di questo fatto poichè ad es. lo spinterometro a sfere è sensibile ai massimi dell'onda ad A. F. e può dare dei valori della tensione persino del 30 % maggiori di quelli dell'onda fondamentale, l'oscillografo a raggi catodici fornito di un riduttore di tensione a resistenza metallica (si costruiscono degli elementi di resistenza per 350 kV) dà la forma dell'onda fondamentale ed in forma attenuata anche le onde ad A. F.; talvolta queste possono anche venire eliminate dal tutto.

La forma dell'onda di tensione può essere variata a piacimento coi seguenti mezzi: 1) disponendo in parallelo col generatore della scarica ad impulso dei condensatori di conveniente capacità, si ottiene di aumentare la durata dell'onda; 2) disponendo invece delle resistenze in parallelo col generatore, si abbrevia la durata dell'onda di tensione tanto più quanto più piccola è la resistenza inserita; 3) disponendo delle induttanze e delle resistenze in serie, si rende meno ripida la fronte dell'onda di tensione. Attualmente si costruiscono dei generatori di onde ad impulso della durata di 200 microsecondi intendendo con ciò che la tensione riduce il suo valore alla metà in detto periodo. La durata del periodo iniziale di aumento della tensione è di solito compresa fra 0,25 e 20 microsecondi, le onde a fronte lunga servono specialmente per provare il comportamento dei materiali isolanti sotto l'azione di una tensione rapidamente crescente. *I. L.*

P. GOUNARD — **La misura delle forti intensità nella corrente continua.** (R. G. E., 21 marzo 1931, pagg. 457-463, con 11 figure).

La questione è studiata specialmente dal punto di vista della campionatura e del taramento degli *shunt*. L'A. riassume un metodo comprendente la misura dell'intensità con un amperometro a opposizione di flusso e la misura diretta dell'errore dello *shunt* mediante un galvanometro differenziale e un piccolo *shunt* campione percorso dalla corrente secondaria dell'amperometro. L'A. stabilisce quindi la formula di correzione ed esamina le cause di errore che in funzionamento normale possono affettare lo *shunt*. Assumendo come base i risultati del taramento iniziale è possibile allora determinare sulla conoscenza delle cause d'errore, l'errore effettivo dello *shunt* nelle misure pratiche, senza dover smontare lo *shunt* stesso. Specialmente importante come causa d'errore è la disuniformità della ripartizione della corrente nello *shunt*. L'A. introduce la nozione dell'errore medio e la applica alla correzione del risultato definitivo. Infine dà qualche indicazione sulla costruzione e sul montaggio dei grossi *shunt* illustrando uno *shunt* razionale a «volante di tensione». *G. Cc.*

H. E. EDGERTON — **Cinematografie stroboscopiche.** (Elec. Eng., maggio 1931, pagg. 327-329, con 3 figure).

Uno dei metodi usati per la determinazione degli spostamenti angolari delle macchine sincrone, com'è noto, è quello stroboscopico; esso ha pregi notevoli di semplicità ma presenta l'inconveniente che le misure devono essere fatte con apprezzamento a vista ciò che rende impossibile un accurato studio delle oscillazioni rapide che avvengono in occasione di fenomeni transitori. L'A. descrive un metodo stroboscopico il quale permette la registrazione cinematografica del fenomeno e consente quindi di studiare con esattezza i fenomeni che avvengono durante corti circuiti o manovre di interruttori, ecc. Questi strobogrammi riescono specialmente istruttivi quando siano messi a confranto con oscillogrammi presi contemporaneamente ad essi. Il metodo è naturalmente estensibile anche allo studio di altri ordini di fenomeni: movimenti di molle, di valvole, di eccentrici, ecc.

Per la registrazione cinematografica è necessario disporre di una sorgente luminosa intermittente che risponda ai seguenti requisiti: brevissima durata della luce, forte potere attinico, regolazione esatta dell'intermittenza. Ciò è stato realizzato mediante un arco in vapore di mercurio ottenuto in un thyratron di speciale costruzione; il lampo di luce che si ottiene non dura più di 10 microsecondi.

Con questo dispositivo si è studiato ad esempio il comportamento di un motore sincrono da 120 kW. Il thyratron era appeso alla carcassa stessa del motore; sui poli del rotore vennero incollati dei cartoncini bianchi con indicata la polarità; un indice fisso bianco era incollato sullo statore; le fotografie vennero prese colla frequenza di 16 per secondo. Riuscirebbe facile di costruire una macchina di presa che registrasse gli spostamenti angolari a ogni periodo: essa non avrebbe bisogno di interruttore nè di speciale comando, bastando che la pellicola si sposti in modo continuo con velocità costante. *R. S. N.*

A. BOUTARIC — **La misura della concentrazione in ioni idrogeno delle soluzioni acquose.** (R. G. E., 14 febbraio 1931, pagg. 255-263, con 6 fig.).

Il metodo esposto è un metodo elettrometrico che si traduce in uno schema potenziometrico. La misura si esegue facendo uso di un elettrodo a idrogeno e di un elettrodo al calomelano costituito da uno strato di mercurio ricoperto di calomelano e di una soluzione di cloruro potassico. Come pila campione viene adottata comunemente quella Weston. Dalla conoscenza della differenza di potenziale E misurata sperimentalmente e di quella E_0 tra l'elettrodo al calomelano e l'elettrodo a idrogeno, si risale alla concentrazione in ioni H^+ mediante la formula $p_H = \dfrac{E - E_0}{0{,}000.198.37\, T}$ T essendo la temperatura assoluta. Non potendo impiegare, nel caso che la soluzione contenga una sostanza riducibile, l'elettrodo a idrogeno, l'A. consiglia l'uso di un elettrodo al chinidrone ($C_6H_5O_2$) e illustra pure il singolare comportamento dell'elettrodo all'antimonio. *G. Cc.*

H. B. MARVIN — **Misura dei rumori delle macchine.** (Elec. Eng., maggio 1931, pagg. 349-351, con 3 figure).

Viene descritto un audiometro col quale è possibile analizzare e misurare le vibrazioni che si verificano nei diversi punti di una macchina e l'intensità del rumore in qualunque punto dello spazio circostante. Per la misura dei rumori, allo scopo di ottenere misure rispondenti ai valori precepiti dall'orecchio, si è fatto uso, nell'apparecchio, di una scala logaritmica nella quale le intensità sono espresse in decibel al di sopra del limite minimo di udibilità. Le misure vengono fatte per ogni singola distinta frequenza e perciò non è necessario introdurre alcun artificio per tener conto del «peso» delle singole frequenze nella percezione del rumore complesso.

L'apparecchio completo è contenuto in tre cassette di cui una contiene l'apparecchio di misura e l'amplificatore, un'altra le batterie di accumulatori e la terza l'analizzatore; l'apparecchio riesce così portatile e può essere usato con o senza l'analizzatore. L'organo sensibile è costituito da un microfono a condensatore e da un amplificatore a tre stadi, il tutto contenuto in una cassetta a parte.

L'apparecchio, specialmente usato coll'analizzatore di frequenze permette di ottenere una completa conoscenza di un rumore e può essere molto utile nello studio degli accorgimenti per ridurre i rumori prodotti dal macchinario. Interessanti esempi in proposito sono citati.

Nel caso che si vogliano misurare le vibrazioni di una macchina si sostituisce il microfono con un apparecchio che viene tenuto premuto contro la macchina nel punto voluto e che è capace di generare una tensione proporzionale alla frequenza di vibrazione. *R. S. N.*

MOTORI PRIMI.

C. COLOMBI — **Sul calcolo delle palette delle turbine a vapore tipo Parsons.** (Chaleur et Ind., aprile 1931, pagg. 151-162, con 8 figure).

L'A. espone un metodo di calcolo delle palette per le turbine a vapore multiple illustrandolo con esempi numerici di applicazione. Come ipotesi base suppone che la velocità con la quale il vapore abbandona la paletta di una ruota mobile sia integralmente utilizzata come velocità di entrata nella paletta del successivo distributore; ciò equivale ad ammettere che all'uscita di ciascun elemento di turbina non avvenga nessuna trasformazione di energia cinetica in energia termica. Ciò, come è noto, non corrisponde esattamente alla realtà, ma non introduce errori rilevanti nella determinazione della palettatura; delle trasformazioni di energie che effettivamente avvengono all'uscita delle palette l'A. tiene invece conto nella determinazione generale delle perdite. L'A. ammette inoltre che i diagrammi di velocità di tutte le turbine elementari, che, poste in serie, costituiscono la turbina Parsons, sieno geometricamente simili.

Le basi teoriche del metodo di calcolo proposto dall'A. vengono esposte dettagliatamente con metodo analitico. L'A. introduce alcune costanti speciali che caratterizzano una data palettatura e per la determinazione delle quali l'A. presenta alcuni diagrammi. L'applicazione del metodo viene chiarita mediante il calcolo numerico di una turbina Parsons destinata a funzionare con vapore a 2,5 kg/cm² e 250° all'ammissione e con 0,8 kg/cm² allo scarico. Il calcolo viene condotto fino alla determinazione completa delle dimensioni delle palette. *Ri.*

Turbine a vapore. (Relazione della N. E. L. A., agosto 1931, 61 pagine, con 67 figure).

Il rapporto contiene i dati di esercizio relativi a 324 turbine di potenza non inferiore a 20.000 kW. La potenza media delle turbine che alla fine del 1930 avevano un anno di esercizio è risultato di 52.075 kW (media di 16 unità), mentre per l'anno 1925 la media po-

tenza di 56 unità era stata di 31.035 kW, presso a poco eguale a quelle del 1922. L'esame dei fattori di carico e delle durate di esercizio ha dimostrato che la potenza installata era nel 1930 esuberante alle richieste di carico. Il fattore complessivo di messa fuori servizio è stato nel 1930 di 9,17, il più piccolo finora registrato. Anche le ore spese per la revisione del macchinario sono state notevolmente inferiori a quelle del 1929. Le più frequenti cause di guasti nelle turbine dipendono da incidenti alle palettature; per tale ragione furono perdute in media per ogni unità 440 ore nel 1928, 294 ore nel 1929 e 226 ore nel 1930.

Sono invece in aumento le perdite di funzionamento per guasti agli alternatori; si sono perdute (come media di 51 macchine soggette a guasto), 110 ore per ogni unità nel 1929 e 377 ore nel 1930 (come media di 42 macchine) per guasti agli avvolgimenti statorici e rispettivamente 112 ore (medie di 19 macchine) e 224 (media di 20 macchine) per guasti agli avvolgimenti di armature.

Per la prima volta l'attuale rapporto riferisce anche sul funzionamento di 10 turbine funzionanti con vapore sopra le 75 atmosfere. Il periodo di messa fuori servizio di queste macchine è stato in media del 19,75 %, assai più alto di quello (10,71 %) relativo alla media di 17 turbine funzionanti a pressioni fra 40 e 75 atmosfere.

Il rapporto contiene anche i risultati di prove di esercizio eseguite su cinque gruppi turbo alternatori di potenza compresa fra 65.000 e 165.000 kW. Esso è illustrato da una quantità di schemi e di diagrammi e da molte tavole numeriche. *Ri.*

P. Scherer — **L'impiego del carbone polverizzato nelle caldaie a radiazione.** (Electra, giugno 1931, pagg. 3-8, con 3 figure).

Il carbone polverizzato utilizzato industrialmente nelle caldaie fino dal 1920 produsse una rapida evoluzione della tecnica degli impianti termici. Una delle principali innovazioni introdotte fu la sostituzione delle murature delle caldaie con le cosidette pareti fredde, costituite cioè da tubi d'acqua ravvicinati fra loro. Ciò permetteva fra l'altro di aumentare la trasmissione di calore per radiazione e di elevare quindi il numero di calorie sviluppate all'ora per metro cubo di focolare. La utilizzazione di tale vantaggio si ebbe specialmente col cosidetto sistema del riscaldamento tangenziale, il quale, combinato con un forte preriscaldamento dell'aria, permise di arrivare a 350.000 calorie per metro cubo e per ora.

La prima realizzazione di questa tendenza fu quella delle caldaie Wood installate nel 1927 e 1929 in Inghilterra, e successivamente negli Stati Uniti, in Germania, ecc. Attualmente è in montaggio nel Belgio alla centrale di Quaregnon, una caldaia derivata da questo tipo noto sotto il nome di «Vaporigeno». E' una caldaia verticale multitubolare a 2 collettori orizzontali. La camera di combustione è parallelepipeda colle facce costituite esclusivamente da tubi d'acqua ad alette; superiormente si trova il surriscaldatore e inferiormente il cinerario a tubi di acqua. I bruciatori sono disposti sui 4 spigoli in modo che i loro getti orizzontali riescono tangenti ad un circolo ideale centrale: ciò produce un movimento turbolento che rende molto efficace la combustione e la trasmissione del calore. L'aria secondaria è preriscaldata a 300° gradi. I prodotti della combustione compiono un percorso molto semplice elevandosi verticalmente nel focolare, per ridiscendere poi lungo un unico fascio di convezione. La caldaia viene messa in pressione molto rapidamente, risponde bene alle punte ed ha un elevato rendimento. Due vaporigeni capaci ciascuno di produrre da 35-50 tonnellate di vapore/ora possono essere installati in un edificio di metri 14 per 21 e alto 16 metri; per produrre 100 tonellate/ora con caldaie ordinarie occorrerebbero 2000 metri quadri, mentre con un vaporigeno bastano 1200 m². *Ri.*

K. Dolzmann — **Cosa puo costare un kWh?** (Elcktr. Wirt., marzo 1931, pagg. 149-157, con 13 figure).

L'A. cerca di dare una risposta alla domanda di quanto possa costare il kWh distribuito da una Società elettrica, per non essere più caro di quello prodotto in un impianto autonomo. La domanda si risolve praticamente in un confronto fra l'installazione di motori elettrici azionati dalla rete di distribuzione della Società e l'installazione di un motore Diesel autonomo. Il confronto può essere fatto sulla base delle caratteristiche funzionali o su quelle dell'economia d'esercizio: entrambi le considerazioni devono essere tenute presenti per un ponderato giudizio. A favore del motore elettrico sta la maggior sicurezza di funzionamento e la maggior comodità d'impiego, specialmente oggi colla crescente diffusione del comando singolo delle macchine: a svantaggio del motore elettrico sta la dipendenza dalla rete di distribuzione con i conseguenti pericoli di interruzioni. Anche il motore Diesel si può considerare oggi una macchina sicura, ma richiede maggior sorveglianza e maggiori cure, che si traducono in maggiori spese. I motori Diesel non si prestano poi con eguale elasticità come quelli elettrici ad adattarsi alle diverse esigenze del servizio, e hanno limitata capacità di sovraccarico.

Una importanza fondamentale nei riguardi della convenienza economica assumono le caratteristiche del diagramma di carico e il numero delle ore di utilizzazione.

L'A. compie un'analisi dettagliata delle varie voci di oneri, che entrano a formare il prezzo di costo del kWh prodotto con motori Diesel. Considera anzitutto le spese d'impianto consistenti, oltrechè nell'acquisto del motore, nelle spese d'imballaggio, spedizione, montaggio e messa a punto, e nella spesa per fondazioni e per l'edificio. Tutte queste voci di spesa sono analizzate in funzione del tipo di motore e della sua potenza e i risultati sono riassunti in alcuni diagrammi. Vengono poi considerate le spese di ammortamento, manutenzione, riparazione, e successivamente quelle per il combustibile, l'olio lubrificante e gli stracci.

Come conclusione di questo studio dettagliato l'A. riporta una serie di diagrammi, nei quali sono indicati i costi del kWh prodotto per diverse ore di funzionamento, diversi fattori di carico e diversa potenza del motore Diesel impiegato. Ne trae alcune considerazioni, circa i modi di formare le tariffe di vendita dell'energia elettrica per superare le concorrenze degli impianti autonomi. *Ri.*

G. Jungnitz — **La trasmissione del calore nei condensatori a superficie.** (Wärme, 26 settembre 1931, pagg. 721-728, con 6 figure).

L'A. riprende in esame la questione assai dibattuta del calcolo della trasmissione del calore nei condensatori delle motrici a vapore, quale essa realmente avviene in pratica. Come è noto, la semplice applicazione delle formule comuni che danno la quantità di calore trasmesso in funzione delle superfici e delle differenze di temperature conducono a risultati notevolmente diversi da quelli effettivi in causa di una quantità di fenomeni secondari che alterano il valore delle superfici efficienti nella trasmissione e le temperature nei diversi punti del condensatore.

L'A. ha eseguito una serie di esperienze su un piccolo condensatore, intese a chiarire i seguenti punti: è esatta la supposizione che la temperatura di saturazione dipenda soltanto dal rapporto fra la quantità K d'acqua di circolazione e la quantità D di vapore condensato, oppure quella temperatura è influenzata anche dai valori assoluti di queste due grandezze? Quale influenza ha la variazione della superficie e la diversa disposizione dei tubi? Come varia la trasmissione del calore quando varia il rapporto K/D mantenendo costante il rapporto fra quantità di vapore D e superficie F?

Delle esperienze eseguite viene reso conto dettagliatamente. Da esse risulta che il coefficiente di trasmissione del calore aumenta e diminuisce all'incirca proporzionalmente al carico unitario del condensatore, cioè al rapporto D/F, qualora in proporzione del carico si faccia variare anche la quantità di acqua, cioè si mantenga costante il rapporto K/D. Si può considerare come cifra caratteristica di un condensatore a superficie il rapporto fra il coefficiente di trasmissione misurata e il carico per unità di superficie. E' risultato che la disposizione dei tubi in modo che le gocce di condensato che cadono da un tubo superiore lambiscano tangenzialmente quello inferiore non aumentano affatto il grado di vuoto; meglio si arriva a tale scopo coll'introduzione di opportuni schermi di lamiere. *Ri.*

RADIOTECNICA.

F. C. Doughmann — **I generatori elettrici per il servizio radio sugli aeroplani.** (The El. J., dicembre 1930, pag. 701-704, con 9 figure).

La corrente elettrica necessaria per la radio può essere prodotta in 4 modi: con una batteria di accumulatori che alimenta un gruppo motore-dinamo, con un generatore azionato da un'elica indipendente oppure dal motore a benzina e infine con un gruppo elettrogeno a benzina. Il generatore può essere a c. c. oppure a c. a. ad alta frequenza a seconda del sistema di trasmissione adottato. Il primo sistema è anche il primo in ordine di tempo che sia stato adottato, esso dà le migliori garanzie di funzionamento anche quando l'aeroplano è fermo, suo unico inconveniente è il peso rilevante. Il generatore a c. c. ad alta tensione (1.000 volt) è accoppiato nella stessa carcassa col motore; la sua costruzione è molto difficile perchè deve dare il massimo di isolamento col minimo di ingombro. Il problema si risolve meglio adottando un generatore di c. a. ad alta frequenza e bassa tensione (110 volt) accoppiato con un motore a c. c.; la tensione della c. a. così prodotta viene elevata con un trasformatore.

Il secondo sistema si è sviluppato durante la guerra con lo scopo preciso di ridurre l'ingombro e il peso del gruppo; il generatore deve funzionare a velocità costante e porta quindi un regolatore a forza centrifuga (montato sul suo asse) che cambia l'inclinazione della pala dell'elica e a seconda della velocità del vento. L'elica è ad una pala sola bilanciata perchè così la regolazione della velocità risulta più precisa. Il generatore può anche essere costruito per dare c. a. ad alta frequenza, in tal caso l'eccitazione del campo magnetico è data da un avvolgimento per c. c. disposto sul rotor; il generatore diventa una combinazione di un alternatore e di una dinamo e può anche servire per la carica degli accumulatori.

La terza soluzione utilizza la dinamo accoppiata col motore a benzina e adoperata per caricare gli accumulatori, applicandovi un secondo avvolgimento ad alta tensione col quale si alimenta la stazione radio. La reazione fra i due avvolgimenti del rotor può produrre dei fenomeni di interferenza che disturbano ma che si possono eliminare facilmente inserendo un regolatore di velocità a frizione fra il motore a benzina e la dinamo.

L'ultima soluzione presenta tutte le garanzie di funzionamento che si possono richiedere da un generatore elettrico: il gruppo elettrogeno a benzina funziona a sè; esso pesa circa 50 kg e produce una potenza in media di 1 kW. *I. L.*

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

J. W. Milnor - G. A. Randall — **Un cavo sottomarino per grandi velocità di trasmissione.** (Elec. Eng., maggio 1931, pagg. 337-339, con 5 fig.).

Nel 1928 è stato posato fra le Azorre e Terranuova un cavo sottomarino telegrafico che accoppia la caratteristica della possibilità della

trasmissione in duplex propria dei cavi non caricati, con l'elevata velocità di trasmissione propria dei cavi caricati. Le prove hanno dimostrato che è possibile trasmettere, in duplex, 1400 lettere per minuto contemporaneamente nelle due direzioni, mentre in simplex la velocità sale oltre 2500 lettere al minuto. Esso è dunque il cavo di maggiore efficienza finora posato.

Si è girata la difficoltà di bilanciamento pel funzionamento in duplex, propria dei cavi completamente caricati, dividendo il cavo in tre tronchi dei quali il mediano lungo circa 2500 chilometri è del tipo caricato, mentre i due tronchi di estremità, lunghi circa 300 km, non sono caricati. Il carico del cavo è effettuato con mumetal.

La resistenza totale del cavo, a corrente continua, è risultata (alle prove effettuate dopo la posa) di 4521 ohm e la capacità totale di 463 μF. Il tempo di propagazione dei segnali, alla frequenza di 60 periodi, è di 0,235 minuti secondi. Si è calcolato che le sollecitazioni meccaniche prodottesi durante la posa hanno prodotto una diminuzione dell'induttanza del 13 per cento circa. *R. S. N.*

TRASFORMATORI.

G. FRACANZANI — **Sulla determinazione pratica delle caratteristiche di funzionamento dei trasformatori con particolare riguardo al loro comportamento termico.** (Energia El., agosto 1931, pag. 673-687, 9 figure).

In questo studio l'A. tende a dimostrare come in sede di collaudo si possano facilmente ricavare gli elementi per giudicare se il trasformatore corrisponde alle condizioni di buon comportamento termico, sia nei riguardi delle temperature massime dell'olio e del rame, sia nei riguardi di eventuali surriscaldamenti ristretti al nucleo. Si occupa anzitutto della determinazione del coefficiente di disperdimento di calore, per il quale stabilisce una espressione che è funzione della sovraelevazione di temperatura e di 2 costanti. Il valore di tale coefficiente può essere ricavato da semplici misure in corto circuito e dalle temperature dell'olio al principio e alla fine delle prove di collaudo.

Per quanto riguarda le perdite nel ferro, dopo alcune considerazioni di carattere generale sulla loro importanza, l'A. propone di utilizzare la relazione empirica $n = 3{,}2 - \frac{\sqrt{P}}{200}$ (dove P è la potenza in kVA del trasformatore) relazione che fornisce il valore dell'esponente limite n di variazione delle perdite. D'altra parte questo n può essere facilmente ricavato in base a semplici misure in sede di collaudo, come viene dettagliatamente dimostrato dall'A., che indica per tale determinazione un metodo analitico ed uno grafico.

Per il calcolo delle sopra temperature effettive è necessario distinguire i trasformatori a raffreddamento naturale, nei quali sia il coefficiente di dispersione che le perdite nel rame crescono colla temperatura, da quelli a raffreddamento forzato, nei quali il coefficiente di dispersione resta costante praticamente, e può anche variare in senso inverso. Considerando separatamente i due tipi l'A. mette in evidenza, come in base alle considerazioni precedentemente fatte si possa, utilizzando pochi risultati di misure, arrivare alla determinazione della sovratemperatura a regime, sia dell'olio che degli avvolgimenti.

I metodi esposti sono illustrati nella loro pratica applicazione da un esempio numerico largamente svolto. *Ri.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

A. VON ALTMANN e C. ARON — **La regolazione della tensione con trasformatori a prese supplementari e con regolatori a induzione.** (R. G. E., 28 febbraio 1931, pagg. 347-355).

Dei due metodi indicati si illustrano le soluzioni adottate per il montaggio e si fanno esempi di combinazioni di trasformatori di potenza con trasformatori survoltori per assicurare la regolazione nei limiti determinati. Per il regolatore a induzione, esposto il principio di funzionamento, è istituito un confronto tra il regolatore semplice e quello doppio. E' fatto pure cenno al trasformatore con regolazione a nucleo spostabile e a un trasformatore con rapporto di trasformazione variabile e prese a regolazione continua, in combinazione con un regolatore a induzione. A titolo di conclusione gli AA. consigliano l'uso del trasformatore a prese multiple per raddrizzatori e per motori da trazione e l'uso del regolatore a induzione per commutatrici e piccoli motori a collettore. *G. Cc.*

W. A. MERRIAM - H. R. ARNOLD — **Alcuni coefficienti che hanno influenza sulla stabilità.** (Elec. Eng., maggio 1931, pagg. 332-336, con 5 figure).

Gli AA. riassumono anzitutto i risultati degli studi compiuti finora sull'argomento della stabilità dei sistemi di trasmissione dell'energia elettrica e mettono in evidenza i molteplici elementi che entrano in gioco a determinare il grado di stabilità, elementi che dipendono sia dal macchinario connesso alla linea sia dalle carateristiche della linea stessa. Passano poi a numerare i diversi metodi proposti per migliorare le condizioni di stabilità: variare l'eccitazione dei generatori col variare del carico, caricare le sbarre della stazione generatrice con reattanze per abbassare il fattore di potenza dei generatori senza abbassare quello delle linee, sostituire parte del macchinario sincrono con generatori o motori a induzione, aumentare l'intraferro dei generatori per elevarne la saturazione magnetica, inserire dei condensatori lungo la linea. Il metodo preferibile è quello di provvedere i generatori di un mezzo di regolazione rapida della eccitazione.

A questo proposito viene particolarmente descritto un dispositivo studiato nei laboratori della Università del Colorado. Esso consiste essenzialmente in un piccolo motore trifase a induzione alimentato attraverso tre trasformatori di corrente collegati a stella e inseriti sulla linea alla estremità generatrice. Aumentando il carico in linea, aumenta la corrente nel secondario dei trasformatori e ciò fa ruotare il motorino a induzione di un certo angolo; la rotazione produce lo spostamento di un reostato a liquido inserito sull'eccitazione del generatore in modo da aumentare l'eccitazione stessa.

L'apparecchio, molto semplice, è stato sperimentato largamente con successo e si è dimostrato di soddisfacente funzionamento nelle condizioni più svariate. *R. S. N.*

J. S. GHEORGHIN — **Il funzionamento in parallelo delle centrali.** (R. G. E., 11 aprile 1931, pagg. 577-587, con 13 figure).

La questione si riallaccia allo studio della ripartizione delle potenze attiva e reattiva nelle reti e l'A. muove alla ricerca del numero di variabili che caratterizzano il regime e delle equazioni che per determinare tali variabili si hanno a disposizione, ammesso uno stato di regime permanente nel sistema di più centrali interconnesse. Il caso più complesso di una interconnessione ad anello si può riportare facilmente a quello fondamentale di un collegamento radiale ramificato. Sulla ripartizione delle potenze attive e reattive influiscono la velocità degli alternatori e l'eccitazione. Regolando l'uno o l'altra di queste due grandezze si regola la ripartizione. La parte più importante dell'articolo mira appunto a definire l'influenza dei due elementi. Ma il funzionamento pratico delle reti introduce in generale altre condizioni oltre quelle che da sole sarebbero sufficienti a mettere in equazione il problema e quindi a determinare univocamente il funzionamento della rete. Le condizioni supplementari impongono l'introduzione di nuove variabili che si traducono in altrettanti nuovi sistemi supplementari di regolazione: trasformatori a prese multiple, survoltori, compensatori sincroni, ecc. Così il problema assume l'aspetto di « stretta realizzazione ». Ma è bene, afferma l'A., prevedere i mezzi supplementari di regolazione in soprannumero rispetto a quelli indicati dalla trattazione matematica, sia per aver un certo grado di libertà nell'esecuzione della regolazione, sia per mettersi in grado di assolvere a nuove esigenze che in avvenire potrebbero sorgere. L'articolo si chiude con una diffusa citazione bibliografica. *G. Cc.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

E. DENTI — **Le filovie nella economia nazionale.** (Energia El., agosto 1931, pag. 688-692, 4 figure).

Premesse alcune considerazioni sul costo relativo dell'esercizio di una rete urbana di trasporti per mezzo di tramvie o di autobus, l'A. mette in evidenza che il servizio automobilistico viene a costare sempre parecchio di più di quello tramviario ed inoltre implica la necessità di maggiori importazioni di combustibile liquido dall'estero. Un miglioramento potrà essere ottenuto coll'impiego della nafta al posto della benzina, ma anche questa non è una soluzione interamente soddisfacente.

Secondo l'A. ottime probabilità di sfruttamento sono offerte da autotrasporti ad energia elettrica. A questo proposito ricorda le applicazioni relativamente modeste fatte delle vetture ad accumulatori, e si intrattiene invece in modo particolare sulle filovie. Questo mezzo di trasporto, che era stato introdotto qualche decennio addietro e poi quasi caduto in disuso, si è recentemente rinnovato utilizzando i progressi che erano stati compiuti nel frattempo dall'automobile per i trasporti collettivi. Larghissime applicazioni ne sono già state fatte in parecchie nazioni estere e specialmente in Inghilterra, dove sono in servizio una trentina di linee con oltre 600 vetture.

A favore delle filovie stanno un minore costo di esercizio, l'impiego di energia elettrica al posto della benzina da importarsi dall'estero, e un servizio più comodo per il pubblico; rispetto alle tramvie la filovia, mentre conserva i pregi di velocità e di elasticità di prestazione delle autovetture a benzina, presenta il vantaggio di un minore ingombro stradale, potendo, specialmente per gli arresti e il movimento dei viaggiatori, spostarsi fino ai marciapiedi senza perciò interrompere il traffico degli altri veicoli.

L'A. illustra poi in particolare il recente impianto della filovia di Desenzano lunga 3 km con pendenze che arrivano al 70 per mille. Le vetture, che pesano 3,9 tonnellate, sono a 3 assi, di cui 2, posteriori, motori; possono portare in via normale, 33 persone sedute ed altrettante in piedi. Sono equipaggiate da un motore unico da 45 kW, supercompound a corrente continua a 550 V; la regolazione di velocità è ottenuta agendo sul campo in derivazione e quindi senza spreco di energia. La filovia di Desenzano è il primo esempio moderno del genere in Italia ed è in funzione da un anno con completa soddisfazione. *Ri.*

CRONACA

L'inaugurazione dell'impianto del terzo salto del Pescara.

Il giorno 1 novembre, alla presenza di S. E. Acerbo, sono stati inaugurati gli impianti che sfruttano il terzo salto del Pescara. Numerose personalità convenute da Napoli, Roma, Pescara, Chieti, al-

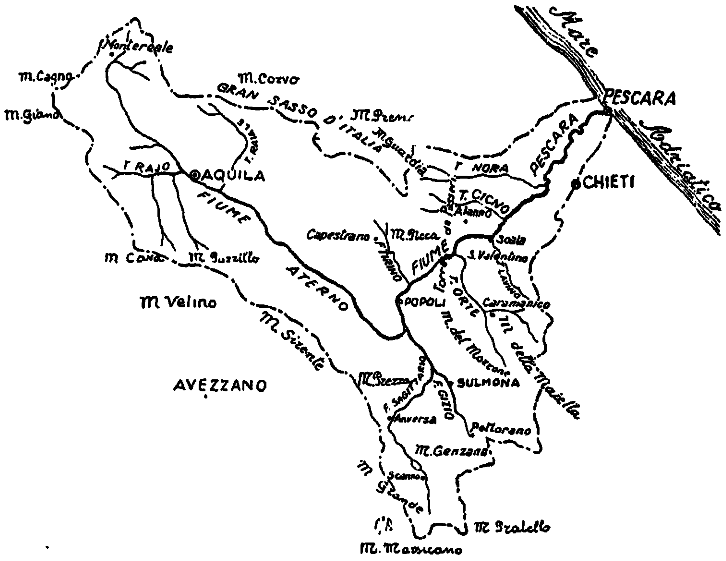


Fig. 1.

l'ora stabilita per la cerimonia, erano alle opere di presa. Giunto sul posto, S. E. Acerbo ha chiuso le paratoie di sbarramento, ed ha aperto le bocche a battente attraverso le quali le acque sono state immesse nel canale derivatore, nella galleria, e nelle condotte forzate.

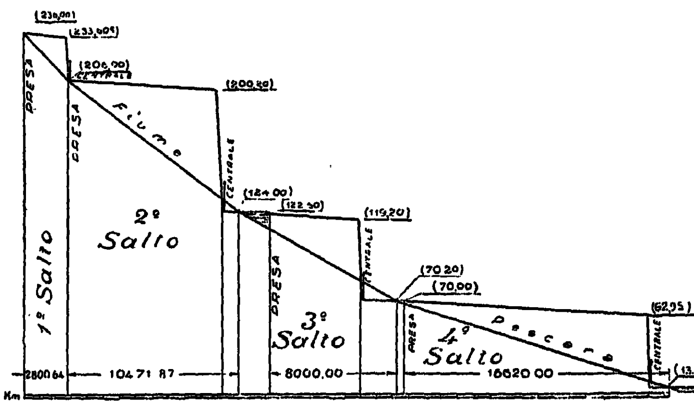


Fig. 2.

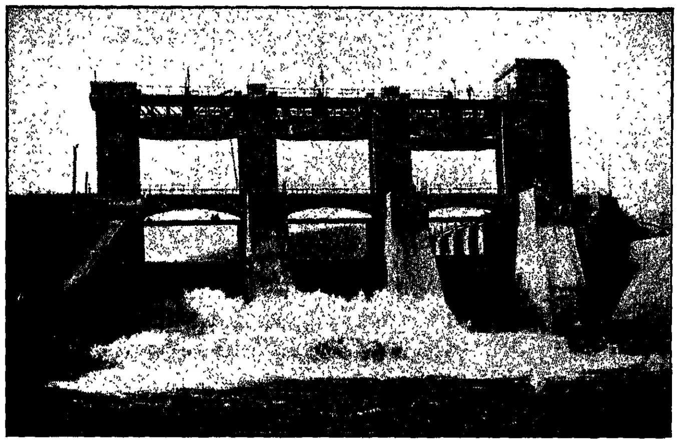
Raggiunta la centrale in automobile, dopo che il Vescovo di Penne ebbe impartito la benedizione e l'Ing. Cenzato Consigliere Delegato della Soc. Meridionale di Elettricità ebbe salutato e ringraziato le Autorità e l'Ing. Del Buono progettista e Direttore dell'impianto ebbe brevemente illustrato la importanza, la fisonomia e le finalità dell'opera che si stava per inaugurare, S. E. il Ministro prese la parola dicendosi lieto di rappresentare il Governo Fascista alla cerimonia inaugurale di una opera tra le più cospicue di quelle compiute al principio dell'anno X e inquadrando felicemente la funzione del nuovo impianto dal duplice punto di vista tecnico ed economico. Dopo di che S. E. Acerbo ha premuto il tasto che, con l'apertura delle saracinesche e la conseguente massa in marcia delle turbine, ha ufficialmente dato vita alla nuova centrale.

Nei locali di quest'ultima è stata poi, a chiusura della cerimonia, offerta una colazione.

*

I tre impianti del Pescara, di cui i primi due costruiti fra il 1905 ed il 1912 sfruttano (fig. 1) un bacino imbrifero di circa 3000 km² e la fig. 2 rappresenta il profilo schematico degli impianti studiati per la organica utilizzazione del bacino stesso; quello testè inaugurato, relativo al terzo salto, è il penultimo della serie. E' già stata ottenuta la concessione per la utilizzazione del 4° salto con la entrata in funzione del quale, lo sfruttamento delle possibilità idrologiche della regione sarà integralmente ottenuto, secondo il programma che l'Ing. Del Buono si era proposto fin dall'inizio.

L'impianto del 3° salto, del quale la fig. 3 dà la planimetria, ha le opere di presa alla quota 122,50 e quelle di restituzione alla quota 70,20. Sfrutta quindi un salto naturale complessivo di m 52,30 ed ha una portata derivabile da 45 a 60 m³.


Fig. 4.

Il bacino di accumulazione, creato a monte dello sbarramento è lungo 2.300 m, largo in media 400 m. Lo specchio d'acqua realizzato è di circa 700.000 m² talchè, con un abbassamento di m 1,50 si realizza uno svaso di circa 1 milione di m³ corrispondenti all'incirca a 90.000 kWh.

Le opere di sbarramento (fig. 4) e di presa sono costituite da un argine in terra lungo m 120, con 10 m di ritenuta, dallo sbarramento in muratura con 3 luci larghe m 11 e alte m 10, capaci di smaltire una portata di oltre 2000 m³ in caso di piena. Le porte sono del tipo Stoney in due pezzi, con comando a pressione d'olio ed elettrico. Lateralmente allo sbarramento sono previste 5 bocche a battente larghe m 4,80 e alte m 3,50 che immettono nel bacino di calma, lungo m 80, largo 20 e munite di sfioratore della lunghezza di m 50.

Il canale derivatore è lungo in totale m 5350 circa di cui 4.000 in galleria; la più lunga di queste, la galleria della Plaja è di m 3400 circa. La sezione del canale è trapezia di m² 37 di luce; quella delle gallerie è di 27 m². Alla progressiva 3700 è previsto un edificio di scarico con sfioratore; esso versa direttamente nel fiume mediante apposito canale lungo circa 100 metri.

Le condotte forzate, provviste di paratoie automatiche sono due, del diametro di m 2,80 e della lunghezza di 130 m.



Fig. 3.

La centrale generatrice è divisa in due edifici contigui: la sala macchine di m 35 × 18 ed il fabbricato quadri di m 24 × 15. Questo ultimo è diviso in quattro piani nei quali è disposta l'apparecchiatura

alla tensione di generazione (6 kV) e quella (a 25 kV) relativa alle condutture di collegamento con le altre centrali del sistema.

Il macchinario generatore (fig. 5) comprende due gruppi costituiti ciascuno da una turbina ad asse verticale a 270 giri, per un salto di 50 m ed una portata di 25 m³, accoppiata con un alternatore da 12.000 kVA, 45 periodi con una tensione variabile tra 6000 e 6600 V.

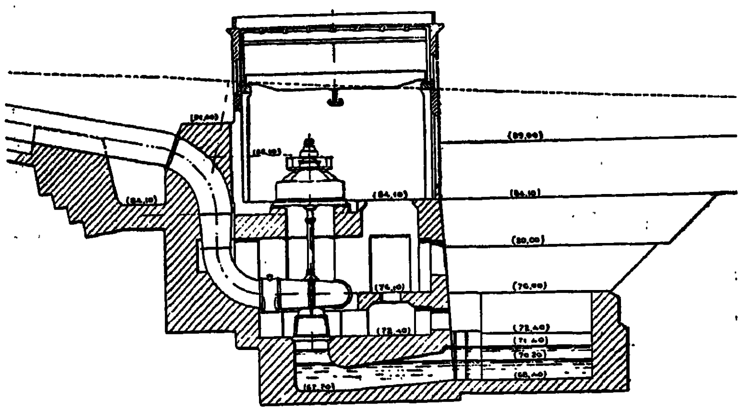


Fig. 5.

I trasformatori sono tre, trifasi, da 24.000 kVA ed inalzano la tensione a 150 kV. Essi sono installati all'aperto, lateralmente alla centrale.

Il canale di restituzione è lungo complessivamente 2064 m, di cui i primi 368 in galleria.

Con la entrata in funzione del terzo salto, le tre centrali del sistema collegate, come si è detto, tra di loro da una linea a 25 kV, sono suscettibili di fornire una potenza di 50.000 kW ed una energia annua che può valutarsi in 360 milioni di kWh; queste due cifre saliranno a 70.000 kW e 500 milioni di kWh rispettivamente a sfruttamento completo, e cioè col quarto salto in funzione.

La energia prodotta è in parte utilizzata nella regione per scopi elettrochimici e per fornire luce e forza motrice nelle vallate dell'Aterno e del Pescara, da Sulmona a Castellamare ed Aquila, in parte immessa nella grande rete della Società Meridionale di Elettricità; all'uopo dalle centrali del 2° e 3° salto partono due linee a 80 e 150 kV e lunghe 180 e 190 km rispettivamente, che fanno capo alla grande sottostazione di Frattamaggiore. Dalla centrale del 3° salto parte poi anche una linea (sempre a 150 kV) che si collega alle reti della Società Terni e che consente i reciproci scambi di energia.

* *

ESPOSIZIONI, CONGRESSI, ECC.

Due manifestazioni internazionali di Ingegneria Sanitaria ed Urbanistica. — Avrà luogo a Lione dal 6 a 9 marzo del prossimo anno il 3° Congresso internazionale di Ingegneria Sanitaria ed Igiene Urbanistica. Il Congresso sarà integrato da una Esposizione Internazionale alla quale parteciperanno, nella sezione documentaria, i Governi e gli Enti pubblici e nella sezione industriale gli interessati. Tutti i chiarimenti concernenti le inscrizioni, sia al Congresso che alla Mostra, i ribassi ferroviari, ecc. possono essere richiesti alla Delegazione Internazionale di Tecnica Sanitaria e di Igiene Urbanistica, in Viale Romagna, 51 a Milano.

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

Presso l'*Istituto Radiotecnico,* — Milano Via Cappuccio 2 — riprenderanno lunedì 14 dicembre alle ore 20,30, i Corsi della *Scuola di Radiotecnica,* Scuola biennale di perfezionamento per ingegneri e dottori in fisica laureati e laureandi, nonchè per Ufficiali delle Armi tecniche. Le esercitazioni pratiche e le lezioni teoriche avranno luogo al mattino della domenica e nelle sere di lunedì, giovedì e sabato. - Per schiarimenti e programmi rivolgersi in Via Cappuccio, 2.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Un nuovo tipo di *controller automatico per tram* è stato studiato con il preciso scopo di rendere più agevole il compito del manovratore (*The El. J.,* marzo 1931, pagg. 157-160, n. 10 figure). L'esclusione graduale delle resistenze di avviamento si compie automaticamente sempre con lo stesso ritmo ed in modo da realizzare un'accelerazione di 5 km/ora per secondo sfruttando al massimo l'aderenza delle ruote sulle rotaie; il manovratore deve soltanto stabilire quale è la velocità massima che il veicolo dovrà raggiungere e portare la manovella nella posizione corrispondente. Il dispositivo completo trova posto nel telaio della vettura e contiene in sè anche gli organi per il comando della frenatura dinamica del veicolo quando i freni a ceppi vengono a mancare. Da esperienze compiute su vetture per servizio cittadino con quattro fermate per km di percorso è stato riscontrato un aumento della velocità media del veicolo del 22 % rispetto alla velocità realizzabile col tipo solito a comando manuale, il consumo in energia aumenta solo del 2 %. Il veicolo fornito di questo dispositivo di comando può raggiungere la velocità di 36 km/ora e poi fermarsi nel tempo di 18 secondi. *I. L.*

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

SCHEMA DI NORME PER I TRASFORMATORI DI MISURA

COMPILATO DAL SOTTOCOMITATO STRUMENTI DI MISURA

Presidente: Prof. ANGELO BARBAGELATA (A)

Segretario: Ing. Bruno Usigli

Membri:

Andreoni Carlo (U)	Ferraris Lorenzo (A)
Barbagelata Angelo (A-U)	Fracanzani Giacomo (U)
Bauchiero Giuseppe (A-U)	Lupi Donatello (U)
Brunetti Mario (A-U)	Martinez Giulio (A)
Calvelli Cesare (A-U)	Righi Aldo (A-U)
Campos Gino (A)	Ruberti Silvano (U)
Emanueli Luigi (A)	Sainati Francesco (U)
Falco Riccardo (A-U)	Vallauri Giancarlo (A)
(A) = designazione A.E.I.	(U) = designazione UNFIEL

NOTA BENE. - Secondo il disposto dell'Art. 10 dello Statuto del C. E. I. chiunque avesse osservazioni o suggerimenti da fare in merito al presente Schema è pregato di volerli comunicare entro tre mesi da oggi alla Segreteria del C. E. I. presso l'Ufficio Centrale dell'A. E. I. (Milano - Via S. Paolo, 10).

CAPITOLO I.

DEFINIZIONI.

101. *Trasformatori di misura.* Sono trasformatori statici destinati ad alimentare col loro secondario esclusivamente istrumenti di misura indicatori, registratori, integratori ed eventualmente relais.

Essi constano di un avvolgimento primario, che viene connesso al circuito sul quale si vuol fare la misura e di un avvolgimento secondario, isolato rispetto al primario, che alimenta gli strumenti di misura o relais.

102. *Trasformatori di corrente.* Sono quei trasformatori di misura il cui avvolgimento primario è percorso dalla corrente di cui si vuol misurare l'intensità. Saranno nel seguito designati brevemente con TA (trasformatori amperometrici).

103. *Trasformatori di tensione.* Sono quei trasformatori di misura il cui avvolgimento primario è derivato dalla tensione che si vuol misurare. Saranno nel seguito designati con TV (trasformatori voltmetrici).

104. *Tensione di esercizio* (V_e) di un trasformatore di misura è la tensione più elevata alla quale può essere sottoposto, in esercizio, il primario del trasformatore.

Ad essa sono riferite le prove di isolamento (v. art. 202) e per i *TV*, quelle di riscaldamento (v. art. 411-412).

105. *Intensità primaria* (I_1) *e secondaria* (I_2) *nominali di un trasformatore d'intensità.* Sono le intensità in ampere indicate sulla targhetta, e per le quali il trasformatore viene fornito. La corrente secondaria nominale è normalmente 5 A.

106. *Tensione primaria* (V_1) *e secondaria* (V_2) *nominali di un trasformatore di tensione.* Sono le tensioni in volt indicate sulla targhetta, o per le quali il trasformatore è costruito.

Ad esse sono riferiti i limiti d'errore (v. art. 431).

La tensione primaria nominale può anche essere diversa da quella di esercizio.

La tensione secondaria nominale è normalmente compresa fra 100 ÷ 120 V.

107. *Rapporto nominale.* (K_n) di un trasformatore di misura è il rapporto tra la grandezza primaria nominale e quella secondaria nominale (per i trasformatori d'intensità $K_n = \frac{I_1}{I_2}$, per quelli di tensione $K_n = \frac{V_1}{V_2}$).

Esso sarà preferibilmente un numero multiplo di 2 o di 5.

108. *Rapporto effettivo* (K) è il rapporto tra la grandezza primaria e quella secondaria nelle condizioni considerate.

109. *Prestazione* di un trasformatore di misura è la po-

tenza richiesta dal complesso degli apparecchi alimentati dal suo secondario (in serie per i TA, in parallelo per i TV). Essa viene definita indicando il numero dei Voltampere (VA) richiesti da tale complesso (in corrispondenza del valore nominale della grandezza primaria) col relativo fattore di potenza (cos ψ).

110. *Errore di rapporto* di un trasformatore di misura per una determinata prestazione e per una determinata corrente o tensione primaria è l'errore percentuale derivante dalla differenza tra il rapporto nominale e quello effettivo. Esso è perciò definito da:

$$\eta = \frac{K_n - K}{K} \times 100$$

L'errore è perciò positivo quando la grandezza secondaria è maggiore di quanto dovrebbe essere in base al rapporto nominale.

Nota all'Art. 110. *Questa espressione dell'errore coincide con quelle adottate dalla C. E. Internazionale:* $\eta = \frac{K_n I_2 - I_1}{I_1} 100$ *per i TA, e* $\eta = \frac{K_n V_2 - V_1}{V_1} 100$ *per i TV, dove* $I_2 I_1$, $V_2 V_1$ *sono i valori effettivi delle correnti o delle tensioni nelle condizioni considerate.*

111. *Angolo d'errore.* Angolo d'errore di un trasformatore di misura è lo spostamento angolare ε fra il vettore rappresentativo della grandezza primaria e quello della secondaria invertita. Esso si considera positivo quando la grandezza secondaria invertita *precede* la primaria. È raccomandabile di esprimere sempre l'angolo di fase in *centiradianti* o in valore di 100 . sen ε.

112. *Errore di fase.* Errore di fase è l'errore che, nelle misure di potenza o di energia, deriva dall'essere ε diverso da zero. L'errore è espresso in % da + ε tang φ per i TA e da — ε tang φ per i TV, essendo φ il ritardo di fase del carico considerato.

Nota. Per gli usi pratici si può ritenere: 60 *minuti* = 1,8 *centiradianti* = 1,8 *di* 100 sen ε.

113. *Prestazione nominale* di un trasformatore di misura è quella prestazione che il trasformatore può dare senza che gli errori di rapporto e gli angoli di errore superino i valori dati dagli articoli 331 e 431.

114. *Prestazione massima* di un trasformatore di misura è quella che esso può dare indefinitamente senza che i suoi sovrariscaldamenti superino i valori indicati agli articoli 311, 411 e 412.

CAPITOLO II.

PRESCRIZIONI GENERALI.

201. I trasformatori di misura costruiti secondo le prescrizioni delle presenti norme dovranno portare sulla targa la sigla del C.E.I.

202. *Prove di rigidità dielettrica* (isolamento esterno):

a) L'isolamento dell'avvolgimento primario dei trasformatori di misura sarà provato applicando per 1' tra di esso e l'avvolgimento secondario collegato alla massa, una tensione alternata V, definita dalle formole seguenti:

per tensioni d'esercizio fino a 5 kV

$$V = 1{,}1\ V_p + V_e$$

per tensioni d'esercizio oltre 5 kV

$$V = 1{,}1\ V_p + 5$$

nelle quali V_p è la tensione di prova in kV stabilita dalle norme del C.E.I. per i trasformatori di potenza, in base alla tensione d'esercizio V_e.

b) L'isolamento del secondario sarà provato per un minuto a 2000 volt, applicati fra il rame secondario e la massa.

c) Per il caso di trasformatori in cui l'avvolgimento primario o secondario sia costituito da due o più parti separate, ognuna di queste parti dovrà essere provata ad una tensione di 2000 V. per 1', applicata tra essa e tutte le altre parti collegate metallicamente.

203. *Sensi di connessione.* I sensi di connessione dei trasformatori di misura devono risultare in modo chiaro dalle indicazioni ai morsetti. In genere sarà sufficiente indicare con uno stesso segno un morsetto primario e il secondario corrispondente.

Nota. La corrispondenza va intesa nel senso che, se si potesse sopprimere il trasformatore, i due conduttori facenti capo ai morsetti corrispondenti dovrebbero essere collegati insieme.

CAPITOLO III.

PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER I TRASFORMATORI DI CORRENTE.

1. - Limiti di riscaldamento.

311. Le sopraelevazioni di temperatura dei trasformatori di corrente provati con una corrente primaria eguale a 1,25 volte la nominale e in condizioni di prestazione secondaria nominale, non devono sorpassare quelle ammesse nelle norme del C.E.I. per i trasformatori di potenza.

312. Un trasformatore di corrente deve poter funzionare indefinitamente senza danno *a circuito secondario aperto*, salvo che esso sia munito di un dispositivo automatico (valvola di tensione) di messa in corto circuito del secondario in caso di interruzione del circuito alimentato.

2. - Prove elettriche e meccaniche combinate.

321. Un trasformatore di corrente, in condizioni di prestazione nominale deve poter sopportare per un secondo una corrente primaria di 50 volte la normale, senza danni permanenti.

3. - Limiti di errore.

331. A seconda del grado di precisione, i trasformatori d'intensità sono classificati in tre classi, distinte dalle lettere *P*, *Q*, *R*. Per dette classi gli errori di rapporto e gli angoli di errore massimi ammissibili sono indicati nella seguente tabella, tenendo presente che essi si riferiscono a qualsiasi prestazione secondaria compresa tra 0 ed il 100% della nominale, con un fattore di potenza della prestazione stessa (cos ψ) compreso tra 0,6 in ritardo e 1.

Classe	Percentuale della corrente primaria nomin.	Errore di rapporto %	Angoli di errore	
			in minuti	centiradianti
P	10	± 1	60	1,8
	20	± 0,75	40	1,2
	100	± 0,5	30	0,9
	120	± 0,5	30	0,9
Q	10	± 2	120	3,6
	20	± 1,5	80	2,4
	100	± 1	60	1,8
	120	± 1	60	1,8
R	come classe Q		nessuna prescrizione	

Se il trasformatore è munito di resistenza di protezione in derivazione sul circuito primario, le prove saranno fatte con la resistenza stessa in circuito.

Nota. Le classi P *e* Q *corrispondono rispettivamente alle classi* 0,5 *ed* 1 *della C.E.I. con la sola differenza che, per queste, i limiti di errore valgono per prestazioni comprese tra il* 25 *ed il* 100% *di quella nominale, con* cos ψ = 0,8.

4. - Targa e indicazioni relative.

341. *Indicazioni* da porre sulla targa di un trasformatore d'intensità:

Sigla del C. E. I.
Nome della Ditta costruttrice.
Tipo.
Numero di fabbricazione.
Corrente primaria e secondaria separate da una barra.
Classe e prestazione nominale separate da una barra.
Tensione di esercizio.
Frequenza o limiti di frequenza

Esempio:

Ditta
Tipo TA... n° 563746
Rapporto 100/5
Classe P/40 Tensione d'eser. 120 kV.
f = 40 ÷ 60

342. *Trasformatori a più rapporti.* — Nei trasformatori di misura a più rapporti nei quali alla variazione del rapporto nominale corrisponda una variazione della prestazione nominale, si indicherà per ogni rapporto la relativa prestazione; in caso contrario, s'intende che la prestazione nominale indicata si riferisce al rapporto che ammette minore prestazione.

CAPITOLO IV.

PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER I TRASFORMATORI DI TENSIONE.

1. - Limiti di riscaldamento.

411. Le sopraelevazioni di temperatura dei trasformatori di tensione provati con una tensione primaria eguale a 1,25 volte quella d'esercizio, e in condizioni di prestazione secondaria massima, non devono sorpassare quelle ammesse nelle Norme del C.E.I. per i trasformatori di potenza.

412. I trasformatori di tensione, in condizioni di prestazione massima, devono poter sopportare una tensione primaria eguale 1,5 volte quella d'esercizio, per la durata di 10', senza subire sopraelevazioni di temperatura superiori a quelle ammesse dalle norme del C.E.I. per i trasformatori di potenza.

2. - Prove speciali.

421. *Verifica d'isolamento fra le spire.* L'isolamento tra le spire di un trasformatore di tensione sarà provato per la durata di un minuto, eccitando l'avvolgimento secondario a una tensione alternata tale che ai capi dell'avvolgimento primario si abbia una tensione doppia di quella d'esercizio, ad una frequenza tale che la corrente assorbita dal secondario stesso non danneggi il trasformatore.

422. Per i *trasformatori di tensione* monofasi o trifasi, da inserire *con un polo primario a terra*, la prova di rigidità dielettrica tra il primario e il secondario e la massa, dovrà essere fatta eccitando l'avvolgimento secondario con una tensione alternata monofase o trifase equilibrata, tale che il primario dia una f. e. m. uguale alla tensione di prova indicata dall'art. 201 *a*) in base alla tensione d'esercizio, mantenendo il polo primario destinato ad essere connesso a terra, collegato metallicamente al secondario ed alla massa. La frequenza della tensione di alimentazione dell'avvolgimento secondario sarà tale che la corrente assorbita dal secondario stesso non danneggi il trasformatore.

Questa prova sostituisce quelle indicate ai paragrafi 202 *a*) e 421.

3. - Limiti di errore.

431. A seconda del grado di precisione, i trasformatori di tensione sono classificati in due classi, distinte dalle lettere *P* e *Q*. Per dette classi gli errori di rapporto e gli angoli di errore massimi ammissibili sono indicati nella seguente tabella, tenendo presente che essi si riferiscono a qualsiasi prestazione secondaria compresa tra 0 ed il 100% della nominale, con un fattore di potenza della prestazione stessa ($\cos \varphi$) compreso tra 0,6 in ritardo e 1.

Classe	Percentuale della tensione nominale	Errore di rapporto %	Angoli di errore	
			in minuti	in 100 sen
P	80÷120	±0,5	20	0,6
Q	80÷120	±1	40	1,2

Nota. Le classi P *e* Q *corrispondono alle classi* 0,5 *e* 1 *della C.E.I. con la sola differenza che, per queste, i limiti di errore valgono per prestazioni comprese tra il* 25 *ed il* 100% *di quella nominale, con* $\cos\ \varphi = 0,8$.

432. *Trasformatori di tensione trifasi.* — Per i trasformatori di tensione trifasi o per i gruppi di monofasi destinati ad essere inseriti a stella in un circuito trifase, valgono le prescrizioni di esattezza sopra indicate, riferite alle tensioni concatenate, quando il primario sia derivato da un circuito trifase a tensioni equilibrate. Qualora il neutro secondario fosse accessibile, le prescrizioni devono essere soddisfatte anche per ciò che riguarda le tensioni semplici.

4. - Targa e indicazioni relative.

441. *Indicazioni* da porre sulla targa di un trasformatore di tensione:

Sigla del C.E.I.
Nome della Ditta costruttrice
Tipo
Numero di fabbricazione
Tensione primaria e secondaria nominale, separata da una barra
Classe e prestazione nominale in VA, separate da una barra
Prestazione massima (facoltativa)
Tensione d'esercizio
Frequenza o limiti di frequenza

Esempio:

Ditta
Tipo TV... n° 563849
Rapporto 15000/100
Classe Q/60/150 Tens. d'eser. 15,5 kV.
f = 40÷60

442. *Trasformatori a più rapporti.* — Nei trasformatori di misura a più rapporti nei quali alla variazione del rapporto nominale corrisponda una variazione della prestazione nominale, si indicherà per ogni rapporto la relativa prestazione; in caso contrario, s'intende che la prestazione nominale indicata si riferisce al rapporto che ammette minore prestazione.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO.

Gita sociale agli impianti idroelettrici del Liro (Chiavenna).

Il 20 e 21 giugno ha avuto luogo la gita sociale: in seguito al cortese consenso della Società Elettrica Interregionale Cisalpina e grazie al cordiale interessamento del Vice Presidente della Sezione, Ing. Luigi Gasparoni, e Direttore Generale della Società, fu possibile visitare tutti gli impianti già eseguiti e in corso di esecuzione per il totale sfruttamento delle acque del Liro.

I partecipanti furono circa un centinaio e la comitiva fu allietata dalla presenza di numerose signore e signorine che portarono nella gita la nota gaia e gentile.

I gitanti partirono alle ore 14,30 del giorno 20 da Milano in comodi e lussuosi torpedoni: dopo aver percorso tutta l'autostrada Milano-Como i partecipanti furono condotti a visitare la cabina di smistamento di Breccia della Società Cisalpina.

Ripreso il viaggio, i gitanti sostarono alla Villa Carlotta, dove ebbero modo di visitare il magnifico parco annesso alla villa, ricco di numerose piante rare ed esotiche.

Dopo un breve riposo, lungo il solitario lago di Mezzola e poi per la valle del Mera fu raggiunta Chiavenna, ove il grosso della comitiva si distribuì nei diversi alberghi, mentre un gruppo di soci si spinse la sera stessa fino a Campodolcino, per essere ospitato negli alberghi di quella ridente stazione climatica.

Il mattino seguente cominciarono le visite agli impianti. I soci, che avevano pernottato a Chiavenna, risalirono la valle del Liro e il gruppo di Campodolcino la ridiscese per breve tratto per incontrarsi nella località di Prestone, ove ebbe luogo la visita alle opere di presa della derivazione Prestone-Mese, sotto la guida dell'Ing. Gasparoni e degli Ingegneri Faletti, Romagnoli e Semenza.

Risaliti in torpedone, tutti i gitanti furono condotti poi a Stuetta, per visitarvi i lavori di sbarramento del grande serbatoio di Montespluga. Durante il tragitto i partecipanti ebbero intanto modo di ammirare le aspre bellezze alpine della vallata, allietate dalla fragorosa cascata di Pianazzo. Nella visita dei lavori di sbarramento la comitiva si suddivise in parecchi gruppi, che oltre che dall'Ing. Gasparoni e dai predetti ingegneri della Cisalpina, furono guidati anche dall'Ing. Bordini, Direttore dei lavori.

Il serbatoio viene ottenuto mediante invaso nel piano dello Spluga, sbarrando con una diga alta 70 metri la forra del Cardanello e con altra diga alta 20 metri la sella di Stuetta. Le due dighe, entrambe del tipo a gravità in calcestruzzo, hanno un volume complessivo di 180.000 m³: la loro costruzione richiese l'approntamento di cantieri di lavoro importanti anche per i mezzi meccanici largamente impiegati, che i soci poterono pure visitare con particolare interesse.

Finita la visita alle opere di sbarramento, i gitanti furono portati alla località di Montespluga, ove, divisi in due alberghi, parteciparono alla colazione, gentilmente offerta dalla Società Elettrica Interregionale Cisalpina.

Dopo la colazione prese la parola il Presidente, Ing. Norsa, che, sicuro di interpretare il pensiero dei soci, espresse la più viva ammirazione per la grandiosità delle opere visitate e porse all'Ing. Gasparoni e alla sua Società i più calorosi ringraziamenti per la cor-

diale e signorile ospitalità offerta. A lui rispose l'Ing. Gasparoni, che si disse lieto di ospitare lassù un gruppo numeroso di soci della Sezione di Milano dell'A. E. I. e mandò loro il saluto cordiale della sua Società.

Ad unanimità fu approvato l'invio di telegrammi di plauso e di ringraziamento all'On. Motta e all'Ing. Merizzi, Consigliere Delegato della Società Cisalpina.

Nel pomeriggio i gitanti, risaliti in torpedone, ridiscesero la valle del Liro e si portarono alla grande centrale di S. Francesco a Mese. Divisi in parecchi gruppi i soci visitarono minutamente i due fabbricati dei gruppi generatori e dei trasformatori. Il salto utilizzato è di m 756; la condotta forzata è costituita da due pozzi verticali profondi m 60, ai quali fanno seguito due gallerie inclinate scavate nella roccia, lunghe 1200 metri, terminanti con due tratti orizzontali di 220 metri. Le gallerie sono a sezione circolare e per assicurarne la tenuta sono rivestite con tubi in lamiera fasciati con filo d'acciaio del tipo elastico. La centrale comprende tre gruppi in funzione e due in corso di montaggio, costituiti ciascuno da una turbina Pelton della Società An. Costruzioni Meccaniche Riva da 26.000 kW, $420 \div 500$ giri, direttamente connessa ad un alternatore trifase del Tecnomasio Italiano Brown Boveri da 30.000 kVA, 8000 volt $\pm$ 5 %, $42 \div 50$ periodi.

L'energia generata a 8000 volt viene poi elevata a 140.000 volt mediante trasformatori trifasi da 30.000 kVA pure del Tecnomasio Italiano Brown Boveri, uno per ciascun gruppo.

I trasformatori e le apparecchiature elettriche ad alta tensione sono installati, come si è detto, in altro fabbricato.

Attiguo alla sala macchine è il locale dei quadri di manovra e di comando: fra questi particolare menzione merita il quadro per le segnalazioni e per la misura delle temperature a distanza: per mezzo dei dispositivi in esso installati l'elettricista può leggere in ogni istante le temperature del rame e del ferro degli alternatori, dell'olio dei supporti, dei regolatori e dei trasformatori: inoltre viene dato automaticamente allarme qualora la temperatura superi il limite prestabilito.

Alle 18 circa i gitanti ripresero la via del lago di Como, e, dopo aver costeggiato l'altra sponda e percorso tutto il ramo di Lecco, rientrarono a Milano verso le ore 21, lieti delle due belle giornate trascorse in un'atmosfera di viva cordialità in mezzo a scenari alpestri e in presenza di lavori imponenti, che fanno grande onore all'industria elettrica italiana.

Allo sciogliersi della comitiva ognuno dei partecipanti mandò ancora il suo vivo plauso alla Società Elettrica Interregionale Cisalpina e al suo Direttore Generale nonchè Vice Presidente della nostra Sezione, Ing. Gasparoni, alla cui iniziativa erano dovute le due belle giornate così lietamente trascorse.

* *

SEZIONE DI NAPOLI

Alle ore 21,30 il Presidente, Ing. Brun, dichiara aperta la seduta e commemora con commoventi parole i Consoci: Comm. Ing. Ottorino Troya e Cav. Ing. Rodolfo Zehender, recentemente mancati ai vivi. Dà quindi la parola all'Ing. **Selmo** che svolge il tema: « **La trasmissione di misure a distanza** ».

La conferenza, già integralmente pubblicata nel nostro giornale, viene attentamente seguita dai numerosissimi intervenuti. L'oratore inizia il suo dire col ringraziare i colleghi che lo hanno aiutato nella raccolta dei dati e scherzosamente addita in essi i responsabili della sua conferenza.

Particolare rilievo l'oratore dà al sistema di comandi e di misura a distanza, concepito ed attuato dai tecnici della Società Generale Elettrica Napoletana a Napoli.

Le sue parole sono alla fine salutate da applausi vivissimi e numerosissimi soci si congratulano con il conferenziere.

Iniziatasi la discussione, il Prof. Focaccia crede opportuno inviare un pubblico voto di plauso all'opera geniale dello Ing. Immirzi e dell'Ing. Ricciardi della Gens, ai quali è dovuto il sistema di comandi a distanza descritto dall'Ing. Selmo.

I presenti si associano con vivi applausi.

Il Presidente alle ore 22,40 scioglie la seduta.

*

Presso la nostra Sede sociale, la sera del 7 marzo 1931 ebbe luogo la conferenza del Prof. **Luigi Lombardi** sul « **Giappone industriale** ».

Alle ore 21 il Presidente, Ing. Brun, dichiara aperta la seduta e dice che, essendo stato per lunghi anni il Prof. Lombardi il Maestro degli ingegneri elettrotecnici napoletani e nessuna parola essendo adeguata all'affetto e al rispetto che tutti i discepoli sentono per lui, egli si limiterà a ringraziarlo di aver voluto ripetere a Napoli la conferenza sul Giappone già tenuta a Roma.

Salutato da una imponente ovazione di tutti i presenti, il Prof. Lombardi inizia il suo dire ricordando quanti affettuosi ricordi lo legano a Napoli e alla Sezione dell'A. E. I., ma, non volendo cedere alla commozione che è in tutti, entra subito in argomento. La conferenza, che è stata pubblicata integralmente nel nostro giornale, fu seguita con il più vivo interesse e fu accompagnata da molte e belle proiezioni.

La manifestazione di plauso si ripetè, alla fine, ancora più viva e tutti vollero salutare e complimentare l'illustre Oratore.

*

Alle ore 21,15 del 10 aprile u. s., il Presidente, Ing. Brun, dichiara riunita l'Assemblea Generale Straordinaria dei Soci, giusta convocazione inviata a domicilio. Il Presidente chiarisce lo scopo di detta convocazione e comunica come nella delimitazione della giurisdizione della nostra Sezione compresa nel Regolamento interno approvato per referendum, non si fosse tenuto conto della nuova provincia di Matera. Poichè la Sede Centrale ha assegnato detta provincia alla nostra Sezione, i soci sono chiamati ad approvarne la inclusione nell'art. 2 del Regolamento interno.

L'Assemblea alla unanimità approva la modifica.

Il Presidente dà quindi la parola all'Ing. **Guido Bourelly** che riferisce sulle « **Comunicazioni ad onde convogliate su conduttori ad alta tensione** ». La interessante comunicazione, che sarà pubblicata nel nostro giornale, dà conto sia dei fondamenti teorici che dei dettagli costruttivi dei vari tpi di impianto, con particolare riferimento ai sistemi di accoppiamento, agli sbarramenti, ai ponti di passaggio e alle stazioni.

L'Oratore viene alla fine vivamente applaudito.

*

La nostra Sezione è stata la prima che ha organizzato una gita molto importante e molto interessante ai grandi impianti idroelettrici dei laghi Silani compiendola nei giorni 21 e 22 giugno 1931 -IX.

Una trentina di consoci guidati dal Presidente, Sig. Ing. Stefano Brun e con l'intervento di S. E. Giordani, di altri Professori della R. Scuola di Ingegneria e di rappresentanti della libera professione e della industria, partiti in comitiva da Napoli si sono recati a Cosenza dove con automezzi hanno potuto nella giornata di domenica 21 giugno visitare i due imponenti serbatoi dello Ampollino e dell'Arvo ciascuno della capacità di 70 milioni di m³. Quello dell'Arvo presenta la novità di una grandiosa diga in terra del volume di 360.000 m³ che è una delle più grandi del mondo ed è la prima così importante costruita in Europa sotto la sorveglianza dell'apposita Commissione del Ministero dei Lavori Pubblici.

Nel secondo giorno sono state visitate le centrali, del complesso di 150.000 kW.

La più grande di queste centrali è quella di Timpa Grande dove sono installati e funzionanti 75.000 kW. Dal punto di vista della modernità molto interessante è stata la visita della centrale di Calusia, completamente automatica; della potenza di 41.000 kW. Per centrali di questo tipo la potenza suddetta è la più grande finora raggiunta in Europa.

Il giro ha comportato un percorso di oltre 300 km di strada attraverso la meravigliosa Sila che tanto deve all'opera entusiasta dello indimenticabile Quadrunviro Michele Bianchi.

Questi impianti ideati dal compianto Maurizio Capuano si sono potuti compiere mercè l'aiuto e l'appoggio della particolare legislazione emanata dal Regime per la valorizzazione del Mezzogiorno d'Italia. Essi costituiscono un complesso importantissimo e tale da riservare al nostro Mezzogiorno il più lieto avvenire.

A tutti i progetti, alla esecuzione dei lavori civili ed idraulici ed alla fornitura di tutti i macchinari è stato completamente provveduto con personale e Ditte italiane.

La visita è stata possibile mercè il consenso del Comm. Cenzato, Amministratore Delegato del Gruppo della Società Meridionale di Elettricità e delle Forze Idrauliche della Sila, il quale oltre ad avere disposto per la più larga accoglienza si è fatto rappresentare dal Comm. Aperlo e dall'Ing. Selmo che sono stati guida preziosa e da cui i gitanti hanno potuto avere tutti i chiarimenti sia nei riguardi degli impianti finora eseguiti sia di quelli che sono in progetto per arrivare allo sfruttamento completo di tutta l'energia degli altipiani Silani, che è distribuita in Calabria e trasportata nelle Puglie ed a Napoli, mercè linee a 60.000 e 100.000 volt.

La riunione improntata alla maggiore cordialità ha destato sommo interesse tra i partecipanti e si è sciolta a Cosenza dopo l'invio di telegrammi di ringraziamenti e di ossequi al Comm. Cenzato ed al Prof. Bordoni, Presidente Generale dell'A.E.I.

*

Alle ore 21,15 del 21 luglio 1931, il Presidente, Ing. Brun, dichiara aperta la seduta e dà la parola al Prof. **Basilio Focaccia** che tratta delle « **Perdite dei trasformatori a corrente costante** ».

L'Oratore esamina dapprima l'andamento dei flussi di induzione e quindi passa al calcolo delle perdite prodotte da ciascuno di essi. Fondandosi sulle formule trovate e largamente conformate dalle prove sperimentali, l'oratore propone un metodo semi-indiretto di collaudo, con il quale è possibile conoscere, per ogni condizione di carico, il rendimento e la caduta di tensione del trasformatore, dopo aver eseguite solamente due prove, di cui una in corto circuito. La comunicazione, accompagnata da numerosi disegni e oscillogrammi, viene calorosamente applaudita.

Segue l'Ing. **Domenico Tolomeo**, che tratta « **Della distribuzione delle tensioni in un circuito alimentato a corrente costante** ». L'Oratore dà conto dell'andamento delle grandezze elettriche lungo un cavo unipolare di notevole sviluppo, alimentato agli estremi a corrente costante. Mostra come una messa a terra sia attraversata da corrente e infine propone un metodo per la ricerca di guasti, mediante la lettura delle tensioni degli estremi contro la terra. Anch'egli riscuote vivi applausi.

❋

Alle ore 21,30 del 7 luglio 1931, il Presidente, Ing. Brun, dichiara aperta la seduta e comunica i nomi dei soci nuovi ammessi: Ing. Campanella, Sig. Fabbrini, Ing. Pansini.

Dà quindi la parola all'Ing. **Domenico Tolomeo**, che tratta della « **Segnalazione luminosa del traffico stradale** ».

L'oratore fa la storia dello sviluppo delle segnalazioni luminose del traffico, derivandole dalla pratica ferroviaria. Parla dei primi esperimenti all'estero e infine dei più moderni sistemi di comando automatico e coordinato di segnalatori luminosi. Si sofferma sulla disposizione, natura e durata dei segnali e dà molti dettagli sull'apparecchiatura che le varie Case specialiste hanno realizzato.

Fa quindi un rapido cenno delle analisi e dei diagrammi di traffico e dei metodi per rilevarli. Fornisce numerosi dati statistici e parla delle applicazioni fatte in Italia e dei risultati della Mostra di aprile a Milano, in occasione della Conferenza per la Unificazione delle Norme e dei Segnali per la circolazione urbana.

Termina rilevando la convenzione economica della segnalazione automatica, che si risolve in un rendimento più alto delle strade.

L'oratore viene alla fine vivamente applaudito.

❋

Ciclo di conferenze promosse dalla Sezione di Napoli dell'A.E.I. presso la R. Scuola di Ingegneria.

L'iniziativa di tali conferenze è stata accolta dalle unanimi simpatie e, dopo la conferenza inaugurale del Presidente, Ing. Brun, le altre manifestazioni si sono succedute in modo regolare e continuo nei locali della R. Scuola di Ingegneria.

Ttutti gli argomenti sono stati del più alto interesse tecnico e vivissime feste sono state fatte dagli allievi e dai professionisti presenti agli oratori.

Il Comm. Ing. **G. D. Cangia**, il 28 febbraio u. s., parlò del « **Secondo Salto Volturno** », intrattenendosi sulle caratteristiche del nuovo progetto da lui redatto. Particolare rilievo l'oratore ha dato alla novità degli appoggi diametrali concentrati da lui ideati per le condotte forzate e all'altra, non meno importante, della centrale idroelettrica circolare con cabina all'aperto sul tetto.

Vivissimi applausi coronarono la interessantissima conferenza.

Il 13 marzo u. s. l'Ingegner **L. Elier Vainicher** ripetè la sua conferenza sui « **Moderni tipi di vetture tranviarie** », mettendo in giusto rilievo le caratteristiche della nuova vettura di Napoli in duralluminio e aggiungendovi i risultati dei primi mesi di esercizio. Anch'egli fu calorosamente applaudito.

L'Ing. **Francesco Motti**, nei giorni 27 marzo e 28 aprile u. s., si intrattenne sull'argomento delle « **Sottostazioni di trasformazione** ». Le sue parole, dirette soprattutto ai giovani allievi ma riuscite interessanti per tutti i presenti, furono una chiara esposizione di tutto il complesso che costituisce una moderna sottostazione, con particolare riferimento al funzionamento dei vari organi. Molte indicazioni pratiche furono date e molti concetti ardui furono ridotti in forma elementare dall'abilità dell'oratore, che si ebbe le congratulazioni dei presenti.

Il 15 maggio u. s., fu la volta dell'Ing. **Piero Casini** che svolse brillantemente il tema: « **Cenni sulla distribuzione e gli usi della energia elettrica in agricoltura e specialmente in quella meridionale** ». Moltissimi dati tecnici ed economici furono esposti dall'oratore, che si riferì soprattutto ai risultati ottenuti sui campi sperimentali di proprietà della Società Meridionale di Elettricità. L'augurio che l'oratore si fece, alla fine del suo dire, sul valore propagandistico della sua conferenza, fu certamente raggiunto, come i presenti gli dimostrarono applaudendolo calorosamente.

Da ultimo, l'Ing. **Mario Mortara**, il 29 maggio u. s., parlò della « **Costruzione delle dighe in terra** » con tutta la sua competenza scientifica. L'oratore si soffermò sulla costruzione della diga dell'Arvo degli impianti Silani, che nel suo genere è la più importante di Europa. Molti particolari furono dati dall'oratore sulle condizioni locali del terreno, sulla struttura prescelta, sulle opere di rivestimento e di impermeabilizzazione, sulla organizzazione dei lavori, ecc.

La conferenza, che fu applauditissima, venne seguita da una interessantissima proiezione cinematografica illustrante i lavori della diga dell'Arvo.

❋ ❋

SEZIONE DI TRIESTE

Sabato sera, 5 ottobre, ebbe luogo la consueta riunione mensile nella quale il Cav. Dott. **Giorgio Manni**, in una chiara e lucida esposizione illustrò « **I motivi che determinarono l'abbandono del regime aureo della valuta inglese** ». Passò successivamente a parlare della crisi mondiale enumerando i provvedimenti che molto opportunamente sono stati presi nel nostro Paese, molto prima che negli altri, per fronteggiare le inevitabili ripercussioni. Da tali provvedimenti e dalla situazione generale del nostro Paese, l'oratore ha concluso esprimendo la ferma fiducia che la crisi verrà indubbiamente superata.

Il Presidente Ing. Bonazzi si congratulò vivamente con l'oratore a nome anche della Sezione, ringraziandolo in modo particolare per le sue parole d'incoraggiamento a perseverare con fiducia nella lotta che dobbiamo sostenere per l'assestamento dell'economia nazionale, inevitabilmente inquadrata nel problema dell'economia mondiale.

Intavolata successivamente la discussione tecnica, su un tema che ha pure un'importanza agli effetti economici della nazione e cioè « *Sul rifasamento degli impianti elettrici per la razionale utilizzazione dell'energia elettrica* », parlarono vari dei soci.

L'Ing. Pippa, dopo aver accennato alla necessità di rifasamento degli impianti per il loro migliore sfruttamento, illustrò il principio di variazione del fattore di potenza a mezzo di motori sincroni, dove a variazione della corrente di eccitazione, data con dinamo ausiliaria, può essere variata la forza contro elettromotrice, soffermandosi alle variazioni assunte da detto tipo di motore a secondo degli usi; quali i motori ad avviamento per correnti parassite ed a debole coppia di avviamento; quelli per avviamento a gabbia di scoiattolo e media coppia, e quelli con avviamento in rotor in bifase per grandi coppie.

Dopo aver passato in rassegna il motore asincrono sincronizzato con eccitazione regolabile dello stesso valore di cos φ, allo scopo di evitare la perdita di passo per sovraccarichi, accennò al rifasamento con condensatori statici ed elettrolitici.

Sorvolati i compensatori di fase a caratteristiche serie, parallelo e compound, si soffermò al tipo di motore autocompensato, trattandone sommariamente le caratteristiche di funzionamento; traendo partito da queste spiegazioni per differenziare i tipi a seconda degli scopi prefissi nei fini di un impianto.

L'Ing. Barbisio parlò poi sulla tariffìcazione nei riguardi dei vari valori del fattore di potenza facendo risaltare il concetto che il cos φ non risulta sempre come il più rimunerativo; concludendo che per grosse potenze il motore sincrono o derivati, sono gli unici da applicare, mentre i motori autocompensati sono adatti per le medie potenze in grandi impianti.

L'Ing. Benussi colse lo spunto per illustrare un impianto che sta studiando, dove proprio tutti questi concetti trovano rispondenza tanto per la grande potenza quanto per la media potenza; ossia il « silos da grano » di Trieste, dove ai cicli di lavorazione, scarico e carico, dei piroscafi è stato applicato il concetto di razionale rifasamento nei singoli cicli di lavorazione e sulla potenza totale installata.

L'interessantissima discussione alla quale presero parte anche altri soci ebbe la sua conclusione in un breve cenno riassuntivo del Presidente, Ing. Bonazzi, colle risultanze di impianti di rifasamento in opera od in corso di studio per piccoli, medi e grandi impianti, mercè l'applicazione dei vari sistemi di rifasamento.

In una delle prossime riunioni verranno messi in rilievo la maggior efficacia ed i maggiori vantaggi che si ottengono coi rifasamenti eseguiti dai produttori di energia.

Verrà fatta altresì l'illustrazione particolareggiata dell'impianto di rifasamento eseguito dal Municipio di Milano con motori sincroni da 200 kVA, e di altri impianti del genere.

Necrologio

La Sezione di Napoli con profonda tristezza partecipa la dolorosa e prematura morte del Socio

Marchese FRANCESCO GIRACE

rapito da inesorabile male all'affetto dei suoi congiunti e dei numerosi suoi amici il 22 agosto u. s.

Il Marchese Girace, procuratore della Società Osram, disimpegnava le sue mansioni con tecnica perfetta accattivandosi inoltre la stima e l'affetto dei clienti.

Lascia grande rimpianto in quanti lo conobbero ed apprezzarono le doti del suo grande cuore, della sua mente e del suo animo buono e generoso.

Alla famiglia colpita così duramente giungano le espressioni del nostro dolore.

.. .. ATTIVITÀ DELLE SEZIONI .. ..

SEZIONE DI FIRENZE (Via delle Belle Donne, 9).

2 Dicembre - ore 21. — SERMANNI Rag. Vittorio: « Fontane luminose ».

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).

11 Dicembre - ore 21,15. — WAUTRAIN CAVAGNARI Comm. Dott. Raffaele: « La fabbricazione delle lamiere magnetiche in Italia ».

18 Dicembre - ore 21,15. — BOLLA Prof. Dott. Giuseppe: « L'elettrone ».

SEZIONE DI ROMA (Via delle Coppelle, 35).

11 Dicembre. — CENZATO Gr. Uff. Ing. Giuseppe: Commemorazione del Comm. Ing. G. L. Fano.

18 Dicembre. — S. E. Prof. Enrico FERMI: « La fisica nucleare ».

SEZIONE DI TRIESTE (Via Mazzini, 30).

5 Dicembre - ore 20. — BARBISIO Ing. Cav. Cesare: « I sistemi di tariffìcazione basati sul fattore di potenza ».

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile*.

(I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 15 Dicembre 1931 - ANNO X N. 35

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA
ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA
REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA S. PAOLO, 10 - MILANO (103) - TELEFONI N. 13-713 - 82-086
COMITATO DIRETTIVO: A. BARBAGELATA, DIRETTORE DELLA RIVISTA - U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI
REDAZIONE: R. SAN NICOLO', REDATTORE CAPO - F. NERI - G. SILVA, REDATTORI - M. BOELLA - P. LOMBARDI, COLLABORATORI ORDINARI
È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI
GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.
I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Commemorazione di Edison.

La morte del grande inventore ha causato anche in Italia non meno che all'estero profondo cordoglio e vasto rimpianto. La Sua figura è stata rievocata da commosse commemorazioni in molte città del nostro Paese con degne manifestazioni che hanno trovato larga ripercussione non solo fra i tecnici, ma anche fra il grande pubblico.

A milano la memoria del grande Scomparso è stata celebrata l'11 dicembre con una solenne cerimonia promossa dalla Soc. Edison e alla quale hanno aderito l'A.E.I., la U.N.F.I.E.L., l'Associazione per l'Alta Cultura ed altri enti. Nell'ampia sala del Conservatorio si affollava un pubblico numeroso e scelto composto specialmente dai rappresentanti della tecnica e della industria elettrica. La manifestazione ebbe un carattere complesso e geniale che la rese particolarmente notevole.

Dopo che l'On. Ing. G. Motta ebbe con opportune parole illustrato il significato che la cerimonia assumeva di doveroso omaggio alla memoria di un grande tecnico e benefattore della umanità, il Prof. Lori pronunciò il discorso commemorativo che pubblichiamo integralmente in altra parte di questo giornale. La esecuzione dell'Inno al Sole, diretta dal Maestro Mascagni ed eseguita dall'orchestra della Scala chiuse come in una apoteosi di gloria la manifestazione.

A rendere più tangibile ed efficace la rievocazione dell'opera di Edison, nell'atrio della sala erano stati collocati esemplari delle prime dinamo installate per l'impianto dell'illuminazione di Milano, alcune delle quali erano mantenute in funzione e alimentavano lampadine elettriche a filamento di carbone dando una idea dei primi impianti di illuminazione elettrica di tal genere eseguiti secondo le direttive di Edison.

Sincroni ed asincroni.

Con la puntata che oggi pubblichiamo, l'Ing. SANTUARI chiude la sua memoria sulle macchine sincrone ed asincrone.

Le considerazioni svolte in questa parte interesseranno sopratutto i tecnici di esercizio, la particolare attenzione dei quali richiamiamo sull'acuto esame riassuntivo e comparativo che l'Autore fa nell'ultimo capitolo del suo lavoro.

Interruttori in olio.

Nel campo della tecnica dei trasporti di energia a corrente alternata, pochi elementi sono ancora tanto meritevoli di interesse quanto quelli relativi al fenomeno dell'interruzione. Le opinioni più vaghe e più discordanti hanno ancora libero corso, complicando e rendendo sovente infruttuosa ogni discussione al riguardo. Un accordo su di una comune interpretazione del fenomeno sembra ancora assai lontano, tanta è la disparità di vedute sul complesso problema. Quanto ciò possa nuocere al progresso degli interruttori ed alla loro normalizzazione è facile intuire. Come dettare infatti norme di prova o di collaudo, come precisare coefficienti di sicurezza, se le stesse definizioni più essenziali (lavoro di interruzione, capacità di rottura) sono ancora allo studio? Si pensi ad esempio alle lunghe discussioni circa l'opportunità di valutare la capacità di rottura in base ai famosi kVA ed alle recenti deliberazioni in proposito della Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Ogni contributo alla interpretazione del problema ci sembra dunque prezioso. In questo fascicolo il collega MAGRINI prende particolarmente in esame i fenomeni di pressione negli interruttori, criticando alcuni concetti comparsi sulla stampa americana e mettendoli a confronto colla interpretazione che il Magrini stesso ha dato del fenomeno. Il lettore mediterà su quanto è qui riportato dallo Slepian, vero « fuori classe » nel campo di questi studi. Ci sembra molto chiaramente espressa la essenza del fenomeno, l'ineluttabilità dell'arco e il suo carattere, in certo senso, addirittura provvidenziale! Così pure il lettore sarà certo colpito nell'apprendere che il calcolo degli interruttori è, ancora oggi, privo di rigore. Ecco già un notevole risultato acquisito, giacchè nulla ha forse nuociuto tanto ai buoni rapporti fra costruttori ed installatori quanto la illusione che gli interruttori si calcolassero con procedimenti degni di fiducia; oggi il solo metodo sperimentale sembra offrire sufficienti garanzie.

Premio Augusto Righi.

Ricordiamo che col 31 marzo 1932 scadrà il biennio valido per il conferimento del premio Augusto Righi. Com'è noto, esso venne istituito per onorare la memoria del grande Fisico italiano ed allo scopo di dare impulso alle ricerche di elettrologia in generale. Il premio consiste in una medaglia d'oro da attribuirsi all'autore italiano del miglior lavoro sperimentale di elettrologia pubblicato in Italia entro il biennio.

Il Regolamento in proposito, che fu approvato nell'Assemblea Generale del 18 settembre 1930 a Trieste, è stato pubblicato sul nostro giornale nel numero del 15 dicembre 1930 a pagina 831. Gli Autori che intendessero concorrere al premio dovranno darne notizia alla Presidenza Generale dell'A.E.I. prima della scadenza sopra indicata del biennio, inviando quattro copie dei loro lavori.

Sunti e Sommari - Indice bibliografico.

Nel prossimo mese di gennaio verrà inviato ai Soci che si sono prenotati il primo estratto dei Sunti e Sommari pubblicati nell'ultimo trimestre del corrente anno. Come è noto questi estratti periodici saranno stampati su una sola facciata dei fogli allo scopo di facilitare la formazione di schedari per materie. Essi vengono inviati dietro il versamento di una quota annua di prenotazione di L. 15. Le sottoscrizioni si annunciano già numerose. Raccomandiamo vivamente ai Soci che si interessano della cosa di voler dare con sollecitudine la loro adesione; otterranno così il vantaggio di ricevere gratuitamente l'estratto dell'ultimo trimestre 1931 e renderanno un servizio alla Redazione dando modo di conoscere in tempo utile la tiratura necessaria.

Rammentiamo anche a tutti i Soci che per ricevere gratuitamente i fascicoli semestrali dell'« Indice Bibliografico » è indispensabile farne esplicita richiesta una volta tanto all'Ufficio Centrale dell'A.E.I. Questo avvertimento vale anche per coloro che già ricevevano abitualmente l'Indice per averne fatto richiesta altra volta in passato; essi sono pregati di riconfermare la loro adesione senza di che si intenderà che la pubblicazione ha cessato di avere per essi interesse e perciò l'invio dei prossimi fascicoli verrà sospeso.

Rendiconti della XXXVI Riunione.

Ricordiamo che al 31 dicembre scade il termine ultimo e improrogabile per le prenotazioni a prezzo ridotto del volume dei Rendiconti. Tutti i Soci dovrebbero approfittare delle grandi facilitazioni concesse.

LA REDAZIONE.

Acquistate il volume dei Rendiconti del Congresso.

TOMMASO ALVA EDISON

F. LORI

Discorso commemorativo tenuto la sera del 18 novembre 1931 al Regio Conservatorio di Milano.

L'uomo, che fin dalla sua comparsa sulla terra assisteva con spavento al fragore e alle devastazioni del fulmine, e conosceva soltanto la qualità di qualche fenomeno elettrico, come l'attrazione e repulsione fra piccoli e leggeri pezzetti di materia isolante, o la virtù dell'ago calamitato di volgere il suo asse parallelamente al meridiano magnetico, dovette attendere l'alba del secolo decimonono per possedere il primo mezzo atto a generare una corrente elettrica di qualche entità. Il pensiero e l'arte greca avevano da oltre due millenni toccato le cime più alte, su cui non hanno cessato di irradiare luce fra le altre le opere di Platone, di Euclide e degli artefici del Partenone: la bocca mortale di Dante era chiusa da secoli; Galileo e Newton avevano ormai svelato e misurato lunghe vie dei cieli prima che l'umile rana, tratta fuori per caso dalla cucina, dove serviva soltanto a procurare gustose pietanze, svelasse a Luigi Galvani la sua sensibilità elettrica, ed Alessandro Volta, comprendendone la cagione segreta per quanto può essere concesso agli umani, con la composizione della sua pila stupisse il mondo e Napoleone.

E doveva passare ancora oltre mezzo secolo perchè fossero conosciute e misurate le proprietà della corrente elettrica: l'azione elettromagnetica si rivelò all'Oersted nel 1820, vent'anni dopo la composizione della pila: della scoperta dell'induzione elettromagnetica per opera di Michele Faraday è stato celebrato il centenario il mese scorso: intorno al 1860 un giovanetto italiano, Antonio Pacinotti, prima di abbracciare il fucile in pro della Patria, costruiva il primo modello di quella macchina dinamo-elettrica, da cui ancor oggi, senza che nulla sia variato degli organi essenziali, si trae corrente per moltissime applicazioni, e che adoperò anche il Nostro per la maggior parte delle sue.

Quando Edison era giovanetto, la corrente elettrica usciva dai pochi luoghi della sua generazione soltanto per percorrere linee telegrafiche, e dello stesso telegrafo facevano uso corrente soltanto le Compagnie ferroviarie. Oggi la corrente elettrica entra in ogni casa, e la percorre tutta: attraversa le vie delle Città, e le campagne: all'uomo civile è necessaria come il pane: le sue applicazioni stupiscono anche i selvaggi.

Tommaso Alva Edison è il primo, che, essendosi proposto il problema della distribuzione della corrente a tutti e per tutti gli usi, ha preparato, coordinato, inventati gli apparecchi, le macchine, gli impianti necessari per risolvere il problema praticamente: ne ha iniziato la realizzazione, e per ciò che si riferisce alla luce gli ha dato un immenso sviluppo.

Questa è la sua gloria: questa è la cagione, semplice, ma non modesta, dell'universale riconoscimento della sua gloria.

Nella storia dell'elettrofisica, cioè dei cosidetti «principi scientifici dell'elettricità e del magnetismo» e delle teorie istituite per coordinarli e concatenarli mediante i criteri logici della ragione umana, il nome di Edison fa soltanto qualche apparizione: perciò chi attribuisce alla parola «scienziato» un significato ristretto può non annoverare l'Edison fra gli scienziati: ma la storia delle applicazioni dell'elettricità per tutto il periodo di oltre quattro lustri, che vide fin dagli albori e seguì fino a maturo sviluppo la luce elettrica, il telefono, la trazione elettrica, non si può redigere senza scrivere il nome di Edison, quasi ad ogni pagina, e sovente a caratteri d'oro.

Egli da giovanissimo aveva molto studiato le opere di Michele Faraday, il gigante dell'arte sperimentale; e perciò io credo che come sperimentatore possa essere considerato come un suo allievo, e certamente un grande allievo. Il Farady ha raggiunto un'altissima vetta di un'altra catena, perchè il tempo che non dedicava agli esperimenti spendeva tutto nello studio di problemi di filosofia naturale. La verità fisica gli serviva per salire a conquiste sempre più elevate nelle vie dell'umano pensiero. L'Edison invece il tempo che non dedicava agli esperimenti spendeva in attività di realizzazioni, cioè di costruzioni e di commercio. La verità fisica gli serviva per realizzare impianti industriali, che ponessero a servizio di tutti, ed anche dei suoi finanzieri, i benefizi, che possono derivare dalle scoperte scientifiche: una mèta questa, che rispetto a quella del Faraday può essere giudicata meno alta da coloro che amano vivere in solitudine; ma ha un immenso valore sociale, e perchè benefica un gran numero di persone trova anche assai maggior consenso di riconoscenza e di gloria.

Perciò il suo nome è ben degno di commemorazione e di celebrazione solenne.

La luce elettrica col sistema Edison ebbe culla a New York, perchè l'inventore ebbe i suoi laboratori vicino a quella metropoli: ma varcò l'Oceano pochi mesi dopo che a New York fu iniziato il funzionamento pratico con distribuzione esterna all'officina generatrice, e la prima Città del vecchio mondo, in cui fu costruito e funzionò regolarmente con crescente sviluppo un impianto Edison di notevole estensione è Milano.

Perciò una commemorazione di Edison a Milano ha una particolare significazione di onore all'Uomo, ed a coloro, che avendo immediatamente compreso l'importanza pratica delle invenzioni Edisoniane non tardarono a farne godere i benefizi alla loro Città. Animatore in Milano del primo gruppo, da cui ebbe inizio la Società Edison attuale, fu Giuseppe Colombo, un uomo di cui la maggior virtù consiste nell'associare le qualità dell'ingegnere, che significa uomo d'azione, a quella del professore, che vuol dire uomo di studi, e talvolta di studi dinanzi a un tavolo e dentro una biblioteca. Sulle labbra di un professore del Politecnico di Milano, che parli a Milano, in quest'occasione, il nome di Giuseppe Colombo sale spontaneamente; ed il ricordo non può dispiacere agli ascoltatori.

*

Una relazione sull'opera di Tommaso Edison, che non dovesse essere contenuta nei limiti di tempo impostimi questa sera, potrebbe essere divisa in tre parti, la prima da essere dedicata alla sua preparazione come inventore, costruttore ed industriale: la seconda agli impianti di generazione, distribuzione, utilizzazione della corrente, che egli concepì, disegnò e promosse, specialmente nel campo dell'illuminazione elettrica: la terza a tutto il resto della sua multiforme attività d'inventore, cui egli ha potuto dedicarsi durante la sua lunga vita (1847-1931), che è durata 84 anni; un'età rara, benchè non rarissima, ma che ha abbracciato in lui un numero di ore di lavoro assai più alto di quello che possono in media contare uomini di uguale longevità. Se si considera che la sua salute fu sempre ottima: che egli ebbe minimo bisogno di sonno (talvolta gli bastava dormire per qualche mezz'ora ogni tanto senza distinzione di giorno e di notte): si raggiunge per le sue ore di lavoro produttivo una cifra, che lo innalza sopra uno dei più alti vertici concessi ai mortali.

Il periodo della preparazione si chiude al ventitreesimo anno. Di questo una frazione minima occupò nella scuola: tre mesi, che bastarono al maestro per dichiararlo insufficiente. Ma la madre, maestra essa stessa, non era dello stesso parere, ed amorevolmente, ed efficacemente gli insegnò le prime nozioni, e lo guidò nelle prime letture, che furono la Storia dell'Inghilterra dello Hume, e la Decadenza e la caduta dell'Impero Romano del Gibbon. Il padre volentieri gli donava di tanto in tanto qualche piccola somma per acquistare libri: una delle sue prime scelte cadde sui Principii di Newton, che imprese a leggere in compagnia della madre; ma non fu pane per i loro denti. Il Nostro non aveva attitudini per le matematiche.

Questo ricordo merita un commento, perchè sulle matematiche, e specialmente sulle loro applicazioni, vari sono i pareri degli uomini.

La matematica (parlo dell'alta matematica, non delle matematiche elementari necessarie in molte delle più modeste attività della vita comune) si distingue in due grandi rami, quello puro e quello applicato. La matematica pura ha valore di per sè: come misura di questo valore e della sua nobiltà potrebbe essere assunto il gaudio grandissimo che accorda ai suoi cultori. Il valore della matematica applicata evidentemente deve essere misurato dal volume delle applicazioni. Anche questo è grandissimo, ma non abbraccia tutti i rami delle scienze, nemmeno tutti quelli della fisica e dell'ingegneria. Molti di questi possono essere coltivati con buoni frutti senza il sussidio della matematica. Quelli coltivati dall'Edison, cioè le applicazioni delle correnti generate da forze elettromotrici costanti (le correnti continue) e delle tenui correnti telegrafiche su linee non molto lunghe, non hanno bisogno dell'alta matematica. Questa è un aiuto possente per le questioni delle correnti variabili, specialmente dei fenomeni transitori e delle elevate frequenze: un campo, cui l'Edison non si è dedicato, quantunque costituisca ormai da vari decenni uno dei rami più importanti dell'elettrotecnica. Azzardando un'affermazione non dimostrabile si potrebbe dire che Egli se avesse conosciuto la matematica si sarebbe avvicinato anche a questo campo. Ed enunciando un giudizio su cui non vi è ancora concordanza, si potrebbe aggiungere che un grande errore didattico è quello di voler insegnar la matematica anche a coloro, che nè hanno attitudini per impararla, nè mai cercheranno occasioni per farne applicazione.

Edison nacque con due inclinazioni spiccate, che non van sempre congiunte, quella degli esperimenti di fisica e di chimica, e quella del commercio. Poco più che dodicenne già vendeva giornali in treno: aveva due laboratori, uno nella cantina della sua abitazione, ed uno in una parte del bagagliaio del treno. Per un certo tempo redasse, compose, stampò, vendette un giornale in treno e nelle stazioni: e in treno vendette anche pipe, tabacco e zucchero, e contemporaneamente impiantò con un socio un negozio di erbaggi in Città. Fu anche im-

piegato di varie Compagnie telegrafiche. Per qualche tempo guadagnò modestamente, ma quanto poteva bastargli, finchè, un giorno, avendo già inventato uno stock-ticker, e, sentendo per le invenzioni l'attrazione maggiore, decise di recarsi a New York, e vi giunse senza il danaro sufficiente per qualche pasto.

Qualche anno dopo il Signor Lefferts, Presidente della Società Western Union acquistò da lui alcuni brevetti per la somma di 40.000 dollari.

Il giovanetto, arrivato senza un soldo e senza occupazione, in brevissimo tempo si era conquistato grande fama come inventore, molto credito negli affari, assoluta indipendenza economica.

Le invenzioni principali di questo periodo sono una macchina per contare i voti, lo stock-ticker, l'universal printer, il sistema diplex di telegrafia, poi combinato col duplex per formare il quadruplex, l'elettromotore, da cui in seguito egli trasse l'alto parlante.

Questi ultimi due apparecchi meritano particolare ricordo perchè in verità rappresentano una di quelle così geniali associazioni di spirito d'osservazione di fenomeni fisici e di abilità meccanica, che non possono essere considerate senza commozione. Il profano non prevederebbe mai che combinazioni di organi così delicate, come quelle che costituiscono l'elettromotografo o l'alto parlante Edisoniani, possono essere realizzate in modo da funzionare regolarmente, perchè non sempre considera che l'uomo occupa un elemento di volume infinitesimo del cronotopo, che la Natura coordina con perfetta armonia le leggi del cosmo ultramicroscopico degli atomi e dell'ultratelescopico tessuto delle Galassie.

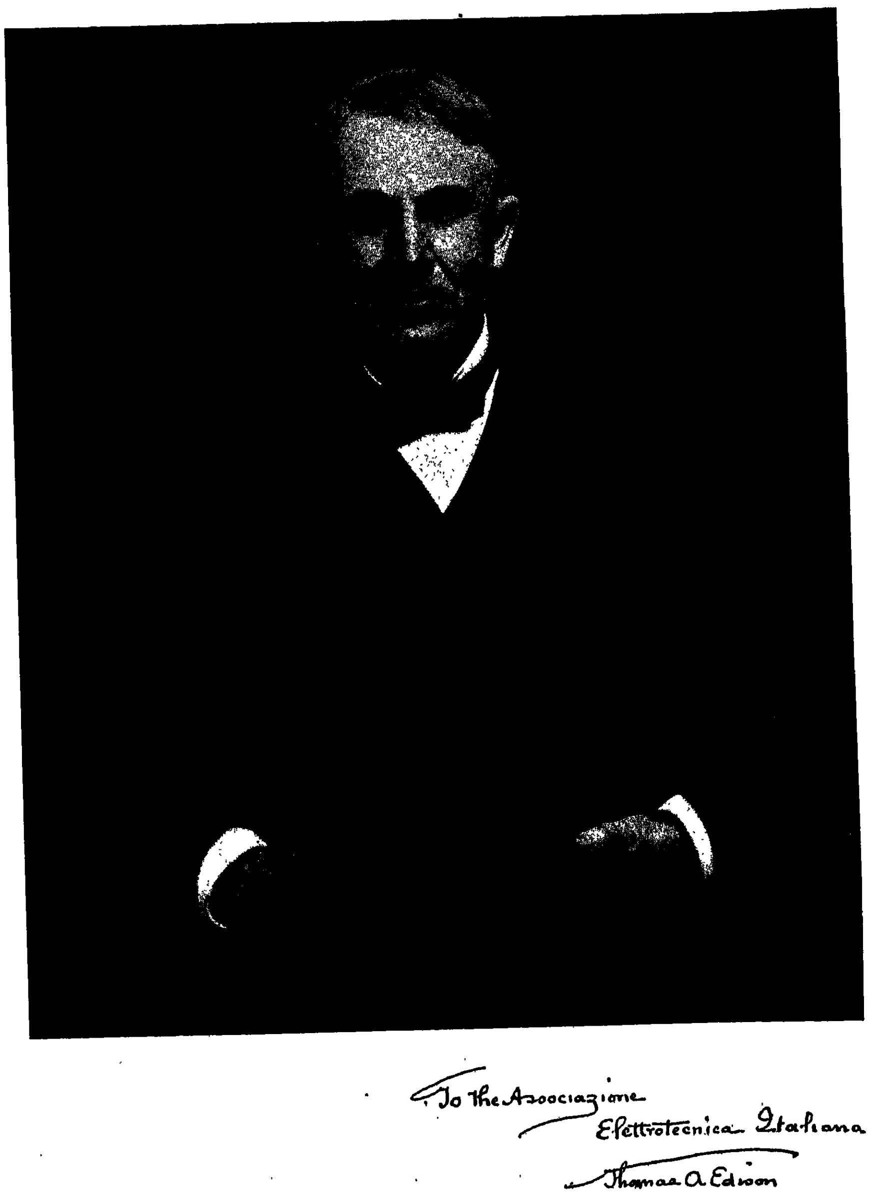
Il fenomeno, su cui sono fondati l'elettromotografo e l'alto parlante, è la variazione di attrito fra la superficie di un corpo conduttore e quella di un cattivo conduttore imbevuto di una soluzione elettrolitica in funzione dell'intensità di corrente che attraversi questa soluzione. Nell'elettromotografo si approfitta di questa variazione di attrito per ottenere piccole variazioni nell'equilibrio elastico di una molla in corrispondenza dei segnali provocati manovrando un tasto Morse; nell'alto parlante si ottengono oscillazioni di una membrana di tipo telefonico in corrispondenza delle variazioni di corrente ricavabili per mezzo di un microfono dinanzi cui si parli.

Intanto nella mente di Edison aveva preso forma l'enunciato grande problema, cui doveva dedicare per decenni le forze sue e quelle di tanti collaboratori, e cui è legata la sua maggior fortuna tecnica ed economica; il problema della suddivisione dell'energia elettrica.

Per conoscere in termini precisi l'enunciazione di questo problema, e considerare le tappe del suo cammino possiamo interrogare lui stesso, perchè egli ne ha lasciato traccia nei suoi scritti. Eccone la pagina che ci interessa.

« Un completo sistema di distribuzione dell'elettricità deve essere sviluppato, e poichè io debbo competere col gas esso deve essere commercialmente efficiente ed economico, e la rete dei conduttori deve essere capace di alimentazioni da vari punti. Una rete di distribuzione commercialmente « sound » deve poter essere distesa sotto e sopra terra e deve essere dovunque.

« Io debbo imaginare un sistema per misurare l'elettricità, come si misura il gas, in modo che io possa misurare la quantità di elettricità usata da ciascun consumatore. Questi misuratori... debbono essere economici da costruire, di facile lettura e manutenzione.



« Mezzi e metodi debbono essere escogitati per mantenere un uguale voltaggio in ogni punto del sistema. Le lampade vicine alle dinamo debbono ricevere la medesima corrente delle lampade più lontane. Il bruciamento e la rottura di lampade non deve influire su quelle che rimangono efficienti nel circuito, e mezzi debbono essere impiegati per impedire violente fluttuazioni di corrente.

« Uno dei maggiori problemi era di costruire dinamo più efficienti e più grandi di quanto fosse stato fatto. Molti avevano stabilito che la resistenza interna dell'armatura dovesse essere uguale alla resistenza esterna; ma io mi misi in mente che avevo bisogno di vendere tutta la elettricità che producevo e non dovevo perderne nelle macchine; e perciò feci la resistenza interna piccola, ed ebbi disponibile per la vendita il 90% della energia prodotta.

« Oltre tutti questi molti altri elementi dovevano essere inventati o perfezionati, come artifici per impedire correnti eccessive, interruttori, sostegni di lampade, candelabri, e tutti i dettagli indispensabili per realizzare un sistema completo di illuminazione elettrica, che potesse competere con successo col sistema a gas. Tale era il lavoro da compiere nella prima parte del 1878. Il compito era enorme, ma noi mettemmo i nostri soldati alla ruota, ed in un anno e mezzo avemmo un sistema di illuminazione elettrica che fu un successo.

« Una questione che si riferisce a questo sistema è stata spesso fatta. Perchè fissai 110 volt come pressione normale per la lampada a filamento di carbone? La risposta è che io basai il mio avviso sul meglio che potessi per ridurre il costo del rame, e le difficoltà che si incontravano per costruire lampade a voltaggio elevato. Pensai che 110 volt fossero sufficienti per assicurare lo sviluppo commerciale del sistema; e 110 volt è ancora il voltaggio normale ».

Un professore di elettrotecnica oggi traccerebbe un programma diverso per un impianto di illuminazione elettrica con lampadine ad incandescenza?

Tommaso Edison lo tracciò, e lo realizzò, quando la maggior parte degli organi necessari era da costruire, e molti rappresentanti della scienza di allora si dichiaravano assolutamente contrari alla possibilità stessa della realizzazione. Il Signor W. H. Preece, che fu poi direttore del Post Office Board di Londra, elettricista di fama mondiale, in una conferenza tenuta a Londra il 27 aprile 1879 affermò che l'idea di suddividere la corrente elettrica per effettuare una rivoluzione popolare nel campo dell'illuminazione delle case e degli stabilimenti era un « ignis fatuus », e che tutti gli sforzi in quella direzione eran condannati ad ignominioso fallimento.

In America non mancarono all'inventore le più alte lodi e le più gravi minacce di insuccesso fragoroso.

Non estranei eccitatori delle critiche dovettero essere i capitalisti delle aziende di gas ed il sentimento altamente conservatore dell'Inghilterra, che ottenne senza difficoltà nello stesso anno 1879 una legge, da cui derivarono molti ostacoli alla diffusione della luce elettrica nella Gran Bretagna. L'Italia accogliendo il nuovo sistema con favore ha dato anche allora al mondo civile un alto insegnamento.

L'elemento centrale del sistema Edison di illuminazione è la lampadina ad incandescenza; ma di questa non gli spetta la priorità del-

l'idea, nè dei primi tentativi di realizzazione; nè fu il solo in quell'intorno di tempo che si dedicasse alla costruzione su scala industriale.

Dell'uso del carbone scaldato elettricamente in un'ampolla vuota per costruire una lampada da minatore si parla, per es., in una memoria pubblicata nel Belgio nel 1836, cioè vent'anni prima che Edison nascesse. Sir J. W. Swann, il rivale maggiore di Edison nell'argomento dell'illuminazione, che associò col Nostro anche il proprio nome nella Edison and Swann United Electric Light Co. Ltd., costruì commercialmente lampadine con filamenti di carbone nel vuoto dopo una serie di tentativi fatti contemporaneamente all'Edison, all'insaputa assai probabilmente l'uno dell'altro, e che si somiglian molto per la preparazione dei filamenti, la vuotatura delle lampade, ed altri particolari. In quest'argomento la fisica già suggeriva senza ambiguità le vie che si potevano percorrere.

Nè inventò Edison il principio della dinamo: nè apparecchi di utilizzazione della corrente furon inseriti in parallelo per la prima volta da lui.

Ma Egli concepì e realizzò il grande impianto di distribuzione, e tutte le parti di questo sperimentò, migliorò, e compose in armonia, sicchè non è esagerare il dire che «inventò l'impianto».

Una pubblicazione americana fatta in occasione del quarantennio della nascita della prima Società Edison di New York ha questa frase bene espressiva:

«Il suo onorifico titolo di «padre della luce elettrica domestica» è applicato ad un numero gigantesco di nuove idee ed invenzioni, di cui la lampada ad incandescenza non è che l'elemento centrale».

Delle dinamo disegnò, sperimentò, perfezionò tutte le parti principali ed accessorie: cura particolare dovè rivolgere al circuito magnetico, della cui teoria si conosceva ben poco: pensò a laminare i nuclei delle armature per diminuire la dissipazione di energia per correnti parassite; confrontò ed applicò nei vari casi tutti i tipi di eccitazione, separata, in serie, in parallelo, composta: imaginò il sistema a tre fili per accrescere la tensione di distribuzione: il sistema degli alimentatori (feeders) per aumentare il raggio d'azione degli impianti generatori.

Un discorso su Edison, che non dovesse essere contenuto in limiti così angusti, dovrebbe illustrare separatamente ognuno di questi argomenti, e ne risulterebbe per i competenti una gustosissima storia della tecnica di quei tempi. In una stanza qui attigua è raccolta una piccola esposizione di cimeli che può supplire alla mia parola: chi la visiterà si potrà imaginare ricondotto indietro di 50 anni, quando le lampadine e gli impianti di Edison funzionarono per la prima volta. Mezzo secolo di storia ad un cimelio di elettrotecnica conferisce la stessa dignità, che può derivare ad una mummia dall'età dei Faraoni. Il cangiamento che la elettrotecnica ha prodotto nel mondo non è inferiore a quello, per cui altre attività umane impiegarono millenni.

Per brevità accenno di fuga all'attività di Edison come costruttore di impianti tranviari: le sue realizzazioni in questo campo non hanno il medesimo interesse di quelle nel campo della luce, e furono abbandonate presto da lui stesso.

Un'altra collana di studi sperimentali di grande merito è quella che lo condusse alla costruzione del microfono e del fonografo. Egli ridusse il microfono di Hugues ad una forma pratica seguendo lo stesso criterio che lo aveva guidato negli studi per l'illuminazione, e dimostra ancora che egli non inventava per il solo gusto dell'invenzione, ma per dar modo a tutti di godere i benefici dell'invenzione, perciò non abbandonò gli studi sul microfono finchè non ebbe divisato apparecchi ed impianti, che si prestassero all'uso corrente: non abbandonò gli studi sul fonografo, finchè non pervenne ad un tipo che, riprodotto a migliaia, costituisse l'utilità e il diletto di tutto il mondo.

La storia dei suoi studi sul fonografo ha come tappe fondamentali la riproduzione dei suoni mediante indentellatura sopra lo spigolo ricavato da una striscia di carta piegata; quella mediante indentellatura sopra una sottile lamina di stagnola, e quella mediante incisione su cera. Dai fonogrammi su cera egli passò alla matrice metallica atta a riprodurre esemplari a migliaia impiegando con straordinaria abilità il metodo della polverizzazione catodica.

«Quello in cui differisco da molti inventori, soleva egli dire, è che ho una specie di appendice di praticità; il senso degli affari e del valore monetario di un'invenzione».

Sfiorò anche la radiotelegrafia. A giudizio di Lord Kelvin vide le scintilline indotte in un risuonatore di tipo Hertziano, e le fece mostrare entro una scatola nera, che inviò all'Esposizione di Parigi nel 1881. E l'osservazione associata con altre sulla magnetizzazione di cilindri di acciaio lo condusse a concepire una forza speciale, che chiamò «eterea», e che si propaga a distanza. Ma in questo argomento di filosofia naturale soltanto intravide, non vide giusto; e forse l'abbandonò perchè non vedeva chiaro.

Successivamente tentò comunicazioni a distanza senza filo, fra linee telegrafiche fisse ed apparecchi collocati parallelamente alla linea sopra un treno in moto, ed anche a maggiori distanze, inviando su dischi metallici la scarica del secondario di un rocchetto, e raccogliendo l'induzione corrispondente su dischi lontani per mezzo del suo elettromotografo.

In questo radio impianto era l'antenna; mancava la scintilla, che è la causa delle oscillazioni: e con la conoscenza del loro meccanismo all'autore mancava anche la guida per imaginare l'apparecchio ricevente. Con la scoperta del fenomeno fisico, che porta il suo nome, cioè la particolare conduttività elettrica dello spazio apparentemente vuoto fra il filamento di carbone reso incandescente ed una lastrina di metallo collocata di rimpetto entro il bulbo della lampada, l'Edison sfiorò anche l'invenzione di quella serie di meravigliosi apparecchi, diodi, triodi, poliodi che han permesso i maggiori sviluppi nell'arte delle radiocomunicazioni, e dai quali oggi l'elettrotecnica delle grandi potenze attende una radicale modificazione degli impianti.

Per nostra fortuna la fronda del lauro destinato a cingere il capo dei sommi, che dalle verità scientifiche han saputo trarre ispirazione per inventare ordigni da cui tutta l'umanità potesse avere vantaggio e diletto, era destinata ad un Italiano, che come l'Edison ha cominciato a sperimentare giovanissimo, ed all'abilità sperimentale e all'acume inventivo associa, come Egli associava, l'intuito industriale: cui i popoli riconoscenti avrebbero assegnato il titolo di «mago» se questo non fosse stato attribuito all'Edison da circa un cinquantennio.

Mago è indubbiamente un appellativo, che può sorprendere noi, che viviamo in un momento in cui i sogni e gli ultrasogni di tutta l'umanità che ci ha preceduti son divenuti realtà. Nemmeno Icaro sognava che un giorno l'uomo volasse sopra gli Oceani che non conosceva nemmeno: nessuna divinità dell'Olimpo, nessuno dei filosofi o dei poeti che preparavan loro i discorsi, ha pensato mai che gli esploratori dei deserti polari si potrebbero un giorno mantenere in comunicazione col mondo abitato, che un Papa, parlando dinanzi ad una piccola scatola fatta di granelli di carbone e pochi pezzi di metallo, potesse essere ascoltato da tutto il mondo.

Per intendere la significazione di parole come quella di «Mago» bisogna riferirsi ai tempi, e se si vuole i documenti di quest'affermazione, rileggere quel che fu scritto nei giornali allora, specialmente dopo i primi annunci del fonografo. Non erano risparmiati gli appellativi più entusiasti: si riceve l'impressione che il mondo presentisse che la luce elettrica, il microfono, il fonografo, non sarebbero rimaste scoperte isolate, ma apparirebbero un giorno i primi anelli di una catena di nuove applicazioni meravigliose, l'inizio di un'èra nuova di civiltà.

Tommaso Edison è stato considerato come il possessore delle chiavi di quest'era, e colui che, avendola aperta, per tutta la vita vi percorresse una via lunga e luminosa.

Per non tacere di un'altra serie di esperienze lunghissima, che condusse il Nostro ad un apparecchio di uso corrente in elettrotecnica, accennerò con vostra sopportazione, o Signori, all'accumulatore a nikel.

Il problema dell'accumulazione dell'energia ha affaticato una folla di inventori, fra cui scienziati abilissimi: non è ancora risoluto in modo soddisfacente, nè sembra che la scienza additi ancora la via per la soluzione buona: dominano ancora il campo, con cambiamenti non sostanziali da quando furono costruiti per la prima volta, gli accumulatori a piombo: l'Edison ne ha costruito a base di nikel, e con liquidi non corrosivi. Essi non rappresentano una vittoria sul vecchio tipo a piombo, nè una vittoria definitiva nel campo dell'accumulazione; ma chiunque li osservi riconosce anche in quest'apparecchio per il modo, con cui ogni parte è concepita ed eseguita, l'impronta di un leone nell'arte della meccanica industriale.

Per non tacere di un'invenzione di Edison destinata alla scienza pura accennerò al microtasimetro, da lui presentato nel 1880 all'Accademia di Parigi, un apparecchio per misurare piccolissime differenze di temperatura approfittando della variazione di volume di un piccolo pezzo di carbone e della conseguente variazione di resistenza di un contatto microfonico. Esso fu impiegato anche per misurare il calore che ci proviene dai pianeti.

Signori, mi consentite ancora due minuti?

Per un elenco di altri strumenti ed apparecchi inventati e costruiti dall'Edison, che non ho nominato ancora: il fonomotore, l'elicottero, il generatore piromagnetico, il fluoroscopio, il galvanometro aperiodico dead beat, il mimeografo, la penna elettrica, il megafono, l'odoroscopio, il separatore magnetico dei minerali. Per citare due industrie non elettriche, cui dedicò molta attività; la concentrazione, macinatura, preparazione, dei minerali di ferro, la manifattura del cemento Portland.

Per ricordare qualche numero; oltre 6000 furono le fibre vegetali sperimentate per trarne il filamento carbonizzato delle lampadine; più di mille i mastici per ottenere i cilindri dei fonografi, oltre 15.000 le piante da cui trarre il caoutchouc.

I brevetti di Edison sono 1328: se li avesse ottenuti ad uguali intervalli di tempo per circa 40 anni, ne avrebbe avuto uno ogni un-

dici giorni: l'ufficiale delle patenti di New York, cui l'Edison si presentava in persona, nei primi tempi della sua attività inventiva, disse un giorno che «quel giovanetto con i suoi passi manteneva calda la strada dell'ufficio».

Le rivendicazioni contenute nei 1328 brevetti ottenuti da Edison si riferiscono tutte a vere e proprie invenzioni sue?

Sul significato di questa parola «invenzione» è necessario intendersi. Se il titolo di inventore si desse solamente a chi è stato il primo a concepire ed enunciare un principio completamente nuovo, esso spetterebbe a ben pochi; forse a nessuno. Il tessuto del pensiero scientifico costituisce un'unità, che si allarga per l'opera di tutti gli studiosi in ogni età e in ogni Paese. Ogni maglia di questo tessuto è concatenata colle altre. Oserei dire che la trama appartiene a tutti, perchè appartiene all'ingegno umano come entità operante e creatrice. Chi crede in Dio può pensare che Egli l'ha donata all'uomo il giorno stesso che lo ha creato. Ma su quella trama l'uomo colloca i suoi punti. Molti tengono l'ago in mano per formare il punto: alcuni riescono a formare un punto più pregevole: molti contribuiscono ad aggiungere ornamenti intorno al punto formato.

Il poter riconoscere l'autore di ogni punto e di ogni ornamento non è agevole; la società per lo più conferisce il titolo ed il merito secondo criteri diversi non sempre conformi; come per altre manifestazioni dell'umano ingegno i contemporanei bandiscono glorie, che i posteri cancellano, e non raramente accade il contrario.

Per le invenzioni protette da brevetto vi è il riconoscimento ufficiale negli Stati dove la domanda di brevetto è esaminata e giudicata preventivamente: talvolta vi sono sentenze di tribunali, che fra più persone che rivendicano lo stesso principio giudicano definitivamente. Queste sentenze costituiscono in materia di brevetti una verità ufficiale, che non è sempre la verità pura.

L'Edison ha ottenuto sentenze di tribunali in vari casi; per es., per le priorità sul microno, e per quelle sulla lampadina.

Il nome di inventore per alcune sue creazioni gli spetta, anche se a questa parola si conferisce il significato più stretto: per altre gli spetta in quanto perfezionò concetti e apparecchi escogitati da altri: per altre in quanto lavorò in America sovente all'insaputa di ciò che si faceva in Europa: il nome di inventore gli è stato riconosciuto in molte occasioni senza discussione da scienziati, da tecnici, da industriali, da popoli, e per ciò che è lecito di prevedere degli eventi futuri questo nome gli resterà, nè la fama sua sarà di quelle che il tempo indebolisca.

Evidentemente io non posso nemmeno accennare a tutti gli argomenti, cui questi brevetti si riferiscono: tanto più che è giunta l'ora di ammainare le vele.

Perciò e per concludere tornerò a considerazioni generali.

Ho già detto che il tempo che Edison ha dedicato al lavoro è stato addirittura eccezionalissimo. Ma non è soltanto questa l'eccezione che si è verificata per lui.

Egli ha lavorato in un'epoca eccezionalmente favorevole per la materia cui si è dedicato. Chiuso il ciclo eroico delle scoperte di elettrofisica, si iniziava intorno al 1875 quello altrettanto eroico delle applicazioni. Egli ha avuto la ventura di vivere quando tutti i più bei canti del nostro poema sono stati composti uno ad uno: moltissimi contengono una sua strofa.

Egli ha vissuto in un Paese eccezionalmente favorevole per lo sviluppo delle attività industriali. Principe dei realizzatori in fatto di industrie e di commerci egli ha vissuto in mezzo ad una pleiade di realizzatori. In America, specialmente fino alla fine del secolo scorso, le attività del tipo di quella cui si è dedicato Edison erano le più apprezzate. Poeti e filosofi non crescono, anche perchè non sarebbero intesi, in un paese giovane, che ha risorse naturali immense, nel momento in cui la tecnica dimostra che la utilizzazione di queste risorse è la via che conduce alla ricchezza. E un popolo giovane pensa alla ricchezza come meta principale. Forse ora che l'America è ricca potrà l'attività industriale indebolirsi, ed anche in America nasceranno filosofi e poeti.

L'uomo eccezionalmente operoso, in condizioni eccezionalmente favorevoli di ambiente, in epoca eccezionalmente favorevole, ebbe anche il merito di un eccezionale rendimento. Questo ha stupito i contemporanei, e stupirà i posteri di ogni età.

Se la gloria degli individui si misura dal loro rendimento in opere, poche glorie saranno così durature.

E possediamo noi una misura della gloria più precisa di quella del rendimento in opere? Nessuno oserebbe affermarlo.

Perciò in questo senso la figura di Edison come campione d'uomo è così alta che tutta l'Umanità può esserne orgogliosa.

Signori,

questa sera siamo riuniti per una commemorazione e per una celebrazione.

La commemorazione è un ricordo in adunanza, e poteva promuovere questo ricordo anche una voce fioca perchè il nome di Edison è così conosciuto ed alcune sue opere sono così note che ciascuno degli ascoltatori ha certamente potuto associare al ricordo cui era dedicato il discorso un proprio ricordo personale, e quello di molti sarà stato di assai maggior pregio di quello dell'oratore.

La celebrazione sarà fatta dalla musica, che è il linguaggio altissimo; e per la dedicazione dell'inno, che è al sole, di cui ogni lampada elettrica può chiamarsi un piccolo raggio che illumina gli umani quando l'astro maggiore visita altri fusi del pianeta; e per il nome dell'autore, che ha accettato l'invito di dirigere l'orchestra: e per il nome di questa sarà degna del celebrando.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUI SINCRONI E SUGLI ASINCRONI

E. SANTUARI

AEI

Comunicazione riassunta alla Sezione di Milano il 23 maggio 1930.

(Continuazione e fine, v. N. 34, pag. 858)

5. - Alcune delle principali caratteristiche di servizio dei condensatori asincroni.

Delle proprietà caratteristiche degli asincroni verranno trattate solamente quelle che hanno più importanza e che più interessano, a nostro parere, l'esercizio e differiscono maggiormente da quelle dei sincroni.

Ci sembra conveniente di premettere un paragone preliminare, che per il suo semplicismo farà probabilmente inorridire i tecnici ortodossi, fra il comportamento di un condensatore asincrono e quello di una macchina a corrente continua in derivazione.

Esso servirà certamente a facilitare il nostro esame, perchè ci consentirà di entrare subito in argomento a base di semplici ragionamenti, senza richiedere delle esposizioni tecniche fondate su teorie più o meno complesse.

Le nostre considerazioni fondamentali si riferiranno, come abbiamo fatto al capitolo n. 4 per i sincroni, al funzionamento a tensione costante e eccitazione variabile (che in quel capitolo abbiamo in parte omesso, per non ripetere nozioni arcinote), al funzionamento a tensione variabile e eccitazione, non costante, ma data dall'apparecchio di regolazione registrato in posizione fissa (che appunto determina le caratteristiche di autoregolazione di un asincrono) ed infine a quello a frequenza variabile.

Vedremo in primo luogo che, sotto certi punti di vista, il comportamento di un condensatore asincrono può paragonarsi a quello di una macchina a corrente continua in derivazione.

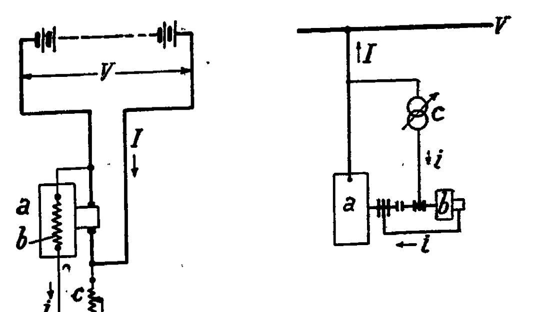


Fig. 113. — Collegamenti schematici di un motore a corrente continua in derivazione e di un condensatore-reattore asincrono.

La parte sinistra della fig. 113 riproduce lo schema semplificato di una macchina di questo genere *a*, eccitata dal suo campo *b*, alimentante o alimentata da un sistema a tensione costante, *V*, raffigurato da una batteria. Le regolazione della eccitazione avviene mediante il reostato *c*.

Nella parte destra è invece tracciato lo schema di principio di un condensatore asincrono *a*, eccitato dalla macchina *b*, che abbiamo rappresentato sotto la forma più semplice di una convertitrice di frequenza, allacciata al sistema a tensione costante *V*. La regolazione dell'eccitazione dell'asincrono viene fatta mediante l'apparecchio di regolazione *c* (regolatore ad induzione, trasformatore a rapporto variabile, resistenza variabile, ecc.).

Alla convertitrice di frequenza può venire sostituita, senza infirmare la validità delle considerazioni che seguono, tanto una macchina ad eccitazione rotorica quanto una ad eccitazione statorica, purchè

quest'ultima abbia il campo alimentato a sua volta da una macchina ad eccitazione rotorica, oppure da una convertitrice di frequenza.

Fino a tanto che le macchine che compongono il sistema di eccitazione non sono saturate, ed è questo che succede nella maggioranza dei casi, le condizioni sostanziali di funzionamento non mutano.

Dal nostro esame abbiamo escluso i condensatori asincroni eccitati da macchine a collettore in derivazione, perchè essi hanno una importanza trascurabile e il loro impiego non è razionale per alimentare i sistemi di produzione e trasmissione di energia. Essi non consentono infatti di venire controeccitati; non vengono quindi sfruttati per tutta la potenza in regime sottoeccitato che possono dare.

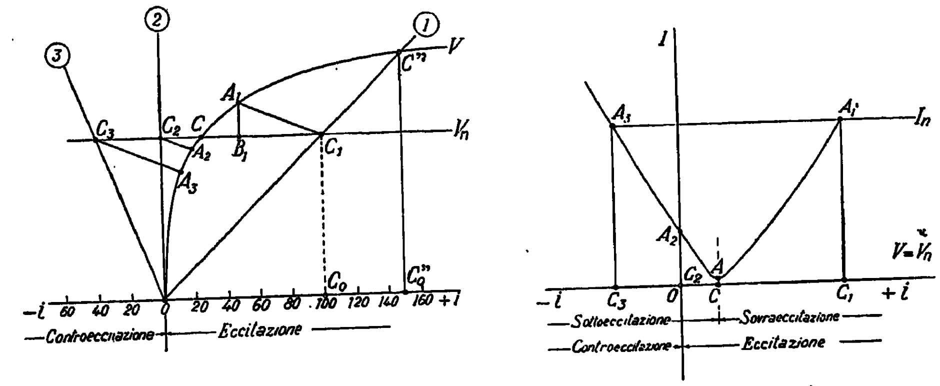


Fig. 114. — Caratteristiche di funzionamento di un condensatore-reattore asincrono a tensione costante.

Tutte e due le macchine della fig. 113 sono eccitate da un campo (avvolgimento dei poli principali per la macchina a corrente continua e avvolgimento rotorico per il condensatore asincrono) alimentato in derivazione dalla tensione V del sistema.

Il campo sarà quindi percorso da una corrente di valore proporzionale alla tensione V d'alimentazione (tensione ai morsetti della macchina), se si suppone che l'apparecchio di regolazione c rimanga registrato in posizione fissa.

Questo è evidente per la macchina a corrente continua. Risulta egualmente chiaro per il condensatore asincrono, se si pensa che la convertitrice b si limita solo a convertire la frequenza industriale della corrente, con cui viene alimentata dal lato degli anelli, a quella di scorrimento dal lato del collettore, per permettere l'eccitazione del condensatore. Il circuito in derivazione sui morsetti del condensatore, compreso l'avvolgimento rotorico di quest'ultimo, può considerarsi rispetto alla tensione del sistema come un circuito a impedenza costante.

Si giunge quindi alla conclusione che in ambedue i casi la corrente di eccitazione i è direttamente proporzionale alla tensione ai morsetti V della macchina. Sarà perciò lecito di servirsi sotto questo riguardo, per esaminare il comportamento del condensatore asincrono, di diagrammi di costruzione analoga a quelli impiegati per l'esame delle caratteristiche di una macchina a corrente continua di derivazione.

Premesse queste considerazioni, risulta per esempio ovvio che la corrente permanente di corto circuito trifase di un condensatore asincrono è nulla.

Aggiungiamo a questo punto che altrettanto non succede per quella di corto circuito bifase o monofase, la quale, in virtù della concatenazione magnetica dei diversi circuiti e fasi dell'asincrono e delle loro connessioni, può assumere dei valori elevati, pericolosi per la macchina.

Non esiste però unanimità di giudizio fra i costruttori sulla entità di queste correnti e neppure su quella della punta massima iniziale della corrente di corto circuito istantanea. I fautori delle macchine asincrone sostengono che per queste macchine i valori sono notevolmente inferiori a quelli delle macchine sincrone, fatto che viene contestato dai fautori delle sincrone.

I valori della costante di tempo della impedenza di corto circuito di una macchina asincrona sono invece molto inferiori a quelli della sincrona. Perciò il passaggio della corrente di corto circuito dal valore iniziale a quello permanente è assai più rapido per le macchine asincrone.

Terminata questa breve parentesi, vogliamo passare all'esame del comportamento di un condensatore asincrono a tensione costante, valendoci appunto di una costruzione grafica simile a quella in uso per la macchina a corrente continua in derivazione.

Un asincrono è però una macchina a corrente alternata. Non è quindi lecito servirsi di questa costruzione tale e quale, senza tener conto delle proprietà dei circuiti a corrente alternata.

L'esame già svolto sul comportamento delle macchine sincrone ci aiuterà facilmente a scegliere e applicare al nostro caso quei risultati, dei quali possiamo servirci a ragione di logica per analizzare le proprietà di un asincrono.

Esso funziona nell'immediata prossimità del sincronismo, con una frequenza di scorrimento praticamente nulla. Commetteremo quindi un errore del tutto trascurabile agli effetti della azione della reattanza dello statore e della reazione d'indotto, se ammettiamo che sia lecito di tracciare anche per un asincrono il triangolo di Potier e ne riteniamo valide le leggi.

La curva V (fig. 114 a sinistra) rappresenta la caratteristica a vuoto di un asincrono. Essa si ottiene rilevando i valori della tensione ai morsetti in funzione di quelli della corrente a vuoto I_μ per diversi valori della tensione V_1 detraendo da questi ultimi la caduta di tensione che si produce nella reattanza x_1 dello statore. La corrente rotorica I_2 che non è altro che la corrente di eccitazione i, va calcolata dai valori corrispondenti rilevati della corrente statorica tenendo conto del rapporto di trasformazione dell'asincrono.

Il luogo geometrico della tensione di eccitazione in funzione della corrente di eccitazione è per i motivi esposti, come per una macchina a corrente continua in derivazione, determinato da una retta passante per l'origine (per es. dalla retta 1).

Sia V_n il valore della tensione normale, pari al tratto $\overline{C_1 C_0} = \overline{C_2 O}$. Funzionando l'asincrono da condensatore, alla tensione V_n e all'eccitazione $\overline{O C_0}$ (punto C_1), gli comporta il triangolo di Potier $A_1 B_1 C_1$ con una corrente statorica reattiva I proporzionale all'ipotenusa $\overline{A_1 C_1}$.

Variando ora l'eccitazione mediante registrazione a posizioni diverse dell'apparecchio di regolazione, si varia pure la corrente statorica reattiva I in proporzione alla lunghezza che va assumendo l'ipotenusa $\overline{A_1 C_1}$ del triangolo di Potier, se lo si sposta parallelamente a se stesso in modo che il suo vertice A si muova sulla caratteristica a vuoto V e quello C sulla retta orizzontale V_n, che è il luogo geometrico dei punti a tensione costante V_n.

Avremo per esempio che per la posizione C i punti A e C si sovrappongono e quindi la corrente è nulla. L'asincrono funziona a vuoto. Esso è sempre eccitato con la corrente $\overline{C_2 C}$, ma non assorbe, nè eroga corrente reattiva; si limita invece ad assorbire una certa corrente attiva per far fronte alle perdite, il cui valore non può apparire dal diagramma semplificato che abbiamo tracciato.

Se spostiamo oltre nello stesso senso l'apparecchio di regolazione della eccitazione, giungiamo alla posizione C_2 (caratteristica 2 della corrente di eccitazione), nella quale l'eccitazione rotorica è nulla. Lo asincrono funziona non eccitato (in regime sottoeccitato) e assorbe una corrente reattiva proporzionale al tratto $\overline{A_2 C_2} = I_\mu$.

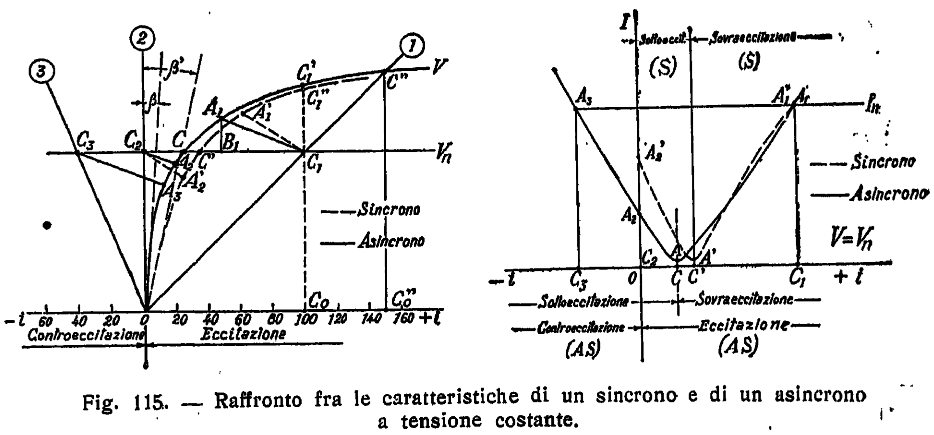


Fig. 115. — Raffronto fra le caratteristiche di un sincrono e di un asincrono a tensione costante.

Anche qui si nota l'analogia col comportamento di un motore a corrente continua in derivazione alimentato a tensione costante. Sebbene la inclinazione della retta, che rappresenta la caratteristica della corrente di eccitazione, sia superiore a quella della parte rettilinea della caratteristica a vuoto V della macchina, non vi saranno da temere fenomeni di instabilità di tensione.

Spostando ulteriormente l'apparecchio di regolazione dell'eccitazione si passa nella zona di controeccitazione dell'asincrono. Esso funziona in regime (controeccitato) sempre più sottoeccitato e assorbe

una corrente reattiva sempre maggiore. Nella posizione 3 della caratteristica della corrente di eccitazione la corrente reattiva assorbita sarà proporzionale al tratto $\overline{A_3 C_3}$.

Se si traccia la caratteristica che rappresenta la corrente statorica reattiva I in funzione dell'eccitazione rotorica i si ottiene anche per il condensatore asincrono, come per quello sincrono, la curva a V (grafico fig. 114 a destra).

Per facilitare il confronto del grafico a sinistra con quello a destra della figura 114 sono state adottate le medesime lettere per i medesimi valori delle correnti I. Il campo esteso dalla curva a V mostra l'innegabile superiorità che hanno gli asincroni sui sincroni per quello che riguarda il loro funzionamento in regime sottoeccitato.

Questa superiorità appare ancor più evidente dal confronto delle caratteristiche a V di un condensatore asincrono con quelle di uno sincrono, come sono riprodotte a figura 115.

Si vede anzitutto che l'asincrono (figg. 114 e 115 a sinistra) ha uno spessore del traferro molto più ridotto (pochi millimetri) di quello del sincrono (angoli β e β' della parte rettilinea delle caratteristiche a vuoto). L'asincrono va invece soggetto a variazioni di tensione maggiori del sincrono. Infatti, posto che ambedue funzionino nel punto C_1 (figg. 114 e 115 a sinistra), se staccati dalla rete, si porteranno alla tensione $\overline{C'' C_0''}$ (e non $\overline{C_1' C_0}$) e rispettivamente $\overline{C_0 C_1''}$.

Pur essendo ambedue le macchine costruite per la medesima potenza nominale I_n V_n, la potenza di regolazione complessiva, se così vogliamo chiamare la somma della potenza massima in regime sovraeccitato e di quella massima in regime sottoeccitato (fig. 115 a destra) è notevolmente maggiore per l'asincrono che per il sincrono. Difatti il primo può dare, anche con una controeccitazione di valore inferiore a quello dell'eccitazione massima rotorica, una potenza in regime sottoeccitato $(\overline{A_3 C_3})$ pari a quella in regime sovraeccitato $(\overline{A_1 C_1})$, mentre il secondo, se non è espressamente costruito a questo scopo, e in tal caso la sua potenza di eccitazione deve venire aumentata e così pure le dimensioni di macchina, dà una potenza in regime sottoeccitato $(\overline{A_3' C_2})$ che è sensibilmente inferiore a quella in regime sovraeccitato $(\overline{A_1' C_1} = \overline{A_1 C_1})$. Se chiamiamo con potenza induttiva propria la potenza reattiva che può assorbire un condensatore-reattore a eccitazione zero, essa sarà per il condensatore asincrono molto più ridotta di quella del sincrono $(\overline{A_3 C_2}$ rispetto ad $\overline{A_2' C_2})$; per quest'ultimo essa corrisponderà praticamente alla massima potenza che esso può assorbire in regime sottoeccitato.

Un condensatore asincrono può venire controeccitato senza pericolo di perdere il passo anche con una corrente rotorica pari a quella massima in regime di sovraeccitazione; questa proprietà, che lo differenzia nettamente da un sincrono, lo rende adatto ad assorbire delle potenze reattive maggiori di quelle massime che può erogare.

Il limite al valore della potenza massima in regime sottoeccitato è dato per un condensatore asincrono esclusivamente dalle condizioni di riscaldamento e quindi dalle caratteristiche di costruzione dello statore, e non da quelle del rotore. Se lo statore permette dei sovraccarichi continuativi od intermittenti, l'uso della controeccitazione permetterà senz'altro all'asincrono di funzionare con questi sovraccarichi in regime sottoeccitato, finchè essi non siano talmente elevati da rappresentare un sovraccarico anche per il circuito rotorico e il sistema di eccitazione.

A titolo informativo si può ritenere che un asincrono provvisto di un sistema conveniente di eccitazione possa dare, in quanto le condizioni di sovraccarico dello statore lo consentano, una potenza limite in regime sottoeccitato del 30 % superiore a quella massima in regime sovraeccitato.

Dal diagramma circolare (fig. 116) che si può tracciare anche per un asincrono provvisto di eccitatrice, queste proprietà possono avere una chiara conferma. I luoghi geometrici per funzionamento a massima sovraeccitazione, a eccitazione zero e a controeccitazione sufficiente per portare la potenza dell'asincrono in regime sottoeccitato pari a quella massima in regime sovraeccitato, sono dati dai cerchi I, II e III.

Perchè l'asincrono eroghi la massima potenza in regime di sovraeccitazione $\overline{O A_1}$, occorre eccitarne il rotore colla corrente $\overline{A_2 A_1}$: per portarlo invece alla medesima potenza in regime sottoeccitato $(\overline{O A_3} = \overline{O A_1})$ è sufficiente limitare la controeccitazione al valore $\overline{A_2 A_3} = \overline{O A_1} - \overline{O A_2}$. E' possibile senz'altro aumentare questa potenza senza modificare la macchina, purchè le condizioni di sovraccarico dello statore lo consentono.

Il punto C si riferisce al funzionamento dell'asincrono come motore con una potenza attiva $\overline{O C''}$ e reattiva pari a $\overline{O C'}$.

Le potenze massime attive che può dare la macchina alle tre diverse eccitazioni sono proporzionali alle lunghezze dei raggi dei tre cerchi. Anche alla massima controeccitazione la potenza massima attiva erogata come motore è assai elevata, superiore a quella normale. Questo fatto giustifica le indicazioni date al capitolo precedente relative ai limiti di potenza dei due condensatori asincroni da 21.500 kVA che abbiamo descritto, e mostra che anche in regime sottoeccitato la stabilità degli asincroni è di gran lunga superiore a quella che possono garantire dei sincroni costruiti per le medesime caratteristiche e per gli stessi limiti di potenza normale.

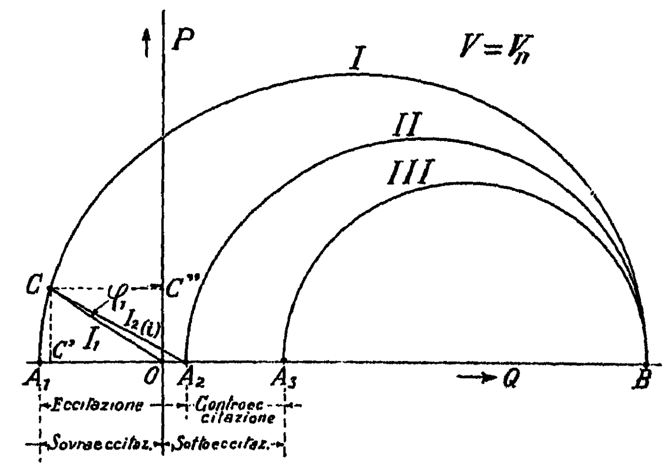


Fig. 116. — Diagramma circolare semplificato di una macchina asincrona eccitata.

Le dimensioni delle singole grandezze del diagramma circolare sono, anche per gli asincroni, proporzionali press'a poco al quadrato della tensione. Dalle considerazioni svolte e dalle proporzioni del diagramma a fig. 116 si deduce facilmente che gli asincroni possono rimanere in servizio anche in caso di forti abbassamenti di tensione, che farebbero perdere senz'altro il passo ai sincroni. Noi stessi abbiamo avuto campo di constatare sperimentalmente e in servizio questa proprietà su una macchina asincrona eccitata, funzionante da condensatore-reattore.

Al regime massimo di controeccitazione essa rimaneva in servizio anche quando la tensione veniva fatta gradatamente scendere al 30 % del suo valore nominale. Brusche variazioni di tensione riducono naturalmente anche per gli asincroni il loro grado di stabilità, ma sempre in misura molto inferiore che per i sincroni.

Anche a repentini sbalzi di frequenza gli asincroni sono molto meno sensibili dei sincroni per le ragioni già esposte.

Basandoci su quanto abbiamo già esposto e sulle conclusioni a cui siamo giunti fin qui possiamo esaminare facilmente le caratteristiche autoregolatrici degli asincroni. Quali macchine eccitate in derivazione il loro comportamento deve differire sostanzialmente da quello dei sincroni, che sono macchine ad eccitazione separata.

A fig. 117 a sinistra abbiamo tracciato la caratteristica a vuoto V, il triangolo di Potier $A B C$ e alcune caratteristiche della corrente di eccitazione per diverse posizioni fisse dell'apparecchio di regolazione dell'eccitazione.

Scelta una di queste posizioni, per esempio la posizione (100) si possono trovare graficamente i valori delle correnti reattive I erogate o assorbite dall'asincrono a tensione variabile. Esse sono date dai valori della ipotenusa $\overline{A C}$ del triangolo di Potier, spostato parallelamente a se stesso col vertice A sulla caratteristica a vuoto e col vertice C sulla caratteristica della corrente di eccitazione.

La costruzione è del tutto analoga a quella descritta al capitolo 4° per i sicroni.

La fig. 117 a destra riproduce le curve di regolazione dell'asincrono per le diverse posizioni dell'apparecchio di regolazione dell'eccitazione (regolatore di campo).

La figura mostra che gli asincroni hanno caratteristiche autoregolatrici nettamente più sfavorevoli dei sincroni, perchè ad essi manca la tendenza preziosa a contrastare qualsiasi variazione di tensione in qualsiasi senso essa abbia luogo e a qualunque tensione funzioni la macchina. Le curve della corrente reattiva I mostrano anzitutto che, a partire da un certo punto che si trova nei pressi della tensione normale, la corrente decresce colla riduzione della tensione per portarsi a zero in caso di corto circuito. Forma analoga ha la caratteristica della potenza reattiva dell'asincrono Q.

Questo comportamento ha certi punti di contatto con quello dei sincroni muniti di limitatori automatici di corrente, colla differenza a favore di questi ultimi, che essi tendono ad una determinata corrente di corto circuito col decrescere della tensione.

Possiamo perciò dedurre da questo paragone che l'impiego degli asincroni sarà consigliabile solo nella maggior parte dei casi in cui

è indicato quello dei sincroni provvisti di limitazione automatica di corrente.

Vediamo in secondo luogo che, a partire dalla tensione normale V_n, la potenza reattiva Q erogata da un asincrono aumenta fino a un determinato punto della caratteristica (ad una determinata tensione)

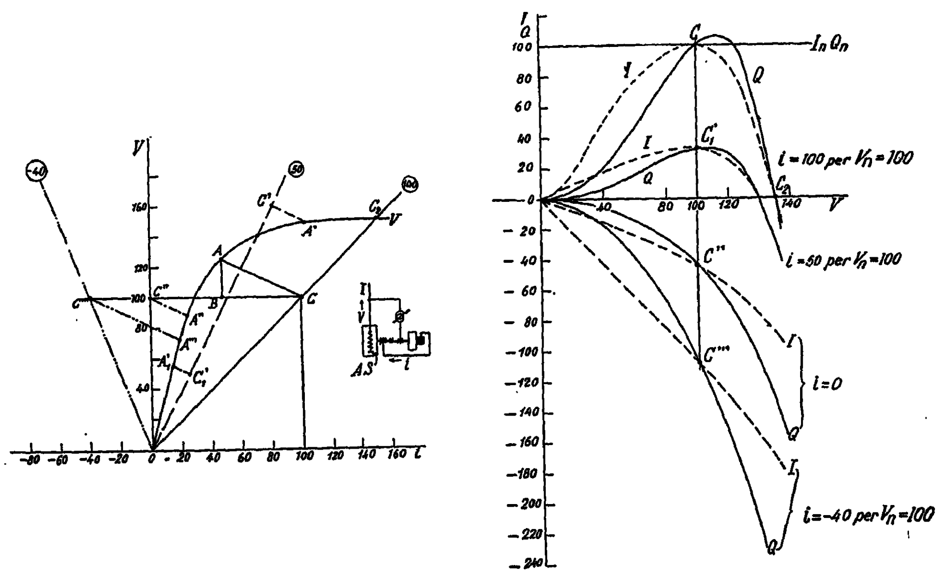


Fig. 117. — Caratteristiche di funzionamento di un condensatore-reattore a tensione variabile con organo di regolazione registrato in posizione fissa.

coll'aumento della tensione e decresce quando essa diminuisce. Solo, oltrepassato quel dato valore di tensione, la potenza reattiva erogata diminuisce coll'aumento di tensione contrastandone l'azione.

La ragione di questo comportamento è dovuta anche per gli asincroni alla saturazione. Sotto questo aspetto l'asincrono può considerarsi in ultima analisi come un circuito formato da un condensatore statico collegato in parallelo con una bobina di selfinduzione, a circuito saturato, di reattanza regolabile.

L'azione di un asincrono sovraeccitato mostra quindi delle deficienti qualità stabilizzatrici nel senso che essa, anzichè concorrere a mantenere costante la tensione, tende a magnificarne le variazioni e precisamente fino a tanto che il gradiente $\dfrac{dQ}{dV}$ della sua caratteristica di regolazione è negativo.

Nettamente stabilizzatrice e per un campo molto più vasto di un sincrono è invece l'azione di un asincrono in regime sottoeccitato (fig. 117 a destra) per effetto della controeccitazione.

Il confronto fra le caratteristiche di regolazione di un condensatore statico, di un sincrono e di un asincrono è dato alla fig. 118; esso dà sanzione alle nostre conclusioni che sono confermate altresì dal grafico a fig. 119 del gradiente $\dfrac{dQ}{dV}$ in funzione della tensione V.

Ci sia concessa a questo punto una breve osservazione che si riferisce alla scelta in genere dei sincroni.

Si parla nella maggior parte dei casi di sincroni rifasatori, indifferentemente dallo scopo a cui sono destinati. Questa definizione, contro la esattezza della quale nulla si può eccepire, ci sembra abbia in molti casi fatto deviare, e in modo eccessivo, l'attenzione di costruttori e esercenti dal vero scopo al quale i sincroni stessi devono servire.

Essi rifasano, o sfasano, in tutti i casi, ma il loro scopo principale può essere o il puro rifasamento, e in tal caso la regolazione della tensione passa in sott'ordine, oppure la regolazione della tensione e allora il rifasamento ha interesse secondario.

Alla prima categoria appartengono i sincroni destinati a rifasare impianti industriali o piccole reti secondarie: alla seconda quelli destinati a regolare la tensione, a rendere più stabile il servizio di reti di trasmissione e ad elevarne la potenzialità.

Ciò premesso, risulta evidente che le caratteristiche di queste macchine non possono nè devono essere le medesime per le due categorie.

Mentre per la prima è conveniente che i sincroni in caso di perturbazioni non abbiano a dar luogo a correnti che possano danneggiare gli impianti e il fatto della loro uscita di passo nell'eventualità di bruschi abbassamenti di tensione non ha grande peso, è invece assolutamente indispensabile per i sincroni della seconda categoria che rimangano in servizio per quanto più è possibile, non escano di passo e si oppongano nella misura più pronta ed energica alle variazioni di tensione, che infirmano tanto la potenzialità di trasmissione quanto la stabilità di esercizio.

Due devono quindi essere, e ben distinti fra di loro, i criteri che regolano la scelta e la costruzione dei sincroni.

Questa parentesi, che a rigor di termini meglio si addiceva ad essere inserita nella parte destinata ai sincroni, ci è sembrata opportuna per meglio chiarire le idee.

Il comportamento poco favorevole degli asincroni agli effetti delle ripercussioni della loro azione (essi sono di per se stessi, come abbiamo visto, di funzionamento eminentemente stabile) sulla stabilità di un sistema è dovuto essenzialmente al fatto che la loro corrente di eccitazione è una funzione della loro tensione ai morsetti, alla quale essa è direttamente proporzionale.

E' sorta quindi naturale l'idea di sfruttare il nesso che esiste fra corrente di eccitazione e tensione per modificarlo con opportuni accorgimenti e invertirne il senso, in modo da far assumere agli asincroni delle caratteristiche autoregolatrici di azione stabilizzante ancor più spiccata di quelle dei sincroni.

E' relativamente facile raggiungere questo scopo, data la molteplicità dei mezzi dei quali ci si può servire. Ci limiteremo a descrivere una delle disposizioni proposte, della quale è stato fatto cenno nelle pubblicazioni tecniche.

Si abbia a fig. 120 un condensatore asincrono a, munito di eccitatrice b, che supponiamo per semplicità di eccitazione rotorica. Invece di alimentare gli anelli della eccitatrice direttamente attraverso il trasformatore ausiliario c e il regolatore di campo d, si inserisce in serie, fra quest'ultimo e gli anelli, il secondario di un trasformatore contro-

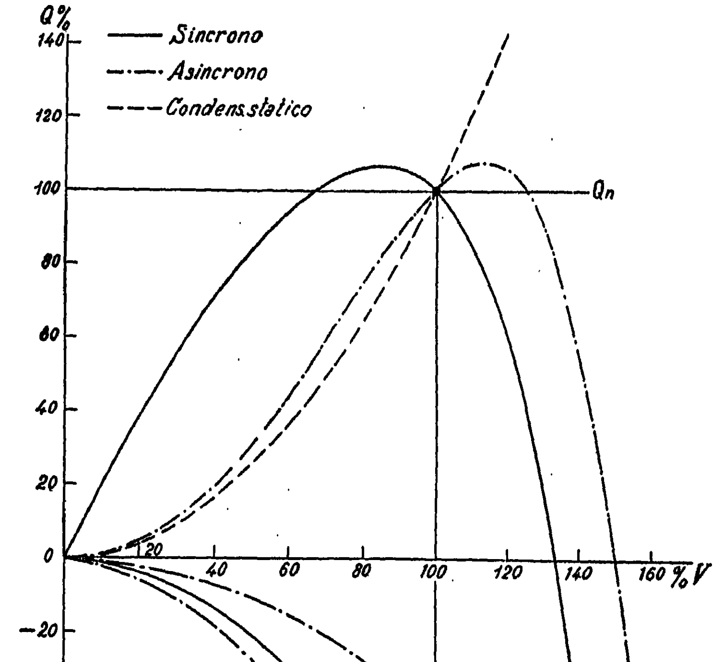


Fig. 118. — Confronto fra le caratteristiche di autoregolazione a tensione variabile di un sincrono, di un asincrono e di un condensatore statico.

compound e, avente il primario alimentato dalla tensione della rete attraverso la bobina di selfinduzione f a circuito magnetico fortemente saturato. La tensione di alimentazione della eccitatrice b è data in questo caso dalla differenza fra la tensione della rete (al secondario del trasformatore c), che si prescinde dalla azione graduabile del regolatore di campo d che si suppone in posizione fissa, e la tensione al secondario del trasformatore controcompound e, che varia in modo inverso alla tensione della rete, secondo una curva data dalle caratteristiche di saturazione della bobina di selfinduzione f.

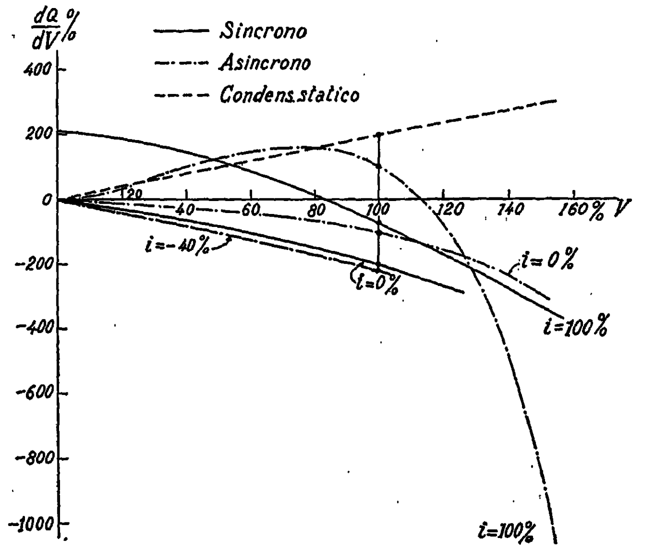


Fig. 119. — Caratteristiche della derivata $\frac{dQ}{dV}$ per il funzionamento a tensione costante di un sincrono, di un asincrono e di un condensatore statico.

Questa disposizione applicata all'asincrono gli conferisce le caratteristiche autoregolatrici riportate nella parte destra della fig. 120, facilmente deducibili per mezzo di una costruzione grafica sul tipo di quelle esposte, e dà all'asincrono delle proprietà stabilizzatrici simili a quelle di un sincrono provvisto di eccitazione ad impulso. Essa trasforma in altre parole quello che era un difetto della macchina in un vantaggio.

Disposizioni equivalenti di sistemi d'eccitazione di macchine sincrone sono, come abbiamo già accennato al Capitolo 5°, senz'altro possibili, con risultati, agli effetti della regolazione dell'eccitazione e del miglioramento delle caratteristiche autoregolatrici delle macchine, del tutto simili a quelli che si ottengono cogli asincroni provvisti della disposizione a fig. 120.

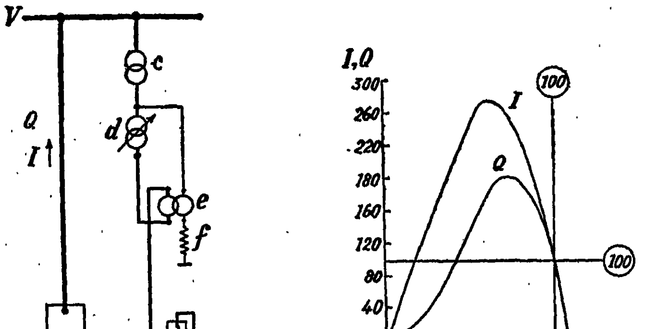


Fig. 120. — Schema di eccitazione per migliorare le proprietà stabilizzatrici di un condensatore - reattore asincrono munito di eccitatrice ad eccitazione rotorica (S. S. W.).

Sarebbe certamente interessante di verificare nell'esercizio se l'uso di sistemi di eccitazione di questo genere può rendere in pratica del tutto superfluo l'impiego di dispositivi di regolazione automatica dell'eccitazione. Questi hanno a loro vantaggio la possibilità di dar luogo ad una intensa sovraregolazione momentanea, che accelera notevolmente la rapidità della regolazione in senso favorevole alla stabilità, qualità che non ci sembrano offrire in modo altrettanto efficace i sistemi in parola.

I condensatori asincroni, data la loro elevata potenza in regime sottoeccitato, si prestano egregiamente anche a contribuire alla messa in tensione di lunghe linee di trasmissione ad alta tensione. Non ci consta però che si siano messe finora in tensione delle linee coll'impiego esclusivo di macchine asincrone. Necessità di servizio hanno impedito a noi stessi di fare una prova pratica in questo senso in modo assolutamente conclusivo; abbiamo invece potuto servirci e con ottimi risultati di una macchina asincrona controeccitata per limitare la tensione e le sopraelevazioni di tensione di un sistema di trasmissione che soffriva di eccedenza di « eccitazione ».

Vogliamo infine passare all'esame del comportamento di un asincrono funzionante su una lunga linea di trasmissione ad altissima tensione, che rappresenta per la macchina una capacità di valore costante. Ci serviremo a questo scopo di un procedimento grafico derivato da quello descritto per le macchine sincrone e tracciato a fig. 3.

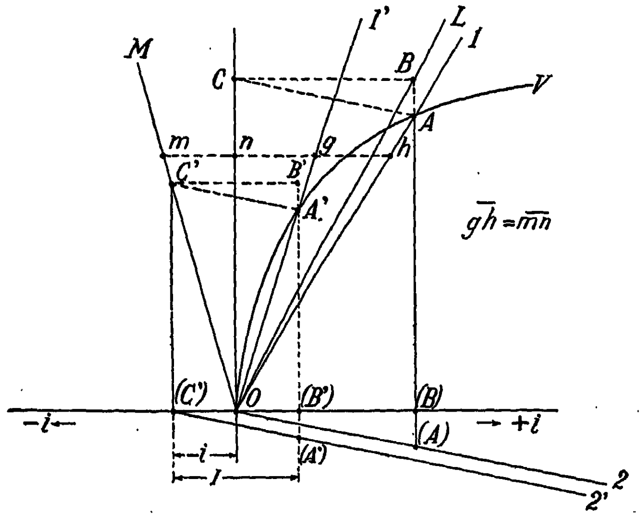


Fig. 121. — Funzionamento di un condensatore-reattore asincrono su una linea a vuoto in regime controeccitato.

Sia V la caratteristica a vuoto dell'asincrono (fig. 121), L quella della linea e 2 quella della tensione di reattanza della macchina. La caratteristica della parte di tensione di linea che si oppone alla f.e.m. dell'asincrono sarà data dalla retta 1 (tensione ai morsetti diminuita dalla tensione di reattanza).

Se l'asincrono non è eccitato ($i = 0$), esso si autoecciterà dal lato dello statore e la sua tensione ai morsetti si porterà al valore $\overline{A\,(A)}$, che sarà generalmente assai elevato in causa della esigua potenza reattiva propria assorbita dall'asincrono.

Non sono rari nell'esercizio i casi in cui macchine asincrone, prive di eccitazione rotorica, funzionanti su lunghe linee, si siano autoeccitate a tensioni elevatissime, pericolose per la sicurezza dell'impianto stesso ([26]).

Prove pratiche da noi eseguite confermano pienamente che gli asincroni comuni possono essere fonti di sopraelevazioni di tensione perniciosissime per l'impianto, quando essi per una causa o l'altra rimangano in servizio da soli su linee o sistemi ad alta tensione funzionanti a vuoto, se non si provvede a munirli di opportuni apparecchi di protezione, relais di sovratensione, (d'uso ancora più indispensabile per queste macchine che per i sincroni), che in eventualità di questo genere gli stacchino automaticamente dalla linea.

Se invece si provvede a controeccitare convenientemente l'asincrono si potrà ridurne la tensione ai morsetti al valore desiderato, premesso naturalmente che le caratteristiche della macchina permettano di farlo.

Sia M la caratteristica della corrente di controeccitazione dell'asincrono, corrente che, come abbiamo visto, è direttamente proporzionale alla tensione ai morsetti. La risultante della caratteristica 1 (eccitazione statorica) e della M (eccitazione rotorica) sarà data dalla retta $1'$, che taglia la caratteristica a vuoto V nel punto A'. La tensione ai morsetti si ridurrà perciò al valore $\overline{A'\,(A')}$ inferiore a quello $\overline{A\,(A)}$ di prima. Poichè l'asincrono funziona in regime sottoeccitato, il valore della corrente statorica I sarà maggiore di quello della corrente rotorica i. A questo proposito conviene tener presente sempre la relazione fra il valore effettivo della corrente statorica e quello della corrente rotorica dato dalla relazione $I = \alpha\, i$.

La costruzione del grafico risulta evidente dalla fig. 121 e da quanto abbiamo esposto per la costruzione analoga per i sincroni.

Se la linea (caratteristica L) assorbe una potenza capacitiva limitata in confronto alla potenza induttiva propria ($i = 0$) dell'asincrono (fig.122), per portare la macchina ad una data tensione, per es. alla

([26]) Cfr. p. es. GUASTALLA - L'eccitazione di macchine asincrone mediante capacità di lunghe linee di trasmissione - En. El., vol. III, fasc. V, 1926.

tensione $\overline{A' (A')}$ occorrerà non più controeccitarla, ma eccitarla in senso positivo con una corrente $i = \overline{O (C')}$, registrando il regolatore di campo in modo da ottenere la caratteristica M della corrente di eccitazione.

Un asincrono eccitato può inoltre funzionare anche su un circuito puramente induttivo e mantenere la tensione.

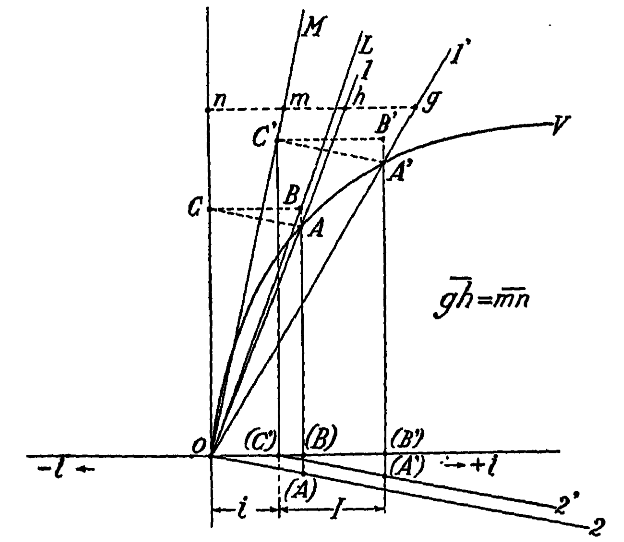


Fig. 122. — Funzionamento di un condensatore-reattore asincrono su una linea a vuoto in regime eccitato.

A fig. 123 è stata riprodotta la costruzione grafica del diagramma per un asincrono che alimenta una reattanza di valore costante. La caratteristica di questa reattanza è data dalla retta L, quella della parte della tensione agli estremi della reattanza che si oppone alla f.e.m. dell'asincrono dalla retta 1, se la caratteristica della tensione di reattanza dell'asincrono è raffigurata dalla retta 2. Per eccitare l'asincrono alla tensione $\overline{A' (A')} = \overline{C' (C')}$, occorre alimentarne il rotore con una corrente $i = \overline{O (C')}$ e registrare il regolatore di campo in modo da ottenere la caratteristica M della corrente di eccitazione. La costruzione va fatta sulla falsariga della precedente.

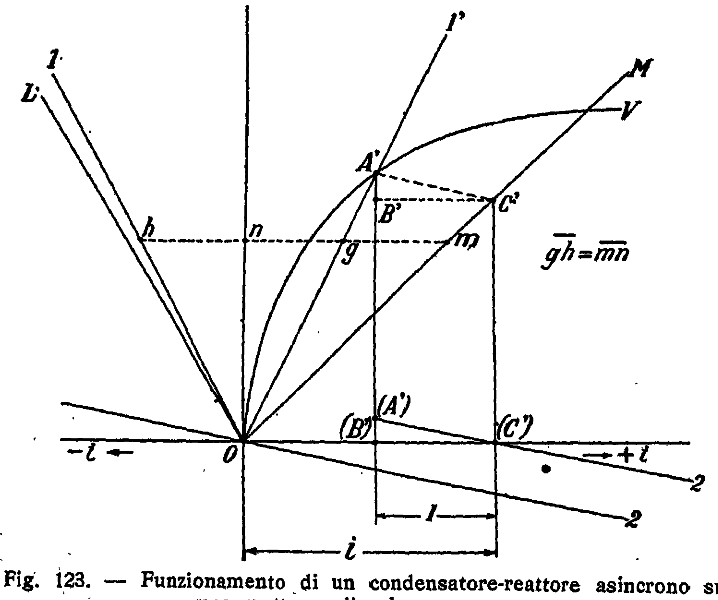


Fig. 123. — Funzionamento di un condensatore-reattore asincrono su una reattanza di valore costante.

Siccome l'asincrono funziona in questo caso in regime sovraeccitato, il valore della corrente rotorica i è superiore a quello della corrente statorica I.

Nelle tre ultime figure sono stati tracciati anche i triangoli di Potier per facilitare la spiegazione della costruzione dei diagrammi.

Ora sorge spontanea la domanda: Sono adatti gli asincroni a mantenere da sè soli la tensione di una rete, come le conclusioni a cui siamo giunti ci autorizzerebbero a dedurre?

La risposta non può essere che affermativa e l'esperienza e la pratica confermano questo fatto. Gli asincroni con eccitazione in derivazione hanno però, come si è visto lo svantaggio di non contrastare, presi di per se stessi, sufficientemente le variazioni di tensione della rete, ma tendono piuttosto a magnificarle.

Se per es. allacciamo alternativamente un asincrono e poi un sincrono, previsti per le medesime caratteristiche, ad una data reattanza e alteriamo quindi il valore di quest'ultima, dopo aver portato le macchine alla medesima tensione, la variazione di tensione che avrà luogo con l'asincrono sarà maggiore. Questo effetto è dovuto alla caratteristica in derivazione e all'elevato valore della reazione di indotto dell'asincrono.

Se si vuole mantenere costante la tensione per mezzo di un regolatore automatico bisognerà quindi che esso compia un maggiore lavoro per l'asincrono che per il sincròno.

Meno chiaro invece appare il fatto che una macchina asincrona provvista di eccitatrice possa da sè sola mantenere praticamente costante la frequenza. Essa non è infatti legata al sincronismo e nessun vincolo nella macchina stessa e in tutto il suo sistema di eccitazione esiste apparentemente, perchè la macchina asincrona imponga alla rete una frequenza ben determinata e precisamente press'a poco quella a cui è vincolata funzionando in parallelo con una macchina sincrona.

Teoria e esperimento dimostrano però che un alternatore asincrono eccitato è in grado di mantenere praticamente, da sè solo senza l'ausilio di macchine sincrone, una frequenza propria, di valore prossimo a quella sincrona, nella rete a cui è allacciato, quando il valore della impedenza totale del suo circuito di eccitazione misurato al primario del trasformatore che alimenta questo circuito e quindi ai morsetti dell'asincrono, sia sufficientemente basso. Questo si verifica nella maggior parte dei casi per gli asincroni di media e forte potenza, costruiti per tensioni elevate ai morsetti.

Abbiamo fatto noi stessi un tentativo per verificare sperimentalmente questa curiosa proprietà e siamo giunti a risultati abbastanza convincenti.

Ci siamo serviti di un asincrono di circa 8000 kVA a 10.000 V, eccitato da una macchina a collettore ad eccitazione statorica, destinato però ad altri scopi. Abbiamo allacciato l'asincrono, comandato a velocità costante, ad una rete poco estesa, della quale non faceva parte nessuna macchina sincrona, alimentata però contemporaneamente da un alternatore sincrono.

Non essendo l'asincrono a nostra disposizione provvisto di regolazione automatica di tensione, non ci siamo sentiti in animo di staccare senz'altro l'alternatore sincrono nel timore di incorrere in variazioni di tensione di valore eccessivo. Ci limitammo perciò a chiudere completamente l'apertura della turbina di comando dell'alternatore sincrono, facendolo marciare da motore a vuoto e ne portammo a zero l'eccitazione.

Scopo del suo impiego era quello di funzionare da bobina di selfinduzione, costringendo l'asincrono a fornire una potenza reattiva maggiore, e di opporsi automaticamente, in virtù delle proprie caratteristiche autoregolatrici, a variazioni di tensione.

Quantunque la macchina asincrona fosse costruita per servire ad altro impiego e quindi la sua eccitatrice fosse provvista di avvolgimenti che avrebbero potuto opporsi ad una azione stabilizzante sulla frequenza, questa rimase pressochè invariata e segnò solo delle oscillazioni insignificanti.

La dimostrazione pratica della capacità di un alternatore asincrono di mantenere e imprimere da sè solo una frequenza propria alla rete che esso alimenta ci sembra con ciò raggiunta, dato che l'alternatore sincrono era trascinato e poteva essere considerato non come una macchina che manteneva la frequenza, ma bensì come una massa rotante qualunque che concorreva ad aumentare il momento d'inerzia del rotore dell'asincrono.

Non ci consta però che di questa proprietà degli alternatori asincroni sia stata fatta sinora una applicazione pratica, se si vuol prescindere da una installazione di prova di un alternatore asincrono di 230 kVA.

Altra particolarità degli asincroni, alla quale non abbiamo ancora accennato e che fummo in grado di constatare praticamente, è quella di essere provvisti di una inerzia magnetica notevolmente più ridotta dell'inerzia di sincroni equivalenti e di rispondere perciò con grande prontezza al controllo dato dal regolatore di campo. Questa proprietà, se da un lato può ritenersi favorevole per la rapidità della regolazione della tensione nel caso di applicazione di apparecchi automatici, è d'altro lato nociva alla stabilità di tutto un sistema, la quale viene generalmente favorita dal valore elevato dell'inerzia magnetica delle macchine.

IV. - TENTATIVO DI RAFFRONTO FRA SINCRONI E ASINCRONI, IN MODO PARTICOLARE PER QUELLO CHE RIGUARDA I CONDENSATORI-REATTORI.

La nostra analisi non ha la pretesa di essere completa. Essa è stata estesa in maniera speciale alle macchine sincrone, che sono d'uso di gran lunga più comune. Scopo della nostra esposizione relativa alle macchine asincrone è stato precipuamente quello di rendere attento

il mondo tecnico italiano sui condensatori-reattori asincroni, di mettere in evidenza le loro proprietà più caratteristiche, quelle che più nettamente ne fanno differire il comportamento dalle macchine sincrone e che pensiamo possano avere interesse per l'ingegnere d'esercizio.

Ci mancano però alcuni elementi che potrebbero dare maggior peso al nostro giudizio e condurci a conclusioni più definitive.

Di questi il più importante è l'esperienza, che sola può dare una sanzione pratica ad un'applicazione tecnica. In Italia non si trovano in servizio condensatori asincroni e a noi stessi manca una vera e propria esperienza su questo genere di macchine. Abbiamo avuto bensì per poco tempo una macchina asincrona in servizio provvisorio di condensatore-reattore rotante, ma si trattava più di un caso d'eccezione che altro, avendo la macchina funzionato sempre in regime fortemente sottoeccitato e quindi in condizioni particolarmente favorevoli a una azione stabilizzante sull'esercizio.

Non sarebbe quindi equo da parte nostra, fatta astrazione dell'impossibilità materiale in cui ci troviamo di farlo, di voler dare dei giudizi più o meno categorici su queste macchine basandoci unicamente su quanto abbiamo visto in impianti esteri, sulle notizie che ci è stato dato di raccogliere e sulle pubblicazioni tecniche, numerose bensì, ma rispecchianti più o meno il giudizio di costruttori e non di ingegneri di esercizio.

Altro elemento, e d'importanza non trascurabile, è costituito dalla diffusione relativamente ristretta degli asincroni, se comparata a quella dei sincroni. Sotto questo aspetto il tecnico deve deplorare che lo sviluppo industriale dei condensatori asincroni sia sorto decisamente troppo in ritardo rispetto a quello dei sincroni e che se ne sia iniziata l'applicazione solo in un'epoca in cui i sincroni si erano ormai imposti da molti anni e il loro impiego era già universalmente diffuso.

Il tecnico è di sua natura conservatore, e di questo non gli si può dare certamente torto; diffida perciò delle innovazioni e preferisce di attenersi ai risultati della propria esperienza piuttosto che di correre un'alea qualunque col mettere in opera del macchinario nuovo per lui e il suo servizio, di caratteristiche diverse da quello che ha già in funzione e di cui egli deve ritenersi soddisfatto. A meno, ben s'intende, che i vantaggi tecnici ed economici che egli spera di ricavare dal nuovo tipo di macchina non siano tali e tanti da garantirgli a priori in modo quasi assoluto un compenso del rischio che corre.

E forse uno dei tanti motivi che può acuire questo senso naturale di diffidenza nei riguardi dei condensatori asincroni sono proprio le minuziose misure di cautela che le Case costruttrici adottano per assicurare che le operazioni di messa in marcia di queste macchine avvengano sempre nell'ordine preciso che loro compete, per evitare la possibilità di false manovre, con un largo impiego di blocchi e relais più o meno complessi e delicati.

Il personale, e specialmente il nostro, è invece abituato da anni a compiere senza nessuna preoccupazione e svariate volte al giorno delle operazioni altrettanto delicate e complesse quando mette in marcia e in fase delle macchine sincrone. Ciò nonostante queste operazioni non danno luogo a errori di manovra, benchè il tecnico non sia ricorso nel maggior numero dei casi all'uso di blocchi o relais di sicurezza di nessun genere.

Sarebbe certo assai interessante e curioso di sapere in che maniera le medesime Case costruttrici si sarebbero comportate per es., nei riguardi delle operazioni di parallelo di macchine sincrone, se lo sviluppo delle macchine a corrente alternata si fosse svolto nell'ordine inverso e cioè se si fossero sempre costruite e impiegate macchine asincrone e solo in questi ultimi anni fosse stata iniziata la costruzione e l'impiego industriale delle sincrone.

Quale peso abbiano del resto sullo sviluppo di nuove macchine, non ancora o insufficientemente applicate in servizio, la pratica giornaliera e i criteri generalmente adottati si può vedere facilmente ad esempio in America dove, al contrario di quanto si fa da noi, si impiegano delle macchine sincrone anche in applicazioni dove il loro uso sembrerebbe, se non paradossale, assolutamente fuori di posto. Infatti, tanto per citare un esempio, motori sincroni di potenze unitarie di parecchie migliaia di cavalli per comando di laminatoi costituiscono in America un'applicazione comune.

Ma gli americani non si fermano qui. Tendono ad estendere l'uso dei motori sincroni perfino al comando di macchine a velocità variabile (ventilatori, ecc.) e per far questo non esitano a ricorrere a considerevoli complicazioni costruttive provvedendo i motori di statore girevole, pure di evitare l'impiego di motori asincroni con macchine trifasi a collettore in cascata. Essi riescono in tale maniera a sostituire a queste macchine delle macchine a corrente continua a velocità regolabile, di costruzione corrente.

Soluzioni simili furono tentate in Europa una decina d'anni fa, ma la loro applicazione non sembra avere avuto fortuna.

Sui pregi e difetti dei condensatori asincroni e in genere delle macchine asincrone, in confronto di quelle sincrone si è discusso molto a lungo fra gli esponenti delle Case costruttrici tedesche. La discussione, molto minuziosa, ha anche trattato particolari che possono bensì interessare il costruttore, ma che sarebbe superfluo ripetere in una memoria come questa per la esigua importanza che possono avere per il tecnico d'esercizio.

I punti principali di raffronto, che hanno secondo noi importanza capitale, ci sembrano essere i seguenti:

1) *Costo*. — Il costo di un asincrono, compresa eccitatrice e apparecchiatura, sembra essere stato finora, astrazione fatta dai casi speciali citati in seguito, superiore a quello di un sincrono equivalente. Influisce anche sul costo la minore diffusione degli asincroni e quindi la impossibilità di costruirli in modelli normalizzati.

2) *Eccitazione*. — Le eccitatrici trifasi sono generalmente di costruzione più complessa e di servizio più delicato di quelle a corrente continua. Al di sopra di una certa potenza dell'asincrono, a seconda del sistema d'avviamento, il loro collettore può assumere dimensioni sproporzionate, paragonabili a quelle di macchine per elettrolisi; richiede perciò una superficie utile delle spazzole che è un multiplo di quella di eccitatrici a corrente continua per sincroni equivalenti. In casi di questo genere, in causa della forte corrente d'indotto, del basso valore della tensione di eccitazione, della resistenza variabile di contatto delle spazzole delle eccitatrici possono anche prodursi degli inconvenienti di servizio, se la manutenzione del collettore, delle spazzole, la qualità di queste, ecc., non è sufficientemente curata.

Per elevate potenze di eccitazione sono preferibili indiscutibilmente macchine a collettore a eccitazione statorica. Esse, se ben costruite e proporzionate, assicurano una commutazione altrettanto perfetta di quella delle macchine a corrente continua.

3) *Avviamento*. — La proprietà o meglio necessità che ha il circuito rotorico di un asincrono a contribuire all'avviamento della macchina asincrona è nello stesso tempo un pregio e un difetto di questa. Pregio, che non va però sopravalutato, per le piccole e medie potenze, difetto per quelle elevate, come è dimostrato dal fatto che si cerca o di servirsi in misura ridotta o di non servirsi del tutto di questa proprietà, per poter avere le mani più libere nella costruzione del rotore e della eccitatrice.

Per piccole potenze l'avviamento di un asincrono è indubbiamente più semplice di quello di un sincrono, per medie potenze può esserlo forse se si ricorre a qualche compromesso, mentre per potenze elevate si può ritenere generalmente più complesso.

4) *Perdite*. — Il valore delle perdite ha per la scelta di un condensatore-reattore, dato l'elevato numero di ore di utilizzazione e il valore medio del carico di funzionamento, importanza capitale. La provvista di un condensatore-reattore è forse nella tecnica il caso più tipicamente caratteristico in cui ragioni di costo d'acquisto vadano subordinate a ragioni di rendimento elevato.

Molto si è discusso negli ambienti tecnici sui pregi che possono offrire gli asincroni sotto gli aspetti di un migliore rendimento rispetto ai sincroni.

Sembrerebbe accertato che, mentre gli asincroni hanno in genere maggiori perdite dei sincroni equivalenti, possono a questo riguardo avvantaggiarsi notevolmente su questi ultimi nei casi in cui alle macchine è richiesta una elevata potenza in regime sottoeccitato. E la ragione ci sembra evidente da quanto abbiamo già esposto.

5) *Altre proprietà*. — A netto favore dell'asincrono rimane la stabilità propria di funzionamento di gran lunga superiore, la grande insensibilità a sbalzi repentini di frequenza e di tensione e in primo luogo la possibilità di elevare mediante semplice controeccitazione la sua potenza massima in regime sottoeccitato al di sopra di quella massima in regime sovraeccitato.

Non è escluso che l'ultima proprietà ne renda per questi casi il costo comparabile con quello un sincrono equivalente.

A sfavore dell'asincrono in derivazione (asincrono eccitato comune), impiegato per grandi sistemi di produzione e trasmissione di energia sta la sua deficiente azione stabilizzante sul sistema stesso, azione che si può però eliminare e invertire modificando convenientemente il suo sistema di eccitazione.

Un particolare costruttivo che può rendere gli asincroni di servizio più delicato è l'esiguità del loro traferro che importa solo una frazione ($1/5 \div 1/8$) di quello di sincroni equivalenti.

Sembrerebbe in conclusione arduo poter decidere a priori se gli indubbi vantaggi che gli asincroni offrono siano di valore tale da compensare i loro inconvenienti.

Un giudizio più completo potrebbe darsi se si disponesse in maggiore copia di risultati d'esperienza sul loro funzionamento e specialmente se si potesse controllarne il comportamento in una rete provvista esclusivamente di macchine asincrone.

L'uso di alternatori asincroni appare conveniente in certi casi per centrali automatiche o comandate a distanza.

Un largo campo d'applicazione delle macchine asincrone eccitate è per contro quello dei motori asincroni di media e grande potenza a velocità costante e particolarmente a velocità variabile, dove l'uso di eccitatrici a corrente trifase si rende indispensabile, e così pure quello dei convertitori di frequenza a rapporto variabile.

Chiudendo questa memoria noi non possiamo che augurarci che l'esperienza degli anni futuri metta anche gli ingegneri d'esercizio in grado di sperimentare maggiormente queste macchine nei loro impianti e dare il loro giudizio sulla interessante categoria degli asincroni.

E' nostro dovere di ringraziare le Case costruttrici A. E. G., B. B. C. e S.S. W. e i loro tecnici, che ci furono larghi di dati e chiarimenti sugli asincroni e ci diedero modo di visitare parecchi impianti in funzione.

Un particolare ringraziamento vada al Prof. Seiz, con cui ebbimo occasione di intrattenerci a parecchie riprese su argomenti affini, che, mettendo cortesemente a nostra disposizione la sua alta e indiscussa competenza in questo complesso ramo della tecnica, contribuì non poco a rendercelo più familiare.

□ SUI FENOMENI DI APERTURA NEGLI INTERRUTTORI IN OLIO □ □ □

L. MAGRINI

L'Autore fa alcuni rilievi sulle considerazioni teoriche e sui risultati sperimentali esposti da W. M. Leeds in un articolo del marzo 1931 di «The Electric Journal».

Combatte il modo con cui è spiegato il fenomeno dell'arco nell'olio, insistendo sulla necessità di tener conto del valore istantaneo della corrente al momento dell'apertura. Sui fenomeni di pressione fa rilevare l'identità delle considerazioni del Leeds con quelle enunciate da lui nel 1925, anche sul modo di spiegare il sobbalzo dell'apparecchio. Deduce la inconsistenza della teoria del pistone d'olio, e dimostra che la bolla che circonda l'arco è una miscela di gas d'olio, di olio e di vapor d'olio.

Nel n. 7 del Bollettino Tecnico Magrini, luglio 1931, è riportato un articolo di W. M. Leeds, tolto dal numero di marzo 1931 del «The Electric Journal», edito dalla Westinghouse: *I fenomeni di pressione nel funzionamento degli interruttori in olio.* (1)

Non mi è parso inutile fare alcuni rilievi sulle considerazioni teoriche, e sui risultati sperimentali molto interessanti, esposti nell'articolo.

Riportiamo, stralciando mano mano, quei paragrafi che si riferiscono al nostro tema, rimandando al Bollettino Magrini chi desiderasse conoscere la intera esposizione.

I. - Considerazioni tecniche sulla formazione dell'arco.

Il Leeds premette in forma piana, il modo con cui *un interruttore taglia un arco a corrente alternata,* per poi entrare nell'argomento principale.

Comincio il commento da queste premesse, con cui sono in completo disaccordo.

Il Leeds dice:

Quando i contatti di un interruttore in olio vengono separati, si produce un arco in una certa massa dell'olio isolante. L'alta temperatura dell'arco produce una considerevole quantità di gas, formati dalla vaporizzazione e decomposizione dell'olio, come anche dalla vaporizzazione di una certa quantità del materiale che forma i contatti.

Il valore istantaneo della corrente alternata scende a zero alla fine di ogni mezzo periodo: e per potersi mantenere, l'arco deve riaccendersi attraverso l'intervallo che si forma fra i contatti.

Il valore che deve avere la tensione di riaccensione dipende dalle condizioni del mezzo gassoso, la cui resistenza dielettrica si riaccresce rapidamente colla ricombinazione degli ioni, e col diffondersi nell'ambiente dell'arco di gas e vapori freschi non ionizzati.

In un circuito altamente reattivo, come si verifica generalmente nelle condizioni di corto circuito, la tensione generata è vicina al suo valore massimo, quando l'onda di corrente passa per lo zero. *Se questa piena tensione apparisse tra i contatti istantaneamente, l'arco si riaccenderebbe subito.*

Tuttavia, in ogni circuito pratico, la presenza di capacità distribuita sulla linea di trasmissione, e nei connessi equipaggiamenti, ha l'effetto di ritardare l'aumento della tensione di un intervallo di tempo eguale o maggiore di un quarto del periodo naturale di oscillazione del circuito.

Se quindi la rapidità con cui si ricostituisce la resistenza dielettrica del medio ionizzato che si trova fra i contatti, è sufficiente perchè la tensione richiesta dalla riaccensione sia sempre maggiore della tensione che può risorgere, l'arco non si potrà riaccendere, e il circuito risulterà interrotto.

Questa condizione può non verificarsi per parecchi periodi, dopo il qual tempo la distanza di scatto è andata crescendo fino ad una lunghezza alla quale la *tensione di ritorno* non è sufficiente per la riaccensione dell'arco.

Trattandosi di un arco a corrente alternata la prima frase va modificata come segue:

«Quando i contatti di un interruttore in olio vengono separati — *in un momento in cui il valore della corrente non è esattamente zero* — si produce un arco in una massa d'olio».

Infatti è ammesso che se la separazione dei contatti avvenisse esattamente nell'istante in cui l'*onda naturale* della corrente, preesistente alla apertura, passa per lo zero, *l'arco non si formerebbe,* anche a $\cos\varphi = 0$, cioè proprio quando la tensione indotta è al suo valor massimo.

Riporto a questo proposito, per maggior precisazione, un paragrafo del Rüdenberg (2), ed uno dello Slepian (3).

Dice il Rüdenberg:

«Se si riuscisse a predisporre l'interruttore con tale precisione che esso interrompesse il circuito nel momento del passaggio naturale della corrente per lo zero, il circuito resterebbe da quel momento senza corrente, e non interverrebbero sopratensioni di qualunque natura, o fenomeni di riscaldamento nel punto di interruzione».

Dice lo Slepian:

L'analisi che Mr Princés ha fatto sul modo in cui un arco può venir estinto, mi richiama alla mente un aforisma, che io scriveva in una delle mie precedenti memorie, e che ora dovrei anche maggiormente estendere. Io diceva che l'arco nell'interruttore in olio, non è semplicemente una cosa dannosa, ma ha una parte veramente necessaria ed utile nell'interrompere un circuito.

La tendenza generale è stata di considerare l'arco come completamente indesiderabile, da eliminarsi, se fosse possibile.

Ma in quella memoria io diceva che se l'arco non fosse apparso spontaneamente, avremmo dovuto inventarlo noi, o sostituirlo con qualche cosa che avesse le stesse funzioni.

Vi sono due vie nelle quali l'arco può esercitare le sue funzioni: una di esse può essere meglio illustrata riferendosi ad un circuito a corrente continua.

Supponiamo che fosse possibile di aprire i contatti di un circuito a corrente continua senza arco: ci darebbe ciò un risultato soddisfacente?

Come ingegneri elettrotecnici noi conosciamo la legge di Faraday, dell'induzione elettromagnetica, e la adoperiamo per generare tensione e corrente nei nostri circuiti.

Quantunque, durante un corto circuito, noi cambiamo il nostro modo di vedere sulla desiderabilità che si generi una potenza elettrica in quel momento particolare, noi non possiamo aspettarci che la legge di Faraday sull'induzione elettromagnetica abroghi sè stessa per nostra convenienza, e che riprenda il suo potere solo dopo il corto circuito, ma dobbiamo aspettarci che essa operi anche durante il corto circuito.

Quindi noi sappiamo che se fosse possibile aprire un circuito di corrente continua, istantaneamente, senza un arco, l'istantaneo collasso del campo magnetico, collegato alla corrente di corto circuito, indurrebbe tensioni così elevate, che distruggerebbero certamente le nostre macchine. Tenendo in mente la legge di Faraday, noi desideriamo interrompere il corto circuito rapidamente, ma non con tanta rapidità da generare tensioni pericolose.

Quindi *questa è la funzione dell'arco nel circuito a corrente continua.* In un ben disegnato interruttore esso *apre il circuito non troppo rapidamente,* ma con rapidità sufficiente per essere sicuro.

La funzione dell'arco nell'interruttore a corrente continua, è quella di dissipare in modo sicuro ed inoffensivo l'energia magnetica immagazzinata nel circuito che porta la corrente.

Nel circuito a corrente alternata, appare possibile di evitare l'imbarazzo che proviene dalla legge di Faraday, perchè *due volte per ciclo, vi sono momenti di corrente zero, e in questi momenti di corrente nulla, non v'è energia magnetica immagazzinata sul circuito.*

Quindi se fosse possibile di aprire il circuito in quel momento, la legge di Faraday non sarebbe coinvolta, perchè non vi sarebbe campo magnetico capace di indurre tensione.

Se posse possibile costruire un interruttore in cui la separazione dei contatti fosse così tempestiva da coincidere o essere sincrona collo zero della corrente, non vi sarebbe arco, e l'arco non sarebbe necessario.

Ma considerate quale difficoltà si avrebbe a costruire un interruttore con questa facoltà di aprire i contatti in sincronismo.

. . . . ,

. . . . ,

Ora l'arco ci solleva da queste grandissime difficoltà del problema meccanico:

Coll'arco nell'interruttore non è necessario di sincronizzare l'apertura dei contatti.

I contatti possono separarsi quando vogliono, perchè l'arco permette alla corrente di continuare a fluire.

Quindi, se l'interruttore è ben disegnato, ad un dato momento, in cui la corrente è zero, l'arco stesso si tramuta da buon conduttore a buon isolante, ed il circuito è interrotto.

Così l'arco, che si forma spontaneamente, assume questa funzione di sincronizzazione, che non sarebbe possibile ottenere meccanicamente.

Nell'interruttore a c. a. noi possiamo scegliere quale delle due funzioni sia meglio accentuare.

Naturalmente è meglio far uso dell'azione sincronizzante, piuttosto che di quella di dissipare energia, in quanto è meglio avere la minima quantità di energia da dissipare.

Vi sono parecchie vie per migliorare la funzione sincronizzante dell'arco, in altre parole di render più efficace la tendenza dell'arco di cambiarsi in un isolante a corrente zero. Talune vie naturalmente sono migliori delle altre.

Tutte le vie pratiche, sviluppate finora, aumentano anche l'energia dissipata nel periodo dell'arco.

Ciò è spiacevole, ma appare come il necessario prezzo che si deve pagare.

Per creare il mezzo deionizzante nell'ambiente dell'arco, quando la corrente è zero, coi mezzi di cui oggi disponiamo, è necessario di impiegarli con un anticipo di un certo tempo.

E poichè c'è questo tempo di anticipo, si aumenta la quota di dissipazione dell'energia nell'arco.

Fin qui lo Slepian.

Dunque *l'arco si accende solo quando esiste energia magnetica immagazzinata nel circuito,* ed è questa energia che *ionizza lo spazio, lo rende conducente, e permette alla corrente di fluire come in un conduttore.*

Vien fatto subito, per un nesso logico, di chiedersi perchè questa singolare proprietà di non permettere la formazione dell'arco, valga solo per il primo zero, e perchè d'altra parte, quando il distacco avviene a valori di corrente diversi dallo zero, e l'arco si forma, è indifferente, per il suo sviluppo, che il valor istantaneo sia estremamente vicino allo zero, o si trovi al suo valor massimo.

Non parebbe più naturale, dal momento che si ammette che l'arco non si accende in quel primo zero perchè l'energia magnetica immagazzinata è zero, pensare che il processo di accensione, nel senso di esser più o meno cospicuo, e di durare più o meno a lungo, debba dipendere dalla quantità di energia magnetica immagazzinata nel circuito al momento del distacco, e quindi dal *valor istantaneo che ha la corrente in quel momento?*

Continuando nel commento all'articolo del Leeds, ciò che segue va bene anche per me fino alla frase:

«*Il valor istantaneo della corrente scende a zero alla fine di ogni semiperiodo*».

Qui bisogna fare una netta distinzione fra corrente *prima dell'apertura,* e quella *che circola dopo,* che è tutt'altra cosa.

Prima, e nell'istante del distacco, la corrente di corto circuito segue la sua onda naturale: nei successivi passaggi per lo zero, la corrente non ha più lo stesso andamento sinusoidale *simmetrico,* ma appare deformata, e precisamente in modo da rallentare la sua variazione dopo lo zero, e da precipitare allo zero nel quarto d'onda successivo.

Si deve quindi immaginare sovrapposta una corrente transitoria (vedi Rüdenberg già citato) che produce questa distorsione: questa corrente è sfasata di 90° sulla tensione d'arco, e rappresenta realmente dell'energia immagazzinata consumata nel fenomeno di ionizzazione.

Torniamo d'accordo fino al periodo:

«In un circuito altamente reattivo, come si ha generalmente nelle condizioni di c. c., la *tensione generata* è vicina al suo valor massimo, quando l'onda di corrente passa per lo zero.

Qui io faccio un'altra osservazione di principio.

Si parla di tensione generata, cioè mandata dal *generatore*. Io dico, prima di tutto che la tensione di cui si tratta non è data dal generatore: ma è indotta dalla variazione naturale della corrente con cui è in quadratura; e *nel loro insieme tensione e corrente sono gli indici dell'energia immagazzinata nel circuito.*

Il generatore dà la *tensione in fase,* necessaria a superare le resistenze, e le forze controelettromotrici, ed il circuito reagisce colla risultante di queste due, che è ciò che costituisce la tensione applicata: perciò questa ha sempre una componente eguale ed opposta alla reattiva.

Ma poi quella che si chiama *tensione di riaccensione,* e che meglio si dovrebbe chiamare *tensione che mantiene l'arco acceso,* non è nemmeno la indotta dalla variazione naturale della corrente, poichè, se così fosse, l'arco si accenderebbe anche se i contatti si aprissero allo zero della corrente: infatti in quel momento la tensione indotta è al suo valor massimo, e la distanza fra i contatti al valor minimo.

Ciò che impedisce all'arco di spegnersi, e che quindi mantiene conducente la via, è *la tensione indotta dalla brusca deviazione della corrente dal suo andamento naturale,* ogni qualvolta il sistema delle costanti del circuito, capacità, self, resistenza viene a cambiar di valore.

Di conseguenza non si può nemmeno dire, come afferma il Leeds:

«*Se questa tensione apparisse fra i contatti istantaneamente l'arco si riaccenderebbe subito*».

Supponiamo raggiunta la corrente di corto circuito permanente, e che i contatti si separino nell'esatto momento di corrente zero; la piena tensione, che meglio si dovrebbe dire *stato di tensione dell'ambiente,* esiste già in atto, e apparirebbe necessariamente nell'istante stesso in cui le catene elettrostatiche si rompono, creando fra gli estremi del tratto aperto il nuovo campo: l'arco si dovrebbe accendere. Ma in questo stesso momento la tensione in fase è zero, e la tensione applicata è eguale ed opposta alla reattiva e la compensa interamente.

Nel caso in cui il movimento del contatto mobile sia così lento, o venga fermato in un punto in cui la distanza da quello fisso può esser superata dalla tensione della macchina, che si trova a circuito aperto, per il sorvenuto distacco dei contatti senza arco, l'arco si può riaccendere, ripristinando il corto circuito.

Ma allora la tensione reattiva non compensa più quella applicata, e la tensione indotta dal generatore diviene efficiente.

Il resto va bene anche nel mio modo di vedere, perchè la tensione che mantiene l'arco acceso è veramente indotta dalla distorsione della corrente, e quindi questo processo è influenzato dalle costanti del circuito.

Ma è meglio non introdurre l'effetto delle costanti della conduttura, perchè il corto circuito può essere fatto anche ai poli del generatore: anzi tutte le prove sono fatte in queste condizioni.

Ma ciò che mi preme di metter in rilievo è che seguendo le considerazioni del Leeds, che sono anche quelle generalmente accettate, manca ogni possibilità di prevedere la lunghezza che avrà l'arco, e quindi la sua durata, all'atto del definitivo spegnimento: ed è proprio la lunghezza d'arco il *dato fondamentale necessario per disegnare l'interruttore.*

Infatti si ragiona su elementi e condizioni tutte ignote in ogni momento del fenomeno, cioè su qualche cosa di indefinito e di inafferabile.

Se invece teniamo presente che per rompere un isolante di determinata coibenza, in un tempo prestabilito, e sotto una data tensione, occorre dell'energia, e che durante il processo di interruzione è disponibile l'energia magnetica immagazzinata nel circuito al momento dell'apertura, zero se la corrente è zero, massima se la corrente passa per il valor massimo, il problema ha una soluzione definita.

Va notato che se dopo l'apertura la corrente risale a valori vicini al massimo di quella di corto circuito non si deve pensare che il circuito sia stato rifornito di energia magnetica immagazzinata, che ne riporti il valore al suo massimo. A seconda del momento della curva di corrente (ci riferiamo sempre alla corrente di c. c. permanente) a cui avviene il distacco dei contatti, la posizione relativa di rotore e statore cambia in modo brusco, modificando profondamente le reazioni fra i campi, e facendo cadere la componente reattiva tanto più quanto più prossimo allo zero risulta la corrente all'apertura.

Allo zero esatto, la tensione reattiva si annulla, perchè dalla condizione di corto circuito chiuso su resistenza zero, si passa a circuito aperto con resistenza infinita.

Quando i contatti si staccano ad un valore finito della corrente di c.c., si ha una certa quantità di energia reattiva, capace, colle sue prestazioni, di mantenere l'arco acceso per una certa lunghezza, in modo affatto indipendente dai passaggi successivi della corrente d'arco per lo zero.

Ogni tipo di arco richiede (e ciò si può sperimentalmente stabilire) una certa quantità media di energia per unità di lunghezza, e per unità di corrente.

L'arco si spegne quando l'energia residua è minore del numero di joule necessario a rompere l'isolante, nel suo stato medio di coibenza, su una certa lunghezza, e per una corrente che sia quella misurata subito prima della rottura.

A pari energia disponibile in partenza, ed a pari corrente di apertura, l'arco è tanto più corto quanto più l'ambiente richiede un maggior tasso di energia per unità di lunghezza: cioè quanto più esso risulta deionizzato, od anche quanto più è rapido il processo di deionizzazione, rispetto al valore che in quel tempo può raggiungere la tensione indotta dalla caduta a zero della corrente.

Questa interpretazione del fenomeno della formazione dell'arco è generale. Nei diversi processi di interruzione, ciò che cambia è il modo di render più o meno facile e pronta la deionizzazione dell'ambiente.

Da ciò risulta anche non esser vero che *l'arco si spegne ogni volta chè la corrente si annulla.*

L'arco si spegne veramente una volta sola, quando la corrente transitoria di ionizzazione cade a zero, ed il circuito risulta interrotto.

Si deve dire che l'arco tende continuamente a spegnersi, ma è tenuto acceso dalle successive scariche determinate dall'energia reattiva liberata, prima che lo zero sia raggiunto: anzi la fase dello zero dipende appunto dal precedente periodo di ionizzazione.

Il tratto interposto fra i contatti è dunque già ionizzato allo zero di corrente.

Il passaggio per lo zero della *corrente d'arco,* che è in fase colla *tensione d'arco,* la quale passa a sua volta per lo zero nello stesso momento, non ha nessun carattere singolare; è il normale andamento di una pulsazione periodica che percorre un conduttore a resistenza

variabile, come vi passava prima che il corto circuito fosse aperto; salvo che, quando è acceso l'arco, essa corrente risulta deformata dalla corrente transitoria di ionizzazione, che è in quel momento al suo valor massimo.

Ricordiamo qui ciò che dice lo Slepian:

1°) *L'arco permette alla corrente di continuare a fluire.*

2°) *Per creare il mezzo deionizzante nell'ambiente dell'arco, quando la corrente è zero, coi mezzi di cui disponiamo, è necessario di impiegarli con un anticipo di un certo tempo. E poichè c'è questo tempo di anticipo si aumenta la quota di dissipazione dell'energia nell'arco.*

Questo anticipo è precisamente necessario per opporsi all'energia transitoria di ionizzazione.

Durante il processo dell'arco c'è un continuo conflitto tra energie ionizzanti, ed energie deionizzanti. Se quelle superano queste l'arco sta acceso, e la corrente passa per lo zero ancora come in un conduttore; quando queste superano quelle l'ambiente *diviene realmente isolante;* il processo è interrotto. Non si può più dire che la corrente passa per lo zero, ma si deve dire che cade a zero tagliando bruscamente il circuito.

2. - Considerazioni teoriche sulle pressioni che si generano nell'apparecchio.

Dice il Leeds:

La subitanea decomposizione dell'olio sotto l'azione dell'arco produce effetti paragonabili alla detonazione di un esplosivo sotto l'acqua. Prendendo la condizione limite in cui, al primo istante, l'olio agisce come un recipiente rigido, che imprigioni i prodotti gassosi di decomposizione nello spazio prima occupato dall'olio, il calcolo mostra che la pressione iniziale raggiunge valori di parecchie migliaia di atmosfere.

Tuttavia l'olio ha una piccolissima compressibiltà, per cui un impulso di pressione è trasmesso alle pareti del recipiente dell'interruttore come un'onda con una fronte approssimativamente sferica, che si irradia dall'arco che ne è al centro.

Poichè la superficie della sfera cresce coi quadrati dei raggi, l'ampiezza dell'onda di pressione decresce in proporzione inversa al quadrato della distanza dell'arco. Ciò vuol dire che la pressione alle pareti del recipiente è solo una frazione della pressione della bolla gassosa: cosicchè gli sforzi in strutture a piccole dimensioni sono molto più severi che gli sforzi sulle pareti della cassa di interruttori normali.

Durante ogni mezzo periodo di durata dell'arco, sempre maggior volume di gas viene liberato, e la temperatura della bolla gassosa cresce e diminuisce colla variazione d'intensità della corrente dell'arco.

In conseguenza alla crescente onda di pressione si sovrappongono pressioni pulsanti con frequenza doppia di quella di linea: ma le loro ampiezze in corrispondenza delle pareti della cassa sono generalmente troppo piccole per essere registrate.

Sforzi addizionali nell'interruttore sono dovuti alla compressione dell'aria e dei gas nello spazio sopra il livello dell'olio, poichè una massa considerevole d'olio è rapidamente spinta in su dall'espandersi della bolla di gas.

La accensione di una miscela esplosiva di gas e aria nello spazio sopra l'olio, chiamata esplosione secondaria, è stata alcune volte una altra sorgente di pressione negli interruttori. Questa era considerata la causa degli eventi in cui avveniva la distruzione dell'interruttore: ma nelle moderne costruzioni con sfogatoi per i gas, la esplosione secondaria raramente avviene, anche quando l'arco si mantenga oltre il normale punto di interruzione, in seguito ad un processo anormale nello sviluppo dei gas.

In questa parte io mi trovo in massima in accordo col Leeds, e ricorderò più avanti quanto esponeva fin dal 1925, nel *Contributo allo studio del fenomeno dell'arco nell'olio,* e in altre pubblicazioni del Bollettino Tecnico Magrini.

Mi pare però che si debba rettificare il paragone colla detonazione di un esplosivo sott'acqua.

Se, come forse era nell'intenzione dell'autore, si tratta di ciò che avviene ad ogni singola scarica elementare, che potremmo dire «molecolare», ciò corrisponde anche alla realtà: ma se si deve prendere nel senso globale dell'intero fenomeno, il paragone andrebbe piuttosto fatto colla *accensione progressiva* di un esplosivo in un'arma da fuoco: per contenere la pressione entro determinati limiti si fa avvenire il processo di accensione con una successione di spinte, ognuna delle quali proviene da una vera esplosione.

Infatti l'arco si sviluppa da zero ad una certa lunghezza, e lo spostamento dei contatti, che lo creano, avviene con relativa lentezza.

Il fenomeno è quindi progressivo, e mentre nel caso dello scoppio istantaneo sta bene l'immagine di un unico proiettile lanciato via tutto insieme, nel fenomeno dell'arco *è una sola apparenza il formarsi di una unica bolla gassosa,* che si dilata tutta insieme, spingendo in su una massa di olio; il così detto *pistone d'olio.*

Quest'ultima ipotesi però anche il Leeds pare accetti, senza riserve, e di ciò parleremo a suo tempo.

Per quanto si riferisce alle pressioni che si generano nell'apparecchio il Leeds viene ad assegnare quattro cause:

1) La pressione ondosa dovuta alla formazione dei gas.

2) L'oscillazione della pressione, con frequenza doppia della normale di esercizio, dovuta alla variazione di temperatura dei gas, per il fatto del variare periodico dell'intensità.

3) Una pressione dovuta all'oscillazione della massa d'olio (pistone d'olio) sollevata dai gas, e contrastata dalla contropressione dell'aria del coperchio.

4) Le pressioni che possono crearsi accidentalmente per esplosioni di miscele detonanti.

Di questa quarta causa accidentale, anche il Leeds giustamente fa un solo accenno, come argomento non attinente allo studio dei fenomeni di pressione in servizio normale.

Dei fenomeni di pressione dovuti alla variazione periodica della corrente, di cui già era fatto cenno in precedenti pubblicazioni della B.B.C. non vale la pena di occuparsi, poichè, come dice anche il Leeds, non hanno sensibile ripercussione sul recipiente.

Restano le altre due manifestazioni esposte nell'articolo del Leeds con molta larghezza, e di esse conviene fare un attento esame.

a) Pressione ondosa dovuta alla formazione dei gas sotto la scarica.

Nel «Bollettino Magrini» del 1925 veniva iniziata la pubblicazione di studi fatti nel nostro Laboratorio di esperienze scientifiche, ed i diversi articoli venivano raccolti nel 1927 nel fascicolo «*Contributo allo studio della formazione dell'arco nell'olio*».

Nello studio termodinamico del fenomeno a pag. 91 dicevamo:

Formazione della bolla gassosa. — Esaminiamo ora il processo di formazione della bolla gassosa generata dalla scarica.

Nel primo istante la scarica (che va considerata come agente sul sistema molecolare dell'ambiente in cui si produce) riscalda l'olio e lo porta ad una temperatura rapidissimamente crescente, mentre, data la istantaneità del fenomeno, l'involucro di olio fa da recipiente quasi rigido, ed anche la pressione assume istantaneamente valori elevatissimi.

La scarica, che noi dobbiamo considerare come costituita da un numero grandissimo di filetti elettrici, ciascuno dei quali seguirà un fascetto di linee di forza del campo elettrico che si stabilisce nel coibente, interesserà un certo volume di olio, suddiviso in altrettanti volumi elementari.

Ogni fascetto elettrico scalda l'olio attraversato, fino a che questo raggiunge lo stato critico, dilatandosi in conseguenza a circa 1,5 volte il volume originario, cioè passando da una sferetta di diametro d ad altra di diametro $1{,}15\,d$.

In questo momento in cui la temperatura non sarà molto al di là di 500°, pari a 800 gradi assoluti, e ad una pressione che per la rapidità del fenomeno può arrivare, come vedremo, a valori elevatissimi nel primo istante, l'olio si dissolve in vapori e questi in gas ad una pressione di 3000 atmosfere, alla temperatura assoluta di 3700°, e assumendo un diametro $d_2 = 2{,}6\,d$.

Da questo punto finisce la fase che potremo assimilare alla ammissione nel cilindro di un motore termico, e si inizia la espansione. I gas così formati si dilatano in un primo tempo secondo una curva diversa dalla normale.

Consideriamo il tratto della curva fino intorno a 200 atmosfere, perchè in esso si ha una brusca diminuzione di pressione nel rapporto da 15 a 1, mentre il volume aumenta solo da 1 a poco più di 2, e il diametro della bolla da 1 a 1,3. La forza elastica in questo periodo risulta relativamente piccola: per calcolare il lavoro reso, non conoscendo la funzione $f(p, v)$ ci serviremo del calcolo grafico.

La temperatura in questo periodo scende da 3700° a 1770° assoluti, valore che corrisponde alla pressione di circa 200 atmosfere, calcolata secondo la adiabatica normale.

Da 200 atmosfere fino alla pressione atmosferica la curva per una piccolissima parte è ancora deflessa leggermente dall'adiabatica, ma

Diam. bolla d	Volume v	Temp. assol. T	Pressione p
d	$\frac{1}{1800}$	300°	1 atmosfera
$1{,}15\,d$	$\frac{1}{1200}$	800°	3000 e più
$2{,}6\,d$	$\frac{1}{100}$	3700°	3000
$3{,}5\,d$	$\frac{1}{44}$	1770°	216
$12\,d$	1	370°	1

per quello che ci interessa tale differenza è trascurabile, e considereremo nel calcolo come seguisse la legge normale, con la quale si può adoperare la formola nota che dà il lavoro prestato nella completa espansione.

La tabella a pag. 902 dà l'andamento del processo, e i dati di pressione, temperatura, volume e diametri delle bolle ad ogni tappa successiva.

Seguendo il calcolo delle varie trasformazioni si arriva ad una rappresentazione grafica, in cui si hanno le curve di variazione delle pressioni, dei volumi, dei diametri e delle temperature delle singole bolle, nonchè le pressioni riportate alla cassa per via ondosa.

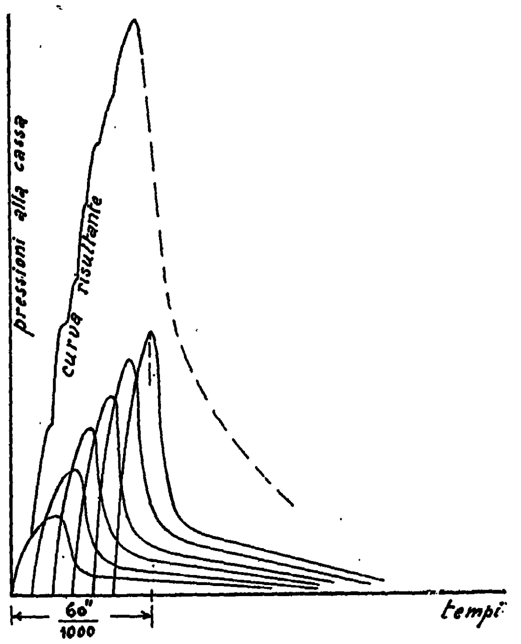


Fig. 1. — Risultante delle pressioni alla cassa delle spinte ondose successive nel periodo dell'arco.

La somma di un gran numero di curve elementari, spostate nel tempo, ed il cui valore di punta va crescendo colla distanza dei contatti fino alla rottura, fa assumere alla risultante una forma indicata nella fig. 1, simile a quella di fig. 2 riportata dal Leeds, non tenendo conto delle variazioni dovute alla pulsazione della corrente, il cui effetto sul recipiente è trascurabile.

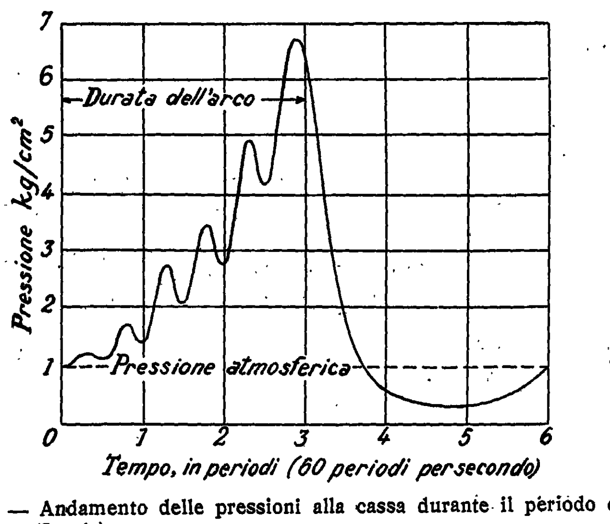


Fig. 2. — Andamento delle pressioni alla cassa durante il periodo dell'arco (Leeds).

Infine nello stesso studio ed al paragrafo « Pressioni risentite dal recipiente » è fatta una analisi della trasmissione ondosa, che corrisponde ai concetti ed ai risultati sperimentali esposti dal Leeds, e vi è indicato anche un modo di determinare graficamente, data la disposizione degli archi rispetto alla cassa, e partendo dalle energie trasportate dal movimento ondoso, arrestate ed immagazzinate dalle pareti del recipiente, gli sforzi massimi, la loro localizzazione ed il tempo di durata dell'arco, in modo da poter stabilire con giusto criterio, le dimensioni necessarie per la voluta resistenza, e la posizione delle eventuali blindature.

b) Pressione dovuta alla oscillazione della massa d'olio sollevata dai gas.

L'esposizione, fatta dal Leeds, del modo con cui verrebbe ad oscillare la massa d'olio sollevata dai gas è nuova e assai interessante.

Questa massa di olio sarebbe appunto il cosidetto *pistone d'olio*, che secondo il modo di vedere esposto nel Bollettino Svizzero fino dal 1925, doveva andare a cozzare contro il coperchio, espellendo dalle aperture di sfogo tutta l'aria del coperchio, e qualche volta sollevando anche l'interruttore dagli appoggi.

Io ho sostenuto fino dal 1925 la poca consistenza della teoria del pistone d'olio, e in ogni modo la impossibilità che esso arrivasse a battere contro il coperchio, e tanto meno potesse far sobbalzare l'apparecchio da terra.

Prima di tutto va osservato che il fenomeno della pressione ondosa non ha origini diverse da quelle del movimento dell'olio: non sono due cose distinte, ma sono manifestazioni diverse della stessa causa, in momenti diversi.

Ogni bollicina che si forma sotto l'effetto della scarica si trova istantaneamente a 4000° e 3000 atmosfere, ed irradia energia in tutti i sensi intorno a sè; ogni raggio che trasporta energia, incide contemporaneamente sulla parete, sul fondo, e sul livello libero dell'olio. Parete e fondo immagazzinano tale energia in deformazione elastica, mentre verso il coperchio il fenomeno assume due aspetti diversi e successivi.

Finchè le variazioni della pressione col tempo sono rapidissime la trasmissione ondosa fa staccare particine d'olio dalla superficie: mano mano diminuisce il rapporto $\frac{dp}{dt}$, si inizia il vero spostamento di massa, che fa posto alla dilatazione del gas.

E' come nel gioco della fila di palle da bigliardo: finchè l'urto si può ritenere istantaneo, si stacca solo l'ultima della fila: quando il colpo è lento tutta la fila si sposta nel senso del movimento.

Ammettere la teoria del pistone vuol dire dare al fenomeno un andamento regolare e tranquillo, mentre nel caso del corto circuito, e specialmente con parecchi archi parziali deve avvenire necessariamente un processo tumultuario, in cui le pressioni interne dell'olio, dei gas, e dell'aria del coperchio sono diversissime da punto a punto, e da istante ad istante, dando luogo a movimenti vorticosi, a spostamenti parziali e disordinati di masse d'olio e di gas, come in fenomeni vulcanici o nella formazione di meteore, con movimenti oscillatorii senza una vera legge.

Che dell'olio si debba spostare per lasciar posto ai gas è evidente, ma che ciò che avviene si possa paragonare al movimento di uno stantuffo tuffante, e basarsi su questo per stabilire le probabili pressioni nell'apparecchio mi è sempre parso poco accettabile.

Le prove cinematografiche fatte dalla B.B.C. per me non dicono nulla di preciso, perchè si riferiscono ad aperture di carichi così esigui, da non poter paragonarsi a ciò che può avvenire nel caso di violenti corti circuiti su grandi potenze.

Poi non danno che una forma esterna della bolla e non svelano affatto se essa è costituita di soli gas, o, come la discussione che faremo più avanti mette bene in chiaro, da un miscuglio di gas, olio e vapori d'olio.

Il Leeds a questo proposito dice:

Si ritiene che le onde di pressione siano prodotte dall'oscillazione di una considerevole massa di olio tra la bolla gassosa situata al disotto e il volume di aria al disopra.

Questo movimento del « pistone di olio » fu verificato sperimentalmente sospendendo un disco di micarta sotto la superficie dell'olio, col mezzo di uno stilo di fibra passante attraverso il coperchio dell'interruttore. Alla estremità superiore dello stilo è disposto un contatto scorrente lungo un filo di resistenza, e connesso elettricamente in modo che dall'oscillografo veniva registrato un potenziale proporzionale allo spostamento del disco. La registrazione della pressione venne fatta da un indicatore normale di macchina a gas ad alta velocità, ed anche da uno speciale misuratore telemetrico a pile di carbone: entrambi i registratori essendo connessi al fondo o vicino al fondo della cassa dell'interruttore, come mostra la fig. 3. E' evidente che vi era una oscillazione dell'olio che corrispondeva in frequenza all'onda di pressione susseguente alla estinzione dell'arco.

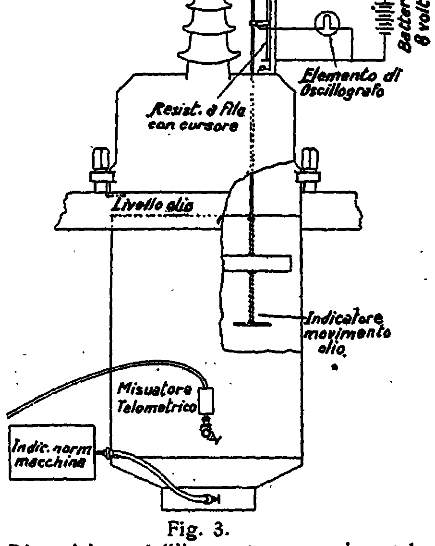


Fig. 3.
Disposizione dell'interruttore sperimentale

Considerando l'oscillazione di una determinata massa di olio fra

due volumi di gas come è indicato in fig. 4, e adoperando le dimensioni di normali interruttori in olio ed i valori dei volumi di gas e delle pressioni rilevati da esperienze eseguite di interruzione di correnti, venne calcolata la curva «pressione-tempo» in fig. 5.

Il periodo dell'onda è 0.054 secondi, corrispondente ad una frequenza di 18,5 periodi per 1'', che è in buon accordo coi valori sperimentali.

Adoperando la fig. 6 come oscillogramma rappresentativo, va notato che la pressione alla cassa era minore dell'atmosfera (trascurando il peso dell'olio) per il 60 al 70 % del periodo dell'onda di pressione (poichè il diametro della bolla espansa è dello stesso ordine del diametro del recipiente, la differenza tra la pressione del gas e della cassa in queste condizione non è molto grande).



Fig. 4.
Pistone d'olio (Leeds).

Questa bassa pressione è dovuta al rapido raffreddamento del gas, ed all'inerzia del pistone di olio, la quale lo fa salire ancora per un certo tratto, dopo che si sono annullate le forze acceleratrici. La massa in moto è finalmente fermata e la sua direzione invertita, per l'effetto combinato del parziale vuoto al disotto e della pressione dell'aria al disopra.

In luogo della usuale concezione di una bolla che si espande, e che si apre la via attraverso la superficie dell'olio, subito dopo la estinzione dell'arco, noi abbiamo così negli interruttori in olio a media ed alta velocità di interruzione, una oscillazione di una massa d'olio che continua per un considerevole numero di periodi dopo che il corto circuito è stato aperto, e che si risolve in una serie di colpi alla cassa dell'apparecchio.

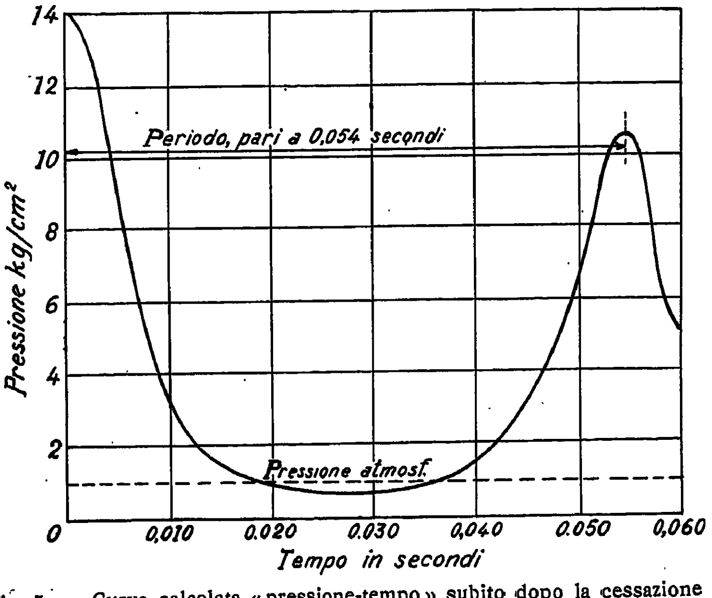


Fig. 5. — Curva calcolata «pressione-tempo» subito dopo la cessazione dell'arco (Leeds).

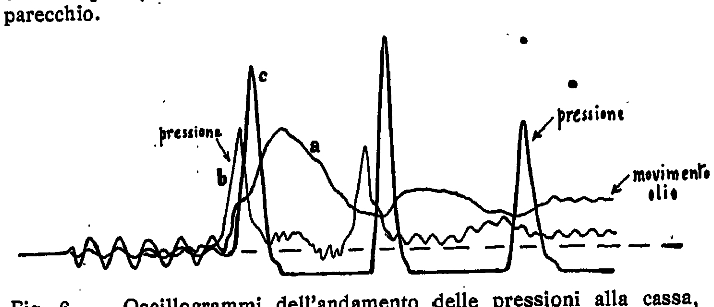


Fig. 6. — Oscillogrammi dell'andamento delle pressioni alla cassa, e del movimento dell'olio (Leeds).

La prova che il Leeds riporta per convincere della esistenza del pistone d'olio non è sufficiente, perchè il disco non dà che l'indicazione di ciò che avviene in uno spazio limitato. Bisognerebbe avere tante sezioni distinte, e registrare con altrettanti oscillografi gli spostamenti e le fasi di ogni sezione, ed allora il risultato sarebbe sicuramente molto diverso: le esperienze dovrebbero sempre essere disposte in modo da dimostrare che non può essere diverso da ciò che si vuol provare, mentre molte volte la scelta del metodo è influenzata dal pregiudizio che le cose si debbono svolgere in un dato modo.

Ma non risulta nemmeno chiaro come possa avvenire il movimento oscillatorio della massa d'olio fra le due masse gassose, dopo spento l'arco, perchè il volume dei gas d'olio, *deve poter diminuire,* se il pistone deve discendere, e ciò nelle condizioni messe dal Leeds non corrisponde alla realtà.

Per facilitare il ragionamento mettiamo dei numeri.

Chiamo V_0 il volume di aria a 273° ass. e ad una atmosfera, che si trova nel coperchio, prima del processo di apertura e sia $V_0 = 0{,}2$ m³; V_1 il volume di gas d'olio, generati durante l'apertura, alla stessa pressione e temperatura e sia:

$$V_1 = 0{,}1 \text{ m}^3.$$

Il peso di 1 m³ d'aria nelle stesse condizioni . . .	$\gamma_0 = 1{,}29$ kg
Il peso di 1 m³ di gas d'olio	$\gamma_1 = 0{,}4$ »
La costante dell'aria	$R_0 = 29{,}3$ »
La costante dei gas (media composizione)	$R_1 = 92$ »

La formola da applicare che lega la pressione, la temperatura assoluta, il peso ed il volume del gas alla costante stabilita è:

$$P \times V = G \times R \times T$$

equazione soddisfatta dai dati sopra stabiliti.

Se, come ammette il Leeds, e che io nego, la bolla rimane sempre integra, costituita dai soli gas, e separata dall'aria col pistone d'olio, queste equazioni sono applicabili senza modificazioni, perchè si considera sempre il peso $G = 0{,}26$ kg di aria e $G_1 = 0{,}04$ kg di gas d'olio, colle costanti R_0 e R_1. Ciò che varia è pressione, volume e temperatura assoluta.

Nelle diverse condizioni, note due di esse, la terza è necessariamente stabilita.

Considerando i punti estremi dell'oscillogramma delle pressioni di fig. 6 vediamo che subito prima che cessi l'arco la pressione nel punto massimo è 8 atmosfere, e nel punto minimo della prima oscillazione 0,8 atmosfere.

La temperatura massima si può ritenere:

$$T = 1500° \text{ ass.}$$

il volume è dunque dato da:

$$80.000 \times V = 0{,}04 \times 92 \times 1500$$
$$V = 0{,}07 \text{ m}^3.$$

Invece al punto di minima pressione di 0,8 atm. la temperatura, come minimo, certamente non raggiungibile, sarà 400°, ed il volume risulta:

$$8000 \times V = 0{,}04 \times 92 \times 400°$$
$$V = 0{,}18 \text{ m}^3$$

cioè il volume, anzichè diminuire, verrebbe ad essere più che raddoppiato.

Il pistone sarebbe sempre spinto in su, e la pressione dell'aria nel coperchio crescerebbe anzichè diminuire.

Infatti per l'aria del coperchio si avrebbe il seguente calcolo:

Nel primo momento, poichè si muove un volume di olio pari a quello dei gas, che abbiamo computato in 0,07 m³, il volume d'aria si riduce da 0,2 m³ a 0,13 m³; mentre la temperatura non varia sensibilmente, allora:

$$P = \frac{0{,}26 \times 29{,}3 \times 273}{0{,}13} = 16.000 \text{ kg/m}^2$$

se il volume dei gas aumentasse a 0,18 m³ anche la pressione sul coperchio salirebbe a:

$$P = \frac{0{,}26 \times 29{,}3 \times 273}{0{,}02} = 100.000 \text{ kg/m}^2$$

pari a 10 atmosfere; trascurando l'effetto dell'aumento di temperatura dovuto alla compressione.

Ciò è evidentemente assurdo.

E un eguale assurdo risulta anche da quest'altro calcolo.

Perchè il volume dei gas, per ipotesi, diminuisca, sia pure di pochissimo (poniamo il 10 %, cioè da 0,070 a 0,063) dovrebbe la temperatura assoluta scendere a:

$$8000 \times 0{,}063 = 0{,}04 \times 92 \times T$$
$$T = 135°$$

cioè la temperatura dei gas cadrebbe a

— 135° centigradi.

Siccome il fenomeno della oscillazione esiste, vuol dire che c'è qualche errore nelle basi del ragionamento.

Ed è precisamente nel fatto di ammettere:

1°) Che nessuna parte di gas sfugga dalla bolla e arrivi al coperchio, durante la formazione dell'arco.

2°) Che la bolla sia formata di soli gas.

Il prodotto:

$$G \times R$$

non può rimanere costante.

Il termine G, peso del gas, diminuisce per il primo fatto. Il termine R diminuisce perchè la costante del miscuglio cambia fortemente se ai gas si trovano uniti olio o vapori d'olio, che nella fase in cui la temperatura è di 400°-500° assoluti, possono coesistere.

In quelle condizioni il miscuglio può ancora rispondere alle leggi generali dei gas, purchè si metta una costante appropriata.

Per es. se si suppone che il 20 % di gas sfugga:

$$G = 0{,}8 \times 0{,}04 = 0{,}032$$

se

$$R = 40$$

anche quando la temperatura scenda non oltre 400° (ciò che è assai probabile perchè molte volte la temperatura finale dei gas nel coperchio è stata trovata di quell'ordine)

$$8000 \times V = 0{,}032 \times 40 \times 400$$
$$V = 0{,}064$$

ed il movimento retrogrado dell'olio, più o meno frazionato ed irregolare può realmente avvenire, e la maggior inerzia della massa urtata può più facilmente spiegare le punte brusche nella ripresa della pressione registrate dall'oscillogramma.

Ciò spiega anche come si possa nel brevissimo tempo di 0,025″ scendere da 1300° a 300°. Questo brusco abbassamento non si potrebbe mai ammettere se il raffreddamento avvenisse per solo contatto dei gas coll'olio circostante, cioè attraverso la superficie esterna della bolla.

E' facile persuadersene con un semplice calcolo:

Rifacendoci all'esempio precedente la bolla dei gas ha un volume di 70 litri: supposta di forma sferica la sua superficie esterna in contatto coll'olio è di 0,75 m^2.

Per raffreddare da 1300° a 300°, un peso di kg 0,04 di gas, il cui calore specifico fra 1000° e 100°, a volume costante, può esser valutato intorno ad 1, occorre sottrarre

$$1 \times 0{,}04 \times 1000 = 40 \text{ calorie}$$

quindi il coefficiente di trasmissione per contatto diretto fra gas ed olio circostante, attraverso un velo di vapor d'olio, riferito a grado, m^2, ed ora, dovrebbe essere, supposta una costante differenza di temperatura di 1000°, e il tempo di 0,025″

$$40 = C \times 0{,}75 \times 1000° \times \frac{0{,}025}{3600}$$
$$C = 7200 \text{ calorie-ora-grado-m}^2,$$

valore evidentemente assurdo, perchè al massimo si potrà contare, ammesse tutte le condizioni più favorevoli su 30-40 calorie-ora-grado-m^2.

Occorre dunque una superficie di contatto duecento volte maggiore, il che si può ammettere se si determina fra gas, olio o vapor d'olio una vera compenetrazione nell'ambito stesso della bolla.

Resta poi da considerare l'ultima parte del fenomeno in cui finalmente i gas residui salgono nel coperchio e si mescolano all'aria, creando, se non vi sono aperture di sfogo, una pressione risultante che è calcolabile quando si conosca la temperatura finale.

Infatti nel nostro caso, se come probabile la temperatura del miscuglio aria e gas è intorno a 373° assoluti, la pressione dell'aria, poichè il volume non può essere che quello primitivo di 0,2 m^3 sarà

$$p = 1.29 \times 29.3 \times 373 = 14.000$$

e quello dei gas

$$p = 0.4 \times 92 \times 373 = 13.000$$

$$\text{Totale } 27.000$$

pari ad 1.7 atmosfere assolute.

Da ciò riesce facile stabilire le aperture di sfogo quando si voglia contenere la pressione entro limiti determinati.

3. - Causa del sobbalzo dell'apparecchio sotto aperture di violenti corti circuiti.

Su questo argomento il Leeds ricava dalle risultanze sperimentali un modo di vedere che è in perfetto accordo con quanto io sostenevà fin dal 1925.

Dice il Leeds:

Si è creduto che l'olio potesse esercitare un'azione di maglio sullo stesso coperchio dell'interruttore.

Questa teoria fu sovente usata per spiegare il sobbalzo osservato in certi tipi di interruttori, quando si interrompono correnti molto intense. Tuttavia, recenti esperienze su interruttori di medie e grandi dimensioni, non hanno dato risultati tali da appoggiare questa teoria. Usando speciali sistemi di indicatori, si è potuto dimostrare che un interruttore comincia a sobbalzare prima che l'olio abbia avuto il tempo di arrivare al coperchio.

Un interruttore a 110 kV appoggiato al pavimento, dimostrava la stessa tendenza a sobbalzare sia che il coperchio fosse fissato oppur no. Il sobbalzo dell'apparecchio è probabilmente dovuto al rinculo della cassa e delle strutture di sopporto, susseguente all'urto prodotto sul fondo della cassa dalla spinta agente verso il basso, e causato dall'impulso di pressione proveniente dalla bolla di gas; spinta non equilibrata da egual controspinta verso l'alto. La corrispondente forza in su, è assorbita dall'accelerazione impressa alla massa mobile d'olio, invece di esercitare una pressione sul coperchio del recipiente.

Il sobbalzo viene praticamente eliminato in un interruttore a grande velocità di apertura, introducendo sotto alla superficie dell'olio un piano rigido ad una distanza, sopra la regione dell'arco, eguale alla distanza della stessa regione dal fondo della cassa, in modo da equilibrare le forze verticali.

Lo sbilancio delle forze verticali è quindi molto maggiore negli interruttori ad alta velocità, e l'apparecchio dimostra una decisa tendenza a sobbalzare.

Si cercò di arrivare verso una condizione estrema, producendo qualche cosa che potesse equivalere ad una esplosione in un interruttore in olio.

Un pezzo di filo di rame fu messo come ponte fra i contatti aperti di un polo di interruttore in olio a 37 kV, e sottoposto ad un corto circuito di 4000 A con 13.200 V. Il filo si fuse quasi istantaneamente, e il lungo arco corrispondente all'alta tensione usata, si formò in condizioni tali da liberare l'energia con una rapidità di pressione con fronte ripidissima, con valore di punta alla cassa di circa 15 atmosfere. L'interruttore fu sottoposto ad una brusca sollecitazione molto severa, sobbalzando circa 12 centimetri dal suolo.

L'esperimento giustifica dunque la conclusione che il sobbalzare di un interruttore in olio è proporzionale alla rapidità con cui cresce la pressione durante il processo di apertura.

In uno studio pubblicato nel Bollettino dell'Associazione Elettrotecnica Svizzera (5), era sostenuta la tesi del rimbalzo dovuta al colpo di maglio dell'olio.

Riporto dal nostro Bollettino del tempo il paragrafo:

Si può notare che l'olio che si trova sopra la bolla di gas (lo stantuffo di olio) viene spinto con notevole velocità contro il coperchio dell'interruttore. Se per es. l'altezza dal livello dell'olio fino al coperchio fosse di 20 cm e fosse di 0,63 sec il tempo occorrente per salire, l'olio verrebbe a cozzare con una velocità di circa 1,3 m. s. contro il coperchio. L'effetto può corrispondere a quello di un colpo di martello, che può diventar pericoloso per il coperchio.

Le parti di costruzione dell'interruttore possono smorzare l'effetto del colpo, però possono anche rinforzarlo eventualmente per fenomeni oscillatori e di riflessione.

Il cozzo dell'olio ci spiega senz'altro il salto che talvolta fa l'interruttore dal suolo nel caso di grandi corti circuiti, e può anche venir calcolato: in prove appositamente fatte con energie di circa 50.000 kVA, si hanno avuto risultati corrispondenti con l'osservazione pratica.

Nell'articolo del Bollettino Magrini nel dicembre 1925, confutando le teorie svizzere noi dicevamo su questo argomento:

Vogliamo infine rilevare come non sia esatta l'interpretazione del fenomeno, rilevato talvolta nell'apertura di forti carichi, e riguardante il rimbalzo dell'apparecchio dal suolo.

L'Autore dello studio in esame trova in questo fenomeno la conferma della sua ipotesi del cozzo che la massa d'olio spinta dall'enorme volume di gas generati dà al coperchio.

Meccanicamente la spiegazione non regge, perchè essendo la causa dell'urto contro il coperchio una forza sviluppata nell'interno di un sistema, e agente in tutti i versi, e potendosi ritenere l'insieme del recipiente chiuso quasi rigido, il sistema stesso non può avere forze risultanti esterne.

Invece, secondo noi il salto elastico è precisamente la prova che l'olio non va a cozzare contro il coperchio, perchè ci troviamo nelle condizioni di un fluido contenuto in un recipiente, in cui una parete ceda alla pressione interna (nel nostro caso la superficie libera dell'olio). Il movimento del fluido nel senso a lui concesso, genera per reazione una forza che è libera di agire contro la parete fissa (fondo della cassa). Questa forza cerca di far muovere la parete stessa nel senso opposto a quello del movimento del fluido. L'apparecchio trovandosi impedito il movimento di rinculo dal proprio appoggio, viene spinto in su dalla reazione elastica fra l'ostacolo ed il fondo della cassa.

Evidentemente il calcolo numerico, come problema di meccanica dà gli stessi risultati per le due interpretazioni del fenomeno, perchè in ogni caso la forza motrice che produce il salto proviene dalla forza elastica dei gas, esso non è dunque una riprova della esattezza della deduzione.

Il nostro ragionamento ripete quasi con le stesse parole la spiegazione data dal Leeds, e di cui egli dimostra sperimentalmente la fondatezza.

4. - Considerazioni generali.

Vogliamo da ultimo fare qualche considerazione di ordine generale, da cui risulti la necessità assoluta di arrivare ad una chiara base teorica del problema, per rendere più utile l'enorme patrimonio di ricerche e prove sperimentali fatte da una vera folla di studiosi: esperienze che se coordinate avrebbero dovuto illuminare assai più il processo.

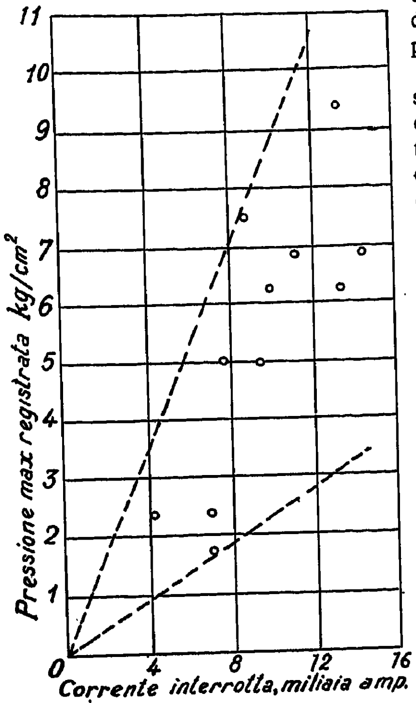


Fig. 7. — La pressione in funzione della corrente interrotta.

Tutti gli sperimentatori senza eccezione, si occupino di pressioni, volumi di gas, temperature, sforzi meccanici, energia sviluppata, lunghezze o durate dell'arco, lamentano il fatto che, a parità di tutte le circostanze, le prove presentano differenze grandissime una dall'altra, per cui l'accontentarsi di medie è assolutamente pericoloso.

Anche in questa serie di esperienze il Leeds ripete:

Dai risultati di numerose prove di corti circuiti interrompenti 4000 a 15.000 A a 13.000 V su un solo polo di interruttore in olio di tipo normale, che aveva una abbastanza alta velocità di apertura, sono emerse parecchie conclusioni interessanti.

In primo luogo, la fig. 7 *indica un grande divario fra le pressioni massime registrate per un determinato valore della corrente interrotta, illustrando il fatto, che gli sforzi in ogni prova che si verificano in un interruttore in olio variano entro limiti molto grandi per ripetute prove fatte sotto condizioni praticamente identiche.*

Il grafico della pressione massima come funzione dell'energia liberata dall'arco durante il processo di interruzione, fig. 8, rivela a sua volta grandi variazioni della pressione per una data quantità totale di energia d'arco.

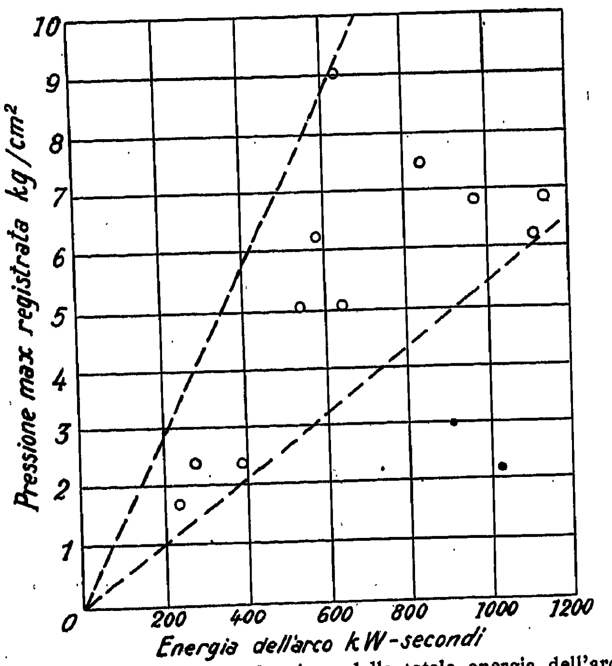


Fig. 8. — La pressione in funzione della totale energia dell'arco.

Non ci pare possibile che un elemento disturbatore, che si ripete così tenacemente, ed in modo davvero esasperante, per chi ricerca una legge, non debba avere una origine definita e definibile, e che di esso non possa venir data una spiegazione soddisfacente.

La mia convinzione già tante volte esposta è che la ragione delle lamentate irregolarità nei risultati di prove in condizioni sostanzialmente identiche, sta nel fatto che il distacco dei contatti avviene a momenti diversi della curva naturale della corrente di corto circuito. Varrebbe la pena, per chi ne ha i mezzi, di istituire una serie di esperienze che permetta di confermare o smentire definitivamente la influenza di questo fatto.

Faccio poi mia l'altra affermazione del Leeds dove dice:

Pare però necessario di avere una conveniente spiegazione di come la pressione può variare durante il fenomeno, se si vuole che il disegno degli interruttori in olio non si appoggi su basi puramente empiriche.

Questo nel 1931, mentre da troppe parti si proclama la sicurezza di poter fornire apparecchi su cui fare il più completo affidamento, e quella affermazione il Leeds fa proprio a riguardo delle pressioni, che in fatto di sicurezza di esercizio, rappresentano certo la questione più scottante. Questo conferma che le attuali teorie non sono in grado di dare una spiegazione sicura e tale che su di essa si possa istituire un calcolo serio dell'apparecchio.

In conseguenza dove è possibile fare prove di tipo in tale numero e con tali carichi da ritenere raggiunti i massimi assoluti, e da rendere non necessario il calcolo, questa fiducia può essere data; ma dove al disegno ed alla costruzione non provvedano che intuizioni, od imitazioni od extrapolazioni, più o meno arbitrarie, pare che l'esercente dovrebbe andar molto guardingo nell'accordare il proprio favore, specialmente quando sono in gioco gli interessi di servizi di grande importanza.

BIBLIOGRAFIA.

1) W. M. Leeds. — The Electric Journal, marzo 1931, pag. 152: Pressure phenomena in oil Breakers.
2) Rüdenberg. — Elektrische Schaltvorgänge und verwandte Störüngererscheinungen in Starkstromanlagen. Berlin Verlag von Julius Springer.
3) Slepian. — Discussion of Paper «Extinction of a long A. C. arc: Electric Journal Westinghouse Electric e Co.
4) *Bollettino dell'Associazione Elettrotecnica Svizzera.* — Die theoretischen und praktischen Grundlagen für den Bau, di Wahl und den Betrieb von Oelsohaltern., 1925.
5) *Bollettino Tecnico Magrini*, vol. 1°, n. 6, dicembre 1925.
6) Luigi Magrini. — Contributo allo studio della formazione dell'arco nell'olio; estratto dal Bollettino Tecnico Magrini.
7) L. Magrini. — Esame critico delle Norme del Verband Deutscher Elektrotechniker sugli interruttori in olio. Estratto dal Bollettino Tecnico Magrini.

SUNTI E SOMMARI

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

J. H. Ashbaugh — **Regolazione automatica di velocità.** (Elec. Eng., maggio 1931, pag. 363-364, 2 figure).

Viene descritto un apparecchio studiato per assicurare automaticamente la regolazione della velocità di motori a corrente continua, mantenendone costante il numero dei giri anche nel caso di carico soggetto a grandi variazioni. L'apparecchio utilizza le proprietà ben note delle resistenze a carbone che hanno il pregio di essere semplici e robuste. Esso consiste di una parte meccanica e di una elettrica. Quella meccanica è essenzialmente un differenziale e consiste in una vite, un dado, un morsetto e un sistema di leve. Un motorino sincrono comanda col suo asse, cavo, la vite; nell'asse cavo passa un alberino connesso, ad una estremità, al dado del differenziale, e all'altro estremo, a una puleggia conica la quale a sua volta è comandata, con una cinghia, dal motore principale che si vuol regolare. Ogni spostamento angolare fra i due motori viene ad essere trasmesso al dispositivo elettrico dell'apparecchio producendo una variazione di pressione sulla resistenza a carbone che è inserita nel circuito di eccitazione del motore principale.

Col dispositivo in parola, il motore a corrente continua assume caratteristiche di funzionamento simili a quelle di un motore sincrono. Come esempio, un motore da 110 kW, a 900 giri riprese la velocità normale tre minuti secondi dopo l'applicazione di un sovraccarico del 100 %. *R. S. N.*

C. E. R. Bruce — **La ripartizione dell'energia liberata in un interruttore in olio e il calcolo della temperatura dell'arco.** (J. I. E. E.. Londra, maggio 1931, pag. 557-582 e discussione fino a pag. 590, 7 figure).

L'energia che si libera durante l'apertura sotto carico di un interruttore in olio si può considerare così ripartita:

1) energia dispersa ai contatti per conduzione metallica e per fusione del metallo; 2) energia assorbita dall'olio per riscaldamento e decomposizione; 3) energia di dissociazione dell'idrogeno formato; 4) energia consumata per far espandere e portare i prodotti della decomposizione alla temperatura dell'arco; 5) energia irradiata dall'arco. La 1) e la 5) si possono determinare sperimentalmente, la 2) si calcola, e per differenza dall'energia totale si deduce la 3) e la 4). La caduta di tensione che si verifica sui contatti di rame è risultata compresa fra 20 e 35 volt, in media di 30 volt; questo valore concorda con quelli ottenuti da altri sperimentatori, l'energia corrispondente si ottiene moltiplicando per 30 il prodotto della corrente media nell'arco per la sua durata. L'olio che si consuma durante un arco

si può ritenere da 0,67 a 0,77 gr per 1.000 cm³ di gas prodotti; il suo calore specifico è di 2,7 joule per gr e per °C, mentre il calore di evaporazione è di 217 joule/gr e la temperatura di ebollizione di 385 °C. L'energia necessaria per produrre i 1.000 cm³ di gas partendo dall'olio già evaporato è di 4320 joule supponendo che la composizione del gas sia la seguente: 69 % di metano, 23 % di acetilene, 5 % di metano e 3 % di etilene. Infine si devono aggiungere 246 joule per tenere conto del lavoro di espansione che accompagna la formazione dei 1.000 cm³ di gas. Il lavoro di dissociazione dell'idrogeno dipende dalla temperatura dell'arco: a 2.000° C si dissocia il 0,122 % dell'idrogeno presente, a 3.000° C se ne dissocia il 9 % ed a 4.000° C il 62 %; in media si può ritenere che la dissociazione dell'H assorba dal 5 al 10 % dell'energia totale liberata dall'arco. L'energia consumata per irraggiamento diretto si può calcolare come per 1) tenendo conto di una caduta di tensione di 8 volt per cm di lunghezza dell'arco.

L'energia assorbita dai gas per elevare la loro temperatura fino a quella dell'arco si può ora dedurre per differenza dall'energia totale; questo dato permette di calcolare la temperatura dell'arco in base alla conoscenza della composizione chimica dei gas e del loro calore specifico (deducibile da apposite curve riportate dall'A. nel suo studio). Più semplicemente si può determinare la temperatura finale dell'arco tenendo conto soltanto dell'idrogeno e del carbonio liberati durante l'arco. I valori della temperatura finale ottenuti seguendo queste due vie non sono molto diversi; come media di numerose prove eseguite su di un'interruttore in olio aperto con contatti di rame si sono ottenuti i seguenti valori della percentuale di ogni singola perdita e della temperatura finale dell'arco. In questa tabella come nelle successive con la lettera A si indica il caso della formazione di H e di C soltanto e con B quello della formazione di un miscuglio avente la composizione media già riportata più sopra.

	1)	2)	3)	4)	5)	T
A	13,8 %	19,4 %	10,2 %	44,8 %	11,8 %	3.000° K
B	13,8 »	30,2 »	3,6 »	40,6 »	11,8 »	2.780° »

Da misure eseguite direttamente anche da altri sperimentatori sembra che la temperatura assoluta dell'arco sia maggiore di 3.000° e forse anche di 3.500° a seconda dei punti nei quali viene misurata, della quantità dei gas prodotti, della rapidità dell'interruzione e della natura degli elettrodi. Le stesse prove sono state ripetute su un interruttore in olio aperto con contatti di alluminio ottenendo i seguenti risultati:

	1)	2)	3)	4)	5)	T
A	8,8 %	20,9 %	8,4 %	44,9 %	17,0 %	2.720° K
B	8,8 »	29,6 »	3,5 »	41,1 »	17,0 »	2.480° »

La temperatura assoluta dell'arco coi contatti d'alluminio appare leggermente minore e in media si aggira sui 2600°. Un'altra serie di prove è stata infine eseguita su di un interrutore chiuso con un volume di aria sotto il coperchio variabile da 200 a 5.000 cm³ e con correnti comprese fra 270 e 500 ampere; l'olio durante l'interruzione aumenta di pressione e rimane perciò più vicino agli elettrodi, il volume dei gas prodotti diventa maggiore ma in compenso la temperatura dell'arco è minore. I risultati delle prove con elettrodi di rame sono i seguenti:

	1)	2)	3)	4)	5)	6)
A	7,3 %	38,0 %	2,6 %	41,2 %	10,9 %	2.360° K
B	7,3 »	35,7 »	2,6 »	43,5 »	10,9 »	2.570° »

La durata dell'arco in tutte queste prove dedotta dai rilievi fatti con l'oscillografo è risultata compresa fra: 0,137 e 0,014 secondi.

I. L.

APPLICAZIONI TERMICHE.

Il rivestimento degli elettrodi e la struttura delle saldature. (Arcos, marzo 1931, pagg. 459-467, con 10 figure).

Collo svilupparsi delle costruzioni saldate si è andata intensificando la discussione sul valore relativo degli elettrodi nudi e di quelli rivestiti. Sono state eseguite accurate esperienze di confronto che vengono riportate nell'articolo: sia le prove a flessioni alternative, sia quelle ai colpi ripetuti hanno dimostrato una netta superiorità delle saldature ottenute con elettrodi rivestiti. Sembra accertato che le saldature con elettrodi nudi hanno un carattere di metallo fragile, mentre quelle ottenute con elettrodi rivestiti si accostano molto alle caratteristiche di un buon metallo ordinario da costruzione.

Anche l'esame micrografico rivela nelle saldature a elettrodi nudi una struttura analoga a quelle di un metallo di fusione con un brusco passaggio fra il pezzo originario e la saldatura. Al contrario le saldature ottenute con elettrodi opportunamente rivestiti rivelano una struttura molto omogenea e assai simile a quella del pezzo originario.

Recenti ricerche eseguite col metodo di diffrazione dei raggi X hanno rivelato nella saldatura con elettrodi nudi l'esistenza di tensioni intermolecolari, delle quali sono invece esenti le saldature ottenute con elettrodi opportunamente rivestiti. Una prova interessante è quella del confronto di forgiabilità che si può eseguire deponendo su un pezzo di lamiera due cordoni paralleli di saldatura ottenuti rispettivamente con elettrodi nudi e rivestiti; il tutto viene portato al rosso vivo e piegato perpendicolarmente ai due cordoni; in generale si constata una rottura del cordone ottenuto con elettrodi nudi.

La spiegazione di questi fenomeni si trova nel comportamento relativo dell'arco, in quanto il rivestimento opportunamente eseguito influisce in senso favorevole sia chimicamente proteggendo l'arco, sia elettricamente rendendolo più regolare, sia termicamente riducendo le perdite di calore per radiazione. Inoltre il rivestimento sembra avere un'azione efficace nel guidare la corrente di gas caldi che contribuiscono a proiettare le gocce fuse dell'elettrodo sul pezzo.

Ri.

APPLICAZIONI VARIE.

S. Hopfenwieser — **Modernizzazione di una fabbrica di cemento.** (Revue B. B., N: 3, marzo 1931, pag. 115-119, 11 figure).

L'A. mette in particolare evidenza l'impiego dei motori elettrici e l'importanza della giusta scelta di essi per migliorare le condizioni di esercizio in una moderna fabbrica di cemento. Le considerazioni si riferiscono più propriamente, alla fabbrica Henning della S. A. des Ciments Portland de Lorraine, Strasbourg, nella quale è stata fatta una radicale trasformazione degli impianti per aumentarne la capacità di produzione e migliorare il rendimento nella produzione stessa.

Gli impianti elettrici della fabbrica sono alimentati da una centrale termica, nella quale è installato un gruppo turboalternatore da 2000 kVA, 550 V, 50 per/sec. I motori impiegati sono 138 ed hanno una potenza complessiva di 6650 kW. Dove è stato possibile farlo, i motori sono stati accoppiati direttamente alle macchine da comandare, oppure ai loro ingranaggi, allo scopo di ridurre al minimo le perdite di trasmissione e di rendere le macchine più accessibili. Tutti i motori sono stati equipaggiati con cassetta di comando munita di relais termici. Questa protezione si è mostrata quanto mai opportuna in una fabbrica di cemento, dove i motori vanno soggetti a frequenti variazioni di carico ed a sovraccarichi inevitabili.

La descrizione dell'A. è ampiamente illustrata da fotografie che rappresentano le più interessanti particolarità dei comandi elettrici.

V. D. Ma.

R. F. Emerson — **L'uso della corrente alternata nelle operazioni di carico e scarico del carbone.** Parte III. (Gen. Elec. Rev., maggio 1931, pag. 316-327).

I trasportatori sono di sei tipi: a cinghia, a secchie, a casse, a pale, a vite ed a scotimento. Tutti questi tipi trovano impiego per il trasporto del carbone.

I motori a corrente alternata, che si possono utilizzare per questi apparecchi, sono: il motore a induzione ad anelli o in corto circuito di tipo normale, il motore a induzione con forte resistenza di indotto, il motore a doppia gabbia. Il carico è generalmente forte all'avviamento, ed il funzionamento è continuo con carico costante. I motori ad anelli presentano l'inconveniente della presenza delle spazzole, che obbligano ad una costosa manutenzione; essi inoltre presentano un rendimento ed un fattore di potenza minore, consentono però di realizzare un avviamento dolce e di evitare scosse. I motori in corto circuito normali hanno l'inconveniente di una bassa coppia di spunto, quelli a forte resistenza d'indotto hanno un forte scorrimento ed un basso rendimento, mentre il motore a doppia gabbia accoppia la elevata coppia di spunto alle buone caratteristiche di funzionamento. E' preferibile usare questi ultimi motori anzichè un motore normale più potente. Nel caso di motori chiusi invece la coppia di spunto è generalmente sufficiente.

Per i trasportatori a due velocità si usano motori con cambiamento del numero dei poli o due motori separati, quando il funzionamento a velocità ridotta avvenga per un tempo piuttosto lungo, e ciò allo scopo di avere un miglior rendimento e migliori caratteristiche di funzionamento, mentre, quando il funzionamento a velocità ridotta ha solo carattere eccezionale, si riduce la velocità del motore mediante l'inserzione di reostato di regolazione.

Altre macchine occorrenti nella manipolazione del carbone sono i disintegratori e i polverizzatori. Si hanno diversi tipi, ma tutti presentano le seguenti caratteristiche: fortissima coppia di spunto dovuta all'attrito ed all'inerzia del sistema; funzionamento continuato a velocità costante ed a carico leggermente oscillante; possibilità di forti punte dovute alla presenza di rottami di ferro; marcia in un sol senso. Si usano motori asincroni in corto circuito, e a anelli, motori sincroni e super-sincroni. I motori asincroni in corto circuito debbono essere previsti per una durata di avviamento molto forte e offrono il vantaggio, comune ai motori ad anelli, dello scorrimento, che permette all'inerzia del sistema di intervenire per aiutare a superare le punte dovute alla presenza di rottami di ferro. I motori sincroni hanno l'inconveniente della necessità di usare l'eccitatrice provvista di collettore facile a logorarsi nell'atmosfera impregnata di polvere

di carbone, a meno che il motore non si trovi in un locale separato, e della costanza della velocità, che obbliga la linea di alimentazione a sopperire da sola alle punte di carico. Eguali sono le caratteristiche dei motori super-sincroni. *C. G. E.* (*)

CONDUTTURE.

S. MURRAY JONES — **Gli isolatori per nebbia.** (E. W., 20 dicembre 1930, pagg. 1139-1141).

La formazione di archi sulle linee che attraversano zone nebbiose, soprattutto per nebbie saline, è dovuta, più che alla nebbia stessa, ai depositi di polvere igroscopici e porosi che facilitano la condensazione. In tali casi l'elemento tipico da prendersi in considerazone nell'isolatore è la resistenza superficiale e l'A. indica il modo di condurre la determinazione delle traiettorie resistenti nei tipi comuni di cappe. Nel caso di catene di isolatori, occorre pure mettere in calcolo la distanza tra centro e centro dei vari elementi. Stabilito il principio di evitare per quanto è possibile, gli angoli acuti nelle sagome degli isolatori, si può ottenere una buona protezione contro la nebbia usando due isolatori fissi in serie oppure costituendo le catene a sospensione di elementi del tipo fisso. Notevole importanza riveste la questione della pulitura che può essere fatta con linea in tensione mediante getti a pressione di acqua ad elevata resistenza elettrica. Ma meglio è periodicamente procedere ad una pulitura diretta per strofinamento, dopo aver staccato naturalmente la linea della rete. *G. Cc.*

C. G. SMAIL, R. J. BROOKSBANK, W. M. THORNTON — **La resistenza elettrica dei veli liquidi deposti sulle superficie vetrificate.** (J. I. E. E. Londra, marzo 1931, pagg. 427-436, con 15 figure).

Sulla superficie degli isolatori esposti all'aria umida si depongono degli strati sottilissimi di acqua di spessore compreso fra 1/100 e 1/10 di micron, tanto aderenti da far ritenere che fra le molecole di acqua e quelle del vetro avvengano delle vere reazioni chimiche (soluzione dei composti alcalini del vetro nell'acqua); un fenomeno analogo si presenta anche alla superficie degli isolatori di quarzo puro mentre è praticamente trascurabile se la superficie è coperta con paraffina. Sembra che la tensione di vapore di questi veli liquidi sia molto minore e la tensione superficiale maggiore dei valori che si riscontrano nell'acqua in condizioni normali. Gli AA. hanno studiato un apparecchio speciale per misurare la resistenza dei veli superficiali su isolatori cilindrici; sull'isolatore si dispongono 3 anelli metallici equidistanti; quelli esterni sono collegati insieme ad un polo di una batteria di pile e l'anello intermedio ad una coppia di quadranti dell'elettrometro di Dolezalek. L'ago mobile di questo tende a raggiungere la posizione corrispondente alla tensione applicata agli anelli esterni impiegando però un certo tempo proporzionale alla capacità dell'elettrometro; si può dedurre la resistenza del velo liquido esistente fra gli elettrodi dalla conoscenza delle seguenti grandezze: tempo impiegato dall'indice per spostarsi di 1 mm sulla scala, capacità e costante dell'elettrometro, valore della tensione applicata agli elettrodi esterni. L'isolatore cilindrico presentava un foro assiale atto a riscaldarlo ed a sopraelevare la sua temperatura superficiale rispetto all'ambiente circostante; l'isolatore era chiuso in un recipiente saturo di umidità ed a temperatura costante. Dalla resistenza così misurata è poi facile dedurre il valore della resistività riferita al cm^2 di superficie.

Se si diminuisce la temperatura superficiale di un isolatore di quarzo anche la resistività superficiale diminuisce fino a raggiungere il minimo quando si uguaglia la temperatura dell'ambiente circostante, se ora si raffredda ulteriormente l'isolatore la resistività superficiale torna ad aumentare fin quasi al doppio e l'acqua si condensa con maggiore abbondanza sull'isolatore. A questo punto il velo liquido si rompe in tante goccioline specialmente nei punti della superficie che presentano delle rigature; il diametro delle goccioline determinato al microscopio è risultato di 0,7 micron, la teoria assegnerebbe alle goccioline un diametro minimo di almeno 6 volte lo spessore dello strato originario. Il valore minimo della resistività superficiale che si verifica al punto di condensazione è indipendente dalla temperatura di condensazione ed è di circa $10^{11,5}$ ohm/cm^2 quando l'ambiente è saturo di umidità; il valore massimo è di 10^{15} ohm/cm^2 e si verifica quando la superficie dell'isolatore si trova ad una temperatura di circa 9° C maggiore di quella dell'ambiente. Oltre questo limite il velo liquido scompare e la resistenza superficiale non è più misurabile. La resistività superficiale alla temperatura T è valutabile con la seguente formula:

$$\log \rho = 11{,}4 + 0{,}4\,(T - T_c)$$

dove T_c è la temperatura di condensazione.

Se l'umidità relativa dell'aria è minore del 100 % la resistenza superficiale aumenta e può diventare anche di 10^{16} ohm/cm^2 quando l'umidità relativa è del 40 %. Più complesso è il fenomeno nel caso che si diminuisca la pressione dell'aria attorno all'isolatore; lo spessore del velo liquido diminuisce sensibilmente e la resistività quindi aumenta fino ad un massimo oltre il quale torna a diminuire. Il valore della pressione a cui si verifica questo massimo è minore quando la umidità relativa scende a meno del 100 % senza peraltro diventare mai minore di 250 mm di mercurio.

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

Le scariche superficiali degli isolatori a catena che si verificano specialmente con tempo umido in seguito a variazioni brusche della temperatura sono spiegabili con la presenza di questi veli d'acqua superficiali invisibili che preludono alla condensazione in forma visibile del vapore d'acqua contenuto nell'atmosfera; la presenza di sale polverizzato nell'aria rende più conduttori i veli liquidi superficiali come è stato verificato sulle linee aeree in riva al mare. *I. L.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

C. A. SABBAH — **Convertitori statici di tipo serie-parallelo.** Parte I. (Gen. Elec. Rev., maggio 1931, pag. 287-301).

Il venir meno dell'azione valvolare in un raddrizzatore è analogo a quanto si verifica in un tubo a vuoto nel passaggio dalla scarica luminescente alla scarica ad arco; il fenomeno dà luogo, in ambedue i casi, ad una enorme corrente di corto circuito interno.

L'A. indica quali sono i percorsi seguiti da questa corrente e mostra come sarebbe conveniente che su essi venissero inserite forti impedenze per limitare la corrente stessa. Coi comuni circuiti però tali impedenze farebbero sentire la loro azione anche nel funzionamento normale, e perciò ne risulterebbe una pessima curva di regolazione. Partendo invece da uno dei comuni circuiti muniti di filtri per l'assorbimento delle armoniche pericolose per le interferenze telefoniche, si possono realizzare degli schemi, nei quali alla corrente dovuta all'eventuale mancata azione valvolare, viene offerta una rilevante impedenza, mentre il circuito presenta una specie di risonanza per le correnti normali o, per così dire, positive. Daltra parte le bobine di reattanza ed i condensatori richiesti non sono più dispendiosi di quelli usati per i comuni filtri. Viene quindi descritto ed analizzato il funzionamento di quattro circuiti così costituiti.

L'efficacia dei circuiti descritti è confermata da esperimenti in cui i raddrizzatori vennero sottoposti senza inconvenienti a tensioni parecchie volte superiori a quelle che abitualmente avrebbero potuto sopportare (per es. 500 volt invece di 220 volt garantiti).

Aggiungendo le griglie ai raddrizzatori e qualche opportuno condensatore ai circuiti, questi ultimi possono essere usati per la conversione di corrente continua in alternata, purchè si fissi opportunamente la fase dell'eccitazione delle griglie. Se convenientemente proporzionati, i circuiti così ottenuti hanno alcuni punti di vantaggio sui comuni tipi già usati per conversione della corrente continua in alternata, specialmente per quel che riguarda il tempo necessario per la deionizzazione dopo che uno degli anodi ha cessato di lavorare; anche questi risultati teorici sono confermati da vari oscillogrammi ottenuti da prove effettive.

Inoltre risulta analiticamente, ed è confermato anche dalla pratica, che si può variare la tensione alternata tra un valore metà e un valore doppio di quello della tensione continua e si può variare la frequenza della prima entro larghi limiti cambiando soltanto le costanti dei circuiti di alimentazione delle griglie.

L'A. dà quindi alcuni criteri generali da tenere presenti nel progetto dei circuiti raddrizzati del tipo descritto e fa seguire in appendice un'analisi matematica generale dei circuiti stessi, mostrando come si possono determinare i valori delle varie parti e delle costanti dei circuiti. *C. G. E.*

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

GAEBELEIN — **Rilievi tecnici sui piccoli motori elettrici.** (E. u. M., N. 10, 8 marzo 1931, pag. 185-187, 5 figure).

Le considerazioni si riferiscono ai motori piccolissimi, di potenza non superiore a 736 W, che trovano impiego nell'economia domestica oppure sono applicati al comando di ventilatori, macchine da cucire, autopompe, ecc. Si tratta di motori che, privi di supporti e di scudi-supporto, formano un complesso unico con la macchina comandata, oppure di motori con scudo supporto a flangia, direttamente avvitato alla macchina stessa. A seconda dell'energia disponibile si possono costruire tali motori per corrente continua od alternata, oppure adatti contemporaneamente per corrente continua o monofase. I vari tipi di motori impiegati presentano delle singolarità che li caratterizzano e che delimitano il campo di applicazione di essi:

1. - *Motore a corrente continua in serie.* — La velocità di questi motori cresce col diminuire del carico e può raggiungere valori eccessivi quando il motore si scarica completamente. Sono quindi opportuni dei dispositivi di sicurezza per evitare le conseguenze di una velocità troppo elevata. I motori sono adatti per il comando di macchine che devono essere avviate a pieno carico avendo una coppia di spunto doppia di quella normale.

2. - *Motore a corrente continua in derivazione.* — A parità di tensione di alimentazione, la velocità del motore si mantiene pressochè costante. Essa vi può tuttavia regolare entro certi limiti agendo sul campo oppure inserendo una resistenza sul circuito d'indotto. La coppia di spunto raggiunge 1,8 volte quella normale e rende il motore adatto al comando di macchine che devono essere avviate a pieno carico.

3. - *Motore trifase.* — I motori di questo tipo hanno il rotore in corto circuito e presentano i pregi di un piccolo costo, di una grande sicurezza di esercizio e di una manutenzione minima. La loro velo-

cità è costante e non può essere regolata. La coppia di avviamento eguaglia il doppio di quella normale.

4. - *Motore monofase ad induzione.* — Anche questi motori hanno il rotore in corto circuito e non ammettono regolazione della tensione. Non sono adatti che per avviamento a vuoto oppure a carico molto basso, avendo una coppia di spunto eguale a circa 3/4 di quella normale. Per l'avviamento viene utilizzato un avvolgimento ausiliario dello statore, che viene disinserito quando il motore ha raggiunto la sua velocità normale.

5. - *Motore monofase ad induzione per auto-avviamento.* — Per l'avviamento dei motori di questo tipo si utilizza una gabbia dello statore; sono superflui altri mezzi ausiliari. La coppia di avviamento è eguale ai 3/5 di quella normale; la velocità si può regolare entro un campo ristretto. Questi motori sono eseguiti soltanto per piccolissime potenze.

6. - *Motore monofase a repulsione.* — I motori hanno un collettore con due spazzole. La velocità varia col carico ed, a parità di carico, essa è in funzione della frequenza della rete e del numero dei poli. La coppia d'avviamento eguaglia 2,5 volte quella normale; tali motori sono quindi adatti per avviamento a pieno carico. Essi non sono sovraccaricabili.

7. - *Motori universali.* — Sono egualmente adatti per alimentazione con corrente continua oppure con corrente alternata e sono costruiti come un motore a corrente continua eccitato in serie. La loro velocità cresce col diminuire del carico e può raggiungere valori pericolosi quando il carico viene a mancare. La coppia di spunto varia da 1 a 2 volte quella normale e con alimentazione a corrente alternata è più piccola di quella che si ha alimentando con corrente continua. Essi sono adatti per il comando di macchine da avviare a pieno carico.

8. - *Motore sincrono per avviamento in asincrono.* — Questi motori si possono avviare con corrente trifase o monofase ed hanno l'indotto in corto circuito. Sono adatti per il comando di macchine che devono funzionare a velocità costante ed ammettono una coppia di spunto eguale a quella normale se sono trifasi, eguale a 1/3 di quella normale se sono monofasi.

L'A. si sofferma su alcuni criteri che vanno tenuti presenti nella scelta dei piccoli motori e che si riferiscono alla giusta scelta della potenza effettiva in relazione al servizio continuo od intermittente ed alla giusta valutazione delle sollecitazioni cui possono andar soggetti i motori. *V. D. Ma.*

J. P. Foltz - W. F. Shirk — **Rumori prodotti dai regolatori a induzione.** (Elec. Eng., maggio 1931, pagg. 352-354, con 3 figure).

L'esperienza acquisita da tempo sui piccoli regolatori a induzione ha dimostrato che soddisfacenti risultati circa la diminuzione dei disturbi sonori prodotti da tali macchine possono essere ottenuti mediante una accurata costruzione dei supporti e una esatta centratura delle parti ruotanti. Nelle macchine più grandi questi accorgimenti meccanici non sono più sufficienti. I rumori che si producono nei regolatori a induzione possono classificarsi in tre categorie: 1) vibrazioni causate da forze radiali prodotte dal flusso magnetico nell'interferro, le quali (in un regolatore a due poli) producono una deformazione elittica dello statore; tali vibrazioni vengono trasmesse, attraverso l'olio, al cassone; 2) vibrazioni derivanti da non perfetta centratura del rotore rispetto allo statore, ciò che fa vibrare il rotore e lo statore analogamente a travi appoggiate agli estremi e caricate da forze normali; 3) vibrazioni torsionali.

I rumori più importanti derivano, nei grandi regolatori, dalla causa 1); esistono formule matematiche che, sulla base di semplici ipotesi, permettono, in sede di progetto, di prevedere l'ampiezza delle vibrazioni che assumerà lo statore della macchina in servizio; esse possono essere ridotte rendendo più rigido lo statore. Nel caso di eccentricità del rotore, le forze prodotte su di esso dal campo magnetico non si equilibrano più e il rotore si inflette dalla parte dell'intraferro più piccolo; si generano vibrazioni di frequenza doppia della tensione applicata e esse si trasmettono al coperchio e al cassone. Le vibrazioni torsionali possono produrre disturbi sonori specialmente nella vite e nei segmenti che possono dar luogo a vibrazioni di alta frequenza: vi si rimedia con collegamenti elastici fra rotore e segmenti o fra la vite e il coperchio. Anche un accurato studio del cassone può giovare, per eliminare eventuali casi di risonanza: lo studio analitico è però praticamente impossibile quando esistono i tubi di raffreddamento che complicano il sistema meccanico. *R. S. N.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

K. Hessenberg — **Sull'impiego delle componenti simmetriche e degli schemi equivalenti nel calcolo delle perturbazioni nelle reti trifasi.** (E. u. M., N. 15-16, 12-12 aprile 1931, pag. 273-276, 299-304, 7 figure).

Il metodo delle componenti simmetriche, impegato dapprima da Hommel ed in seguito, su vasta scala, da Fortescue e da altri autori, permette di studiare con relativa facilità i fenomeni asimmetrici che hanno luogo nelle reti trifasi.

L'A., a conferma di questo, espone alcuni suoi punti di vista nel metodo stesso che applica all'esame di alcune perturbazioni che si possono verificare in pratica. Egli dimostra in particolare, che il calcolo del corto circuito bifase in una rete comunque caricata si può ricondurre al calcolo di una rete caricata simmetricamente. In modo analogo, si prova che l'impiego degli schemi equivalenti facilita la determinazione dell'influenza del carico asimmetrico di una rete trifase. Anche per lo studio delle perturbazioni che interessano il punto neutro dei sistemi trifasi, il metodo si presta molto utilmente. *V. D. Ma.*

IDRAULICA.

D. Negrotti — **Contributo sul raffreddamento della roccia perforata da gallerie a sezione retta circolare per condotta forzata d'acqua.** (Energia El., agosto 1931, pag. 658-663, senza figure).

L'A. affronta in via strettamente matematica il problema, basandosi sulle teorie della propagazione del calore nei mezzi omogenei, per onde cilindriche. Ammette che l'andamento ciclico annuo della temperatura dell'acqua scorrente nella condotta in roccia sia esprimibile con una funzione sinusoidale del tempo e riferendo il manufatto e le masse della roccia circostante a una terna di assi ortogonali scrive l'equazione alle derivate parziali della temperatura in un punto generico della roccia in funzione del tempo. Da questa equazione fondamentale, con alcune ipotesi semplici e, introducendo una trasformazione per coordinate polari, arriva a stabilire un sistema di 3 equazioni differenziali. Da questo sistema passa alla integrazione stabilendo le equazioni che determinano le costanti di integrazione, e arriva ad espressioni alquanto complesse nelle quali entrano speciali funzioni sviluppabili in serie, di cui l'A. illustra alcune proprietà caratteristiche. Arriva anche a dare una espressione del raccorciamento radiale della roccia e della durata della penetrazione dell'onda di raffreddamento entro la roccia stessa.

Il problema può interessare anche le grandi dighe a gravità a pianta circolare e quelle sottili a volte multiple, quando si conosca l'andamento ciclico della temperatura dell'aria e dell'acqua rispettivamente a contatto col parametro esterno e coll'estradosso della diga. L'A. si propone di riprendere tale problema in un prossimo studio. *Ri.*

IMPIANTI.

L. J. Cissna — **Un quadro in miniatura per il comando a distanza delle centrali elettriche.** (The El. J., dicembre 1930, pag. 689-695, con 12 figure).

La trasmissione dei segnali dal quadro di comando agli apparecchi di manovra può essere fatta con maggiore economia usando dei cavi telefonici a condizione di ridurre l'intensità dei segnali allo stretto indispensabile per ottenere le manovre volute. I quadri prendono diverse forme: a pannelli verticali disposti in linea retta o secondo una circonferenza, oppure a leggio. I bottoni di comando e le lampade di spia sono montati su degli scudi rettangolari di micarta di modeste dimensioni che alla loro volta sono poi fissati ai pannelli del quadro. Appositi sistemi di blocco automatici evitano l'esecuzione di manovre errate: ad es. la chiusura dell'interruttore di una macchina sincrona prima che le operazioni per la messa in parallelo siano terminate; il susseguirsi delle operazioni è regolato da rélais e il funzionamento di questi è poi controllato con lampadine di spia montate sugli stessi scudi.

La corrente di linea si misura a distanza a mezzo di un trasformatore di corrente avente il rapporto di 5 a 0,1 ampere; tre di questi riduttori riuniti occupano un volume di 2.000 cm^3. Gli amperometri sono pure di dimensioni ridotte avendo la larghezza di 9 cm; il consumo è di 1,5 VA compreso il consumo nei fili di collegamento della lunghezza di 1 km. I trasformatori di corrente sono stati sottoposti a delle prove severe con correnti primarie persino di 100 A. allo scopo di determinare la tensione secondaria a circuito aperto; il valore di tale tensione è risultato sempre minore di 100 volt. Si usano anche dei riduttori di tensione ausiliari per abbassare la tensione da 100 a 50 volt, valore questo più adatto per i cavi telefonici. I cavi sono provati a 1.000 volt per 20 sec. fra i conduttori e a 3.500 volt rispetto al piombo. L'impianto di comando a distanza è alimentato normalmente a c. a. a 48 volt e, in caso di interruzione, con c. c. di eguale tensione a mezzo di una batteria di accumulatori.

Al comando a distanza è sempre aggiunto quello manuale che serve di controllo al primo. La distanza alla quale conviene applicare il sistema di comando telefonico è di solito compresa fra 300 e 800 m; il pregio principale del sistema telefonico è di consentire la riunione di molti circuiti in un cavo unico e si presta quindi per sviluppare al massimo il controllo automatico dell'impianto. *I. L.*

F. Muenzinger — **Le quattro tendenze attuali nella costruzione delle centrali termiche.** (Elektrizitätswirtschaft, aprile 1931, pagg. 217-222, con 12 figure).

Il prezzo di un impianto a 100 atmosfere dipende sopratutto dalle caldaie e dal surriscaldamento intermedio. Questa costa molto e fa risparmiare poco combustibile, però è necessario nei riguardi del funzionamento della parte a bassa pressione della turbina. Il surriscaldamento con vapore fresco si può realizzare più facilmente che non coi gas combusti, ma riesce meno conveniente. Per le caldaie con surriscaldamento intermedio si sono ormai assunti ben definiti tipi costruttivi.

Si è cercato di raggiungere o superare i rendimenti degli impianti a vapore ad alta pressione, usando cicli a 2 fluidi, di cui il più noto è quello Emmet a mercurio. L'impianto a mercurio da 23.000 kW

nella centrale South Meadow ha lavorato per 9 mesi consumando 2560 calorie alla pressione di 6 atmosfere e la temperatura iniziale di 390°. Altri 2 impianti a mercurio da 50.000 kW ciascuno sono ora in costruzione, e meritano di essere tenuti in considerazione anche nei paesi europei.

Coi progressi ottenuti nei materiali di costruzione delle macchine si sono potute gradatamente aumentare le sollecitazioni specifiche di esse. Le turbine ora costruite sopra i 60.000 kW, a 3000 giri, sono meno costose delle macchine a 1500 giri. Si possono ridurre i costi anche usando macchine e caldaie più grandi. Infatti colla lignite si arriva a caldaie da 100 tonn/h di vapore, col carbon fossile e griglie fino a 200 tonn/h e col carbone in polvere fino a 600 tonn/h. La più grande turbina ad unità multiple ora in servizio raggiunge 210.000 kW, la più grande ad una sola unità arriva a 160.000 kW.

Le direttive generali di costruzione e di organizzazione possono specialmente influire sulla riduzione del costo di produzione della energia di punta, che può prodursi in impianti a vapore normali o con accumulazione per mezzo di pompe, o con un accumulatore di calore od infine con motori Diesel. Bisogna esaminare caso per caso l'opportunità degli impianti di pompe in funzione del diagramma di carico della rete e delle altre centrali unite. Meritano di essere tenuti in conto gli accumulatori di calore perchè sono facili ad installarsi e perchè si prestano molto ad aumentare il carico di punta delle centrali esistenti a vapore. I motori Diesel possono convenire, ad onta del prezzo elevato del combustibile liquido, per il loro grande rendimento. Anche gli impianti a vapore però si prestano benissimo alla copertura di forti punte di carico, purchè si tengano presenti nel progettarli questi fatti: la caldaie pel carico di punta debbono essere miste: a griglie soffiate ed a combustibile polverizzato; le caldaie devono essere provviste di forte tiraggio e d'intenso soffiamento di aria sotto la griglia; le macchine ausiliarie più importanti (come ventilatori, pompe, ecc.) devono essere comandate con turbine a vapore a ricupero; le turbine principali devono avere grande capacità di sovracarico ed essere accoppiate a generatori dimensionati molto largamente. Del resto, tutto considerato, risulta conveniente che anche le centrali destinate al carico base si costruiscano colle norme sopra elencate, le quali dovrebbero sempre osservarsi nella costruzione di nuove centrali termiche. *Ri.*

W. M. HANNA — **Perchè le Società elettriche adottano le centrali automatiche.** (Gen. Elec. Rev., maggio 1901, pag. 275-279).

E' difficile valutare i vari fattori di economia che entrano in gioco. Il più evidente è la riduzione del personale; si è però in generale costretti ad aumentare le protezioni dell'impianto, ciò che però si risolve in un secondo fattore di economia, poichè si può registrare una effettiva diminuzione di danni in confronto a quanto avviene nelle centrali poco protette e dotate di servizio di sorveglianza. Un terzo vantaggio è quello del miglioramento del servizio.

L'automatismo presenta notevoli vantaggi, specialmente nelle centrali idroelettriche, perchè consente la eliminazione di ogni errore di manovra, e perchè con esso si realizza una sicura indicazione della circolazione dell'olio e della temperatura nei cuscinetti. La regolazione automatica della tensione è poi applicata ormai in tutte le centrali di una certa importanza in seguito ai grandi vantaggi dimostrati. Per la migliore regolazione della frequenza si è inoltre reso più semplice il servizio in parallelo tra le varie reti.

Nelle sottostazioni di trasformazione, di conversione e di rifasamento, si ottiene la regolazione automatica del fattore di potenza, della tensione, della potenza attiva e reattiva; in esse, come del resto nelle centrali idrauliche, si fa l'inserzione o l'esclusione automatica successivamente di ogni gruppo a seconda della richiesta di potenza.

In molti impianti automatici di distribuzione è prevista perciò la richiusura automatica degli interruttori subito dopo l'apertura avvenuta in conseguenza del guasto. Se il guasto è di natura transitoria, viene in tal modo ripreso il servizio; se invece il guasto permane, la apparecchiatura automatica interrompe definitivamente la sezione, permettendo al personale di intervenire. *C. G. E.*

MISURE.

O. HOWARTH — **Le misure di potenza negli impianti trifasi.** (J. I. E. E., Londra, marzo 1931, pagg. 381-393 e discussione fino a pag. 403, con 15 figure).

La totalizzazione della potenza sui circuiti trifasi, con o senza neutro, di uno stesso impianto può essere fatta a mezzo di sistemi: meccanici, elettrici o misti; questi ultimi servono specialmente quando i circuiti sono in numero maggiore di due. La totalizzazione diventa indispensabile quando si vuol conoscere il valore della potenza massima assorbita o consumata dall'impianto. Gli indicatori di massimo sono di solito degli apparecchi di scarsa precisione perchè l'ampiezza della scala deve essere proporzionata alla potenza massima prevedibile nell'impianto mentre di solito la deviazione dell'indice deve essere limitata ad 1/4 ed anche meno della scala; in un tipo moderno di indicatore la scala è stata ampliata virtualmente fino a 6,25 m con la disposizione ingegnosa di 4 rulli numerati alla periferia: i primi 3 segnano le migliaia, le centinaia e decine, il quarto porta sul bordo 100 divisioni numerate di 5 in 5. La lettura resta segnata su un nastro di carta contemporaneamente per i 4 rulli ad intervalli di tempo costanti dopo di che i 4 rulli ritornano tutti nella posizione iniziale. Il movimento dei rulli è comandato da impulsi elettrici che partono dai contatori in ragione di 1 ad ogni giro del disco; questo strumento và in fondo scala con 10.000 impulsi di corrente nell'intervallo di tempo detto sopra e permette quindi un'approssimazione del 0,1 % anche ad 1/10 del carico massimo.

Analoghe difficoltà si presentano nella misura dei kVA massimi; il metodo migliore a tale riguardo sembra essere quello di misurare la potenza reale e quella reattiva con due strumenti che diano delle deviazioni proporzionali rispettivamente al coseno ed al seno dello sfasamento e poi calcolare il valore della potenza apparente. La potenza reattiva si può anche misurare con due contatori ordinari sfasando di 90° le tensioni applicate ai circuiti voltmetrici a mezzo di due autotrasformatori ausiliari. I contatori che si adoperano per misurare l'energia sono sempre del tipo ad induzione; i contatori ad equipaggi multipli (2 o 3) servono sulle linee trifasi senza o con filo neutro. Anche in questi casi sono però preferibili i contatori monofasi sia perchè più facili da tarare sia perchè più esatti anche quando vi sono delle sensibili differenze di carico fra le linee. I contatori monofasi si costruiscono fino ad una corrente massima di 100 ampere e quelli polifasi per 50 A. I contatori ad equipaggi multipli presentano di solito il difetto che i campi magnetici delle bobine inserite sulle diverse fasi reagiscono fra di loro e si influenzano reciprocamente; il contatore dovrà essere tarato nelle stesse condizioni nelle quali dovrà poi funzionare.

L'A. riferisce degli errori prodotti dall'inserzione dei trasformatori di misura fra la linea ed i contatori e dei metodi più usati per la taratura dei medesimi. Nella taratura di solito non si tiene conto della temperatura del contatore mentre è noto che in servizio continuo lo strumento si scalda; la costante misurata a freddo può differire persino dell'1 % (più frequentemente del 0,5 %) dal valore che si rileva dopo un periodo di funzionamento di qualche ora. *I. L.*

H. VOIGT — **Semplificazione del metodo a vuoto per la determinazione della resistenza rotorica nei motori asincroni.** (E. u. M., N. 9, 1 marzo 1931, pag. 167-168, 2 figure).

Riferendosi ad un suo precedente lavoro (*E. u. M.*, 48, 1930, pag. 925-927), l'A. indica in qual modo si può semplificare il procedimento indicato per determinare la resistenza rotorica dei motori asincroni. Riportando in un sistema cartesiano la potenza assorbita da un motore N_1 diminuita della potenza dissipata nel rame dello statore N_{cu1}, si ottiene un diagramma $N_1' = f(s)$ che presenta nel campo dei piccoli scorrimenti, un andamento rettilineo con una discontinuità in corrispondenza del sincronismo. La differenza fra le due ordinate riferite al punto $s = 0$ è notoriamente eguale al doppio della potenza assorbita per isteresi nel ferro del rotore. Ne consegue facilmente che le ordinate del diagramma rettilineo anzidetto riferite alla parallela all'asse degli scorrimenti tracciata per il punto superiore del diagramma in corrispondenza del sincronismo rappresentano, la potenza assorbita dal rotore N_2 diminuita di quella assorbita per isteresi N_h: $N_2' = N_2 - N_h$. D'altra parte, l'A., partendo dall'equazione:

$$N_2' = J_2^2 \cdot \frac{r_2}{s}$$

che esprime N_2' in funzione della corrente e della resistenza rotorica e dello scorrimento, dimostra che, con alcune semplificazioni, si arriva ad esprimere r_2 mediante la relazione:

$$r_2 = \frac{U^2 s}{N_2'} \Omega$$

in funzione della tensione d'alimentazione U.

Poichè $\frac{s}{N_2'}$ esprime la cotangente trigonometrica dell'angolo che la retta $N_1' = f(s)$ forma con l'asse delle ascisse, questo rapporto è noto quando sono conosciuti due punti della retta stessa. E' sufficiente, quindi, determinare la potenza assorbita a vuoto e quella assorbita ad un altro carico basso. Nota la retta ed il suo coefficiente angolare la resistenza del rotore r_2 si deduce di conseguenza. *V. D. Ma.*

T. G. GASTER - E. DIETZE - G. T. STANTON - R. S. TUCKER — **Un nuovo istrumento per l'analisi dei rumori.** (Elec. Eng., maggio 1931, pagg. 342-343, con 3 figure).

I laboratori del «Bell System» hanno recentmente studiato e costruito un nuovo apparecchio per l'analisi e la misura dei suoni e dei rumori, che ha le caratteristiche di essere di semplice manovra, di rapido uso, e facilmente trasportabile. Esso consiste essenzialmente in un microfono che converte l'energia sonora, meccanica, in energia elettrica, in un amplificatore a molti studi, un dispositivo di regolazione, un gruppo di circuiti destinati a dare, nella misura, diverso «peso» alle componenti di diversa frequenza (analogamente a quanto si verifica nell'orecchio umano), un rettificatore e un apparecchio indicatore. L'apparecchio è graduato in unità fisiche indipendenti da ogni «equazione personale» dell'osservatore. La scala è graduta in unità che corrispondono a una pressione di 1 dina per cm² esercitata da un'onda alla frequenza di 1000 periodi liberamente propagantesi; i livelli sonori sono espressi in decibel al di sopra di tale valore assunto come livello sonoro di riferimento e corrispondente all'incirca al limite minimo di udibilità per un osservatore medio.

Il campo di applicazione dell'istrumento si estende da 10 a 100 decibel sopra il livello di riferimento, e a frequenza da 50 a 10.000 periodi per secondo. L'istrumento è molto rapido, rispondendo a variazioni sonore in un tempo di circa 0,2 secondi ciò che ha molta importanza per l'attendibilità delle letture. Esso è completamente schermato contro i campi elettrostatici e i campi elettromagnetici di dispersione.

Si sta modificando l'apparecchio in modo da renderlo anche atto a effettuare una analisi quantitativa delle componenti di varia frequenza di un suono, o alla misura dell'energia sonora in particolari bande di frequenza. *R. S. N.*

MOTORI PRIMI.

R. Froelich — **La circolazione dell'acqua nelle caldaie a tubi d'acqua.** (Wärme, 20 giugno 1931, pagg. 465-468, con 4 figure).

Per la valutazione della velocità di circolazione dell'acqua nei tubi delle grandi caldaie si sono seguite finora due vie. Una consiste nel calcolare tale velocità in via puramente teorica; si arriva così ad una rappresentazione del fenomeno che, se non è esatta, permette tuttavia di arrivare a valori molto prossimi alla realtà e mette in evidenza le principali caratteristiche del fenomeno stesso. L'altra via è quella di affrontare il problema con mezzi sperimentali, ciò che è stato fatto però finora soltanto in modo molto incompleto.

L'A. sviluppa una formola ricavata in via teorica per il calcolo della velocità di circolazione, la quale si presta a misure sperimentali col metodo dei modelli. La velocità di circolazione dipende teoricamente da 2 funzioni: la prima si basa sul fenomeno delle differenze di peso specifico dell'acqua e rispettivamente del vapore nei diversi punti delle caldaie; l'altra collega il fenomeno della trasmissione del calore colla variazione del peso specifico.

Partendo da queste due formule fondamentali l'A. arriva ad una unica espressione per la velocità di circolazione. La formola contiene parecchie costanti complesse, il calcolo delle quali è però grandemente facilitato dall'uso di appositi diagrammi tracciati dall'A. I risultati ottenuti si possono ritenere sufficientemente vicini a valori pratici nelle condizioni normali delle caldaie. La velocità di circolazione presenta un valore massimo che è indipendente dalla trasmissione del calore e dipende soltanto dalle particolarità costruttive della caldaia. *Ri.*

R. Boese Fr. Buethner — **Sviluppo e costruzione delle caldaie a grande produzione.** (Wärme, 1 agosto 1931, pagg. 581-587, con 14 figure).

L'A. riassume dapprima i progressi successivamente compiuti nella costruzione delle caldaie, specie per quanto riguarda il miglioramento delle condizioni di trasmissione del calore e l'utilizzazione del calore radiato.

Problemi difficili sono sorti riguardo ai materiali da impiegare, che devono essere sottoposti a grandi sollecitazioni meccaniche (per l'aumentata pressione di esercizio) e ad elevate temperature. Gli acciai al carbone poco si prestano e devono essere sostituiti da acciai speciali che conservano anche a caldo buone proprietà meccaniche. L'A. riporta le caratteristiche di alcuni tipi di acciai al nichel o al cromo che vengono impiegati attualmente nella costruzione delle parti più delicate delle caldaie specie dei surriscaldatori. L'introduzione del preriscaldamento d'aria ha reso difficili le condizioni di esercizio delle pareti dei focolari, ma la difficoltà è stata risolta coll'introduzione delle pareti a tubi. Numerosi progressi sono stati compiuti nello studio delle modalità colle quali avviene la combustione del carbone in polvere e hanno messo in evidenza l'importanza dei fenomeni di turbolenza nella fiamma.

Anche lo studio della disposizione dei fasci di tubi e della loro influenza sulla circolazione dell'acqua e sulla trasmissione del calore ha permesso di arrivare a forme costruttive più razionali che danno elevate produzioni per metro quadrato e per ora. Il problema più difficile è quello dei surriscaldatori, date le alte temperature attualmente in uso; se essi non sono ben studiati, la temperatura delle loro pareti può arrivare anche a oltre 40° al di sopra di quella del vapore. Un rimedio è quello di aumentare la velocità del vapore nei tubi, ma su questa via si è presto arrestati dal rapido aumento della caduta di pressione. Il problema è tanto più difficile quando si tratta di surriscaldatori a calore raggiato, che entrano ora in largo uso. Difficile e non ancora soddisfacentemente risolta è la questione della regolazione della temperatura del vapore. Nelle moderne caldaie gli economizzatori fanno parte integrante della caldaia; si diffondono i tipi a tubi ad alette che permettono di ridurre in misura molto rilevanti le dimensioni complessive. Per le alte pressioni essi vengono costruiti in acciaio fucinato.

Nelle caldaie moderne difficilmente manca il preriscaldatore di aria. L'A. cita il caso di un'installazione moderna, nella quale il preriscaldatore funziona con una caduta di pressione di 200 mm d'acqua e porta l'aria fino a 700°. In qualche caso, per rendere più rapida la messa in pressione delle caldaie, si è provveduto a render possibile di escludere, durante l'avviamento, l'economizzatore in modo da mandare i fumi ancora molto caldi al riscaldatore d'aria e ottenere così nel focolare una temperatura molto elevata. *Ri.*

STATISTICA.

E. Cesari — **La produzione dell'energia in Italia nell'annata 1930.** (Energia El., luglio 1931, pag. 545-574, 2 figure).

L'A. richiama i dati principali relativi alla situazione dell'Industria Elettrica in Italia nello scorso anno. I dati si riferiscono a 1215 Imprese Elettriche private, delle quali 25 con un capitale maggiore di 50.000.000. Il capitale totale è valutato a circa undici miliardi di lire, oltre a 2,35 miliardi di prestiti esteri e a 1,25 miliardi di obbligazioni emesse in Italia. Il valore delle riserve statutarie è valutato a 296.000.000 e le riserve straordinarie e gli ammortamenti a 1987 milioni di lire. Le domande per derivazioni d'acque ammesse a istruttoria nel 1930 ammontano a 66 per 466.107 HP. La potenza efficiente degli impianti idroelettrici è valutata a 3.880.000 kW, e quella degli impianti termoelettrici a 840.000 kW. I serbatoi esistenti al 31 dicembre 1930 erano 79 con una capacità di 1301 milioni di m^3 e una energia equivalente di 1142 milioni di kWh.

Le ferrovie elettrificate contavano 1625 km di linee in esercizio con 3320 km di binari elettrificati. La importazione di energia elettrica in Italia è stata di 164 milioni di kWh, circa 80 milioni di meno che nel 1929. La produzione di energia fu complessivamente di 10.189 milioni di kWh, di cui 9.885 milioni per via idraulica e 303 per via termica. Le centrali che bruciano combustibili nazionali produssero 87 milioni di kWh pari al 28.7 % della produzione termica totale.

Alla fine del 1930 si avevano in Italia 33.960 km di linee ad alta tensione di cui 5290 a tensione superiore a 120.000 V, altri 10.710 a tensione fra 50 e 90.000 V finalmente 17.960 km a tensione fra 20.000 e 49.000 V.

Dell'energia prodotta l'85 % va attribuito alla vendita e il 15 % alla produzione per uso proprio. Il consumo per uso luce risulta di circa 830 milioni di kWh, quello per la trazione di 820 milioni, per le applicazioni agricole di 110 milioni, per energia motrice a piccole e medie industrie 2060 milioni, per la grande Industria che acquista energia 1630 milioni, per industrie varie che producono energia in proprio 1280 milioni, per impieghi diversi stagionali o di supero 1350 milioni. In complesso il consumo può dividersi come segue: luce 11,58 %; consumo industriale 77,06 %, consumo agricolo 1,46 %, trazione 9,90 %. *Ri.*

TRASFORMATORI.

M. Vidmar — **Alcune osservazioni sull'eccitazione del trasformatore trifase.** (E. u. M., N. 14, 5 aprile 1931, pag. 254-261, 14 figure).

L'A. dimostra come il problema della eccitazione del trasformatore trifase presenti delle singolarità che si rendono evidenti ad un esame non superficiale di esso. Queste si manifestano, infatti, quando si considera il doppio vincolo dei circuiti — magnetico ed elettrico — che ha luogo per il trasformatore trifase. E' ovvia quindi la differenza di comportamento fra un trasformatore monofase ed una fase del trasformatore trifase la quale non si può considerare a sè ma soltanto in relazione con le altre due fasi. Lo studio dell'A. prescinde dalle cadute di tensione negli avvolgimenti e dalla deformazione dell'onda di corrente dovuta alla curva di magnetizzazione del ferro. Questi fattori hanno una importanza indiscutibile nel problema trattato: non falsano, tuttavia, l'esame qualitativo di esso. *V. D. Ma.*

M. Angelini — **Sulla costruzione di un diagramma per la determinazione delle cadute di tensione nei trasformatori a più circuiti.** (Energia El., giugno 1931, pag. 481-484, 4 figure).

E' noto come gli studi sulle cadute di tensione nei trasformatori a tre avvolgimenti abbiano in questi ultimi anni condotte alla proposta di parecchie formule più o meno complesse e più o meno precise. Tutti i metodi proposti implicano però calcolazioni in generale lunghe e laboriose. L'A. ha cercato di ovviare tale inconveniente mediante la costruzione di un diagramma abbastanza semplice, il quale permette di determinare rapidamente il valore della caduta di tensione che si verifica in uno qualunque degli avvolgimenti di un trasformatore a 3 avvolgimenti, qualunque siano le condizioni di carico negli altri due.

La costruzione del diagramma viene resa notevolmente più semplice, quando si possa ritenere, come avviene in molti casi della pratica, che il rapporto fra reattanza di dispersione e resistenza si mantenga lo stesso fra i diversi avvolgimenti oppure quando si possa ritenere trascurabile la loro resistenza ohmica.

La difficoltà relativa allo studio dei trasformatori a più avvolgimenti e che dipende dal numero relativamente grande di variabili che si incontrano, viene superata applicando opportunamente a questo problema un diagramma simile a quello di Perrine e Baum per le linee elettriche. L'A. illustra i fondamenti analitici del diagramma proposto e ne dimostra il modo di costruzione nel caso nel quale si possano ammettere le condizioni di semplificazione suddette. Come esempio riporta il diagramma relativo ad un trasformatore da 43.000 kVA di potenza continua su tutti e tre gli avvolgimenti e con rapporto 10.000/73.500/155.000 - 116.000 V. Sulla base del diagramma fa il calcolo numerico della caduta di tensione nei diversi avvolgimenti e in diverse condizioni di carico. *Ri.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

G. Crivellari — **Norme pratiche sul calcolo delle correnti di corto circuito iniziali e permanenti col metodo analitico a reattanze percentuali e col metodo semisperimentale.** (Energia El., luglio 1931, pag. 587-608, 13 figure).

L'A. espone alcune direttive pratiche che possono servire per il calcolo delle correnti di corto circuito negli Impianti di trasmissione

di energia alimentati da una o più centrali in parallelo. Il metodo di calcolo, pur non essendo scientificamente esatto, raggiunge un grado di approssimazione praticamente soddisfacente, mentre d'altra parte si presta ad essere eseguito anche da personale non eccessivamente specializzato.

Le caratteristiche dei generatori che alimentano le linee vengono rappresentate sotto la forma di 3 reattanze percentuali (sincrona, di dispersione, reazione di indotto) riferite alla tensione a carico e ammettendole invariabili qualunque sia l'entità del corto circuito. Sono poi presentati dei diagrammi che permettono di determinare rapidamente le impedenze percentuali delle linee aeree ottenendo così anche per questa parte dell'impianto un coefficiente omogeneo con quello normalmente conosciuto per le macchine.

Sulla base di tali dati l'A. svolge l'applicazione del suo metodo approssimato applicandolo successivamente al caso di corto circuiti tripolari, bipolari o unipolari. L'applicazione del metodo è illustrato dallo svolgimento di parecchi esempi numerici riferentisi a casi particolari della pratica.

Tutte queste determinazioni richiedono calcoli laboriosi, specialmente se si ha a che fare con un impianto complesso e con reti a maglie chiuse. Si può ovviare a questi calcoli col metodo semi-sperimentale che viene pure illustrato dall'A. e che si basa sul concetto di provocare nell'impianto durante l'esercizio normale una variazione di carico ΔI e di dedurre da questo e dalla corrispondente variazione ΔV di tensione nella rete, la corrente I_c di corto circuito colla formula $I_c = V\Delta J/\Delta V$. L'applicazione del metodo semi-sperimentale è pure illustrata dall'A. con alcuni esempi. Il metodo ha il vantaggio di non richiedere la determinazione delle caratteristiche elettriche delle macchine e delle linee, mentre le oscillazioni di tensione che esso impone durante l'esercizio sono così lievi da riuscire del tutto tollerabili.

In appendice sono riportati i dati relativi all'applicazione dei metodi suddetti a 2 grandi linee in esercizio. *Ri.*

F. Niethammer — **Trasmissione dell'energia elettrica a distanza sotto forma di corrente continua ad altissima tensione.** (E. u. M., N. 14, 5 aprile 1931, pag. 261-264, 2 figure).

L'A. esamina le possibilità che la corrente continua offre per la trasmissione a distanza delle grandi quantità d'energia ed indica con quali mezzi potrebbe essere risolto il problema di generare, trasmettere e trasformare l'energia stessa.

I principali vantaggi che una tale trasmissione offre sono notoriamente:

1) Mancanza di correnti di carica, di sfasamenti e delle conseguenti variazioni anormali di tensione;
2) Eliminazione di compensatori di fase: condensatori sincroni, ecc.;
3) Riduzione dell'effetto corona e, quindi, possibilità di impiegare tensioni elevatissime;
4) Maggiore stabilità della trasmissione;
5) Eliminazione di tensioni e correnti nelle armature dei cavi;
6) Eliminazione delle perdite per effetto pellicolare nei conduttori pieni;
7) Semplicità negli impianti di produzione, trasmissione e conversione;

Per la produzione della corrente continua ad altissima tensione si possono impiegare dinamo in serie secondo il sistema Thury oppure raddrizzatori: rotanti, termoionici, a vapore di mercurio. Le stesse macchine, costruite con speciali accorgimenti, sono adatte per la trasformazione inversa da corrente continua in alternata. L'A. osserva, per altro, che le tensioni elevate che entrano in gioco comportano lo studio di probemi che non si possono ritenere, a tutt'oggi, risolti tutti in modo pienamente soddisfacente. Particolarmente, si può ritenere tuttora allo stadio sperimentale il problema di invertire il senso di funzionamento del convertitore a vapore di mercurio. Anche il problema della misura delle altissime tensioni continue presenta alcuni lati interessanti che l'A. illustra brevemente. *V. D. Ma.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Norden — **Rimorchiatori per servizio di manovra delle Ferrovie Tedesche dello Stato.** (El. Bahnen, N. 3, febbraio 1931, pag. 76-79, 4 figure).

L'A. descrive i rimorchiatori elettrici impiegati dalla Deutschen Reichsbahn per disimpegnare il servizio di manovra nelle piccole stazioni. Questi rimorchiatori, con altri equipaggiati con motori termici, sostituiscono vantaggiosamente le locomotive a vapore la cui utilizzazione per tale servizio lascia a desiderare. I rimorchiatori elettrici sono veicoli a due assi con semplice telaio ed una piattafoma in lamiera. Sopra quest'ultima trovano posto quattro casse di contegno per le batterie ed alcuni apparecchi elettrici: tavolo di manovra, invertitore di marcia, interruttore e valvole.

La lunghezza del veicolo fra i respingenti è di 5600 mm; la larghezza massima di 3100 mm; l'altezza di 3250 mm; l'interasse rigido di 2500 mm; il diametro delle ruote motrici di 850 mm ed il peso in ordine di marcia di 11.300 kg. Uno speciale dispositivo automatico di accoppiamento facilita la manovra di agganciamento o di sganciamento dei veicoli rimorchiati.

L'equipaggiamento elettrico comporta due motori di trazione della potenza oraria di 17,5 kW che, accoppiati in serie, consentono velocità variabili da 5 a 15 km/h, per un peso rimorchiato rispettivamente da 200 a 0 t ed una autonomia corrispondente di 3,5 ÷ 62,7 km. Coi motori in parallelo, si possono rimorchiare treni da 60 - 0 t a velocità variabili da 19 a 30 km/h risp. con autonomia di 12 ÷ 48 km. Completano l'equipaggiamento: 1 batteria di 108 elementi da 105 Ah per la scarica in 3 ore; un controller; un invertitore di marcia e l'impianto d'illuminazione. *V. D. Ma.*

M. Japiot — **I locomotori per treni diretti della Paris-Lion-Mediterranee. (P. L. M.).** (Elektrische Bahnen, N. 2-3, pag. 34-43, 80-87, 29 figure).

L'A. descrive con molti dettagli i locomotori che la Compagnia P. L. M. ha deciso di impiegare per il rimorchio dei treni diretti sulle sue linee. Le caratteristiche generali di tali locomotori sono le seguenti:

Rodiggio		2-C + C-2
Diametro delle ruote motrici		1600 mm
Diametro delle ruote portanti		1010 »
Interasse totale		20.800 »
Interasse rigido massimo		4600 »
Lunghezza fra i respingenti		23.800 »
Lunghezza della cassa		20.580 »
Lunghezza max della cassa		2916 »
Peso della parte elettrica		53.700 kg
Peso della parte meccanica		103.700 »
Peso della sabbia ed attrezzi		1700 »
Peso totale		159.000 »
Peso aderente		107.400 »
Peso per asse	motore	17.900 »
	portante	12.900 »
Numero dei motori doppi		6
Rapporto di trasmissione degli ingranaggi		1 : 3.185
Potenza continuativa a 1500 V	Corrente per indotto	573 A
	Sforzo di trazione ai cerchioni	13.000 kg
	Potenza ai cerchioni	3069 kW
	Velocità	87 km/h
Potenza oraria a 1500 V	Corrente per indotto	733 A
	Sforzo di trazione c. s.	18.000 kg
	Potenza c. s.	3930 kW
	Velocità	80 km/h
Velocità massima del locomotore		130 »

V. D. Ma.

C. E. Baker — **Sottostazioni automatiche per servizio di trazione.** (Gen. Elec. Rev., maggio 1931, pag. 280-283).

Come è noto, il principale scopo, per il quale si è stati spinti ad adottare l'automatismo delle sottostazioni, è stato quello di realizzare una economia sia mediante eliminazione di personale, sia mediante riduzione di perdite nelle macchine, ottenuta limitando il loro funzionamento a quei soli periodi di tempo in cui esso è veramente necessario. All'atto pratico si sono poi realizzati altri importantissimi vantaggi, fra i quali si devono ricordare, oltre ad un'assoluta precisione delle manovre, le ottime caratteristiche di protezione che in tal modo vengono assicurate; basta confrontare a questo proposito le poche categorie di condizioni anormali, alle quali provvedono le protezioni nelle sottostazioni a comando manuale, con l'estessimo campo di applicazione delle protezioni nelle sottostazioni automatiche. E così, per esempio, per le commutatrici sono assicurate, oltre alle consuete protezioni, anche quelle contro condizioni anormali quali sarebbero l'avviamento con spazzole abbassate sul collettore, l'inversione e la mancanza di fase, la polarità anormale, l'inversione di corrente continua, il surriscaldamento degli avvolgimenti, il surriscaldamento dei supporti, la velocità anormale, la mancanza di eccitazione, ecc.

L'A. si occupa anche di un'altra importante caratteristica, cioè dello spostamento automatico del carico da una sottostazione alle altre in caso di forti sovraccarichi nella sottostazione stessa. A questo risultato si perviene mediante un abbassamento di tensione, ottenuto, nel caso delle commutatrici e dei raddrizzatori, mediante inserzione automatica di resistenze, e, nel caso di gruppi di conversione, per mezzo di una azione automatica sul campo. E' evidente il vantaggio realizzato; pur potendosi così installare macchine dimensionate per minori sovraccarichi, si evita la disinserzione della sottostazione in caso di sovraccarichi e si ottiene una maggiore continuità di funzionamento che l'A. documenta riportando a scopo di confronto diagrammi rilevati prima e dopo l'adozione di tale sistema.

L'A. accenna anche ai dispositivi per la richiusura automatica degli alimentatori e al sistema di sezionamento delle linee, e conclude accennando alla centralizzazione del comando di tutta la rete. *C. G. E.*

L'elettrificazione delle Ferrovie Federali Svizzere. (La Traction Electrique, N. 2, febbraio 1931, pag. 33-50, 15 figure).

E' riportato un estratto dei due numeri speciali pubblicati nel 1930 dalla «Schweizerische Tecnische Zeitschrift» in occasione del completamento della prima parte del piano di elettrificazione delle Ferrovie Federali Svizzere. Il primo dei due fascicoli tratta degli impianti fissi: centrali, sottostazioni, linee di trasporto e di contatto. Il secondo fascicolo è dedicato al materiale mobile: locomotori ed automotrici. L'estratto riassuntivo riporta schemi, disposizioni degli impianti fissi e fotografie dei principali tipi di motrici. *V. D. Ma.*

:: :: :: CRONACA :: :: ::

Per una data storica nella Radiotelegrafia.

I giornali quotidiani hanno ricordato in questi giorni la ricorrenza del trentesimo anniversario delle prime esperienze di trasmissione radiotelegrafica attraverso l'Atlantico effettuata da Marconi il 12 dicembre 1901. Fra Poldhu in Inghilterra e San Giovanni di Terranova dove il grande inventore si era appositamente recato, vennero scambiati alcuni segnali dell'alfabeto Morse dando così la dimostrazione che le onde trasmesse si propagano seguendo la curvatura della terra. Da quel giorno si iniziava l'era della radiotelegrafia a grande distanza che doveva aprire la via a tanti successi e a così meravigliosi sviluppi.

Nell'occasione dell'attuale ricorrenza la Presidenza dell'A.E.I ha inviato a Guglielmo Marconi il seguente telegramma:

« *S. E. Marconi,*
Presidente Accademia Italia — ROMA.

« Nella ricorrenza trentennale della meravigliosa esperienza che prima permise alla parola di valicare gli oceani con la rapidità della luce senza altro supporto che le ali del genio, pensiero Elettrotecnici Italiani rivolgesi ancora una volta con commossa gratitudine all'insigne Collega che seppe operare il miracolo, associando per sempre nome Suo et Italia ad una delle maggiori et più benefiche conquiste che mente umana potesse sognare.

BORDONI
Presidente Assoc. Elettrotecnica Italiana ».

* *

APPLICAZIONI AGRICOLE.

L'elettrificazione rurale in Francia, ha avuto grande incremento dal 1920 e su di essa viene riferito nel numero di marzo dell'« Energia Elettrica »

Lo Stato concorre con sovvenzioni a fondo perduto dal 35 % al 50 % e con prestiti di favore a tasso non superiore al 3 %. Gli altri organismi interessati sono: Il Comune o il sindacato dei Comuni — Società cooperative fra gli agricoltori — Società di interesse collettivo agricolo (simili alle precedenti col concorso anche di non agricoltori), Associazioni sindacali (libere, autorizzate, coattive). Oggi il 70 % dei paesi è elettrificato (27.000 Comuni su 37.000).

Dall'esame di due particolari organizzazioni di elettrificazione risulterebbe che sono di più facile diffusione gli elevatori, i mulini, le trebbie, i pressatori, azionati elettricamente, anzichè l'aratura elettrica che è sempre allo stato iniziale ed è usata solo per profondità superiore ai 40 cm con trazione funicolare, Sistema Fowler. D'altra parte essa è favorita dall'elevato costo del petrolio agricolo francese (franchi 2,05 al litro). *I. P.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

Esperienze sui raddrizzatori a vapore di mercurio con griglia di controllo. — Nei giorni 16 e 17 novembre, per cortese invito del Tecnomasio Italiano Brown Boveri, una ventina di ingegneri italiani (funzionari delle FF. SS., professori, consulenti, direttori di esercizio, ecc.) si recarono a Baden per assistere ad una interessantissima serie di dimostrazioni pratiche organizzate dalla Brown Boveri sulle nuove possibilità derivanti, nelle applicazioni dei raddrizzatori a vapore di mercurio, dalla aggiunta di una griglia di controllo fra anodo e catodo. Quando si dia a questa griglia una polarità negativa essa non può interrompere il flusso elettronico già stabilito, ma impedisce assolutamente che l'arco possa riadescarsi quando, per una causa qualunque, esso venga a spegnersi sia pure per una frazione infinitesima di secondo. Per contro, dando la polarità positiva alla griglia si ha l'immediata riaccensione dell'arco sempre che gli elettrodi abbiano la voluta polarità. Da questo semplice fatto scaturiscono interessantissime nuove applicazioni che i convenuti a Baden osservarono spesso con vera meraviglia. Di esse alcune possono già ritenersi mature per la applicazione industriale come la regolazione della tensione continua data dai raddrizzatori indipendentemente dal valore della tensione alternativa, come l'utilizzazione del raddrizzatore stesso quale interruttore automatico, e come sopratutto, l'alimentazione con corrente alternata di frequenza qualsiasi di uno speciale motore che riunisce le caratteristiche di una macchina sincrona a quelle di un motore monofase a collettore, pur non avendo più il collettore a lamelle le cui funzioni sono assunte dal raddrizzatore.

Altre applicazioni sono ancora invece allo stato sperimentale come la trasformazione di corrente continua in monofase e trifase o come il collegamento elastico di reti di diversa frequenza.

I convenuti a Baden ebbero tutti la sensazione che in un non lontano avvenire anche tali importantissimi problemi potranno considerarsi industrialmente risolti. Per quanto la frase costituisca ormai un luogo comune, si può dire veramente che i colleghi che assistettero alle esperienze ebbero la sensazione di trovarsi vicini alla famosa «*svolta della storia*». Non crediamo di commettere indiscrezioni dicendo che assai probabilmente il prossimo congresso della A.E.I. sarà dedicato a tutte queste nuove applicazioni dei flussi elettronici. Sarà quella senza dubbio la migliore occasione per ritornare con la dovuta ampiezza su queste interessantissime esperienze che la cortesia del Tecnomasio e della Brown Boveri ha dato modo a pochi nostri colleghi di ammirare.

IMPIANTI.

E' stato recentemente approvato il progetto per la *riduzione a serbatoio del lago d'Iseo o Sebino.*

Il progetto, che interessa anche le Provincie di Bergamo e di Cremona, è costituito nella sua opera principale da uno sbarramento all'altezza di Sarnico, il quale permetterà un invaso di 50 milioni di metri cubi d'acqua, riserva capace d'irrigare d'estate circa 5000 ettari di terreno e di dare 5 milioni di chilowattora di energia invernale resa con orario continuo. Lo sbarramento consiste in quattro grandi paratoie larghe m 15,50 ciascuna, una paratoia di m 9, per la conca di navigazione ed altre otto paratoie larghe m 4,15 con le relative griglie per le derivazioni, per la Roggia Fusia e per l'impianto idroelettrico di Credaro. Tutte le paratoie, che verranno fornite dalla Tubi Togni, saranno comandate da motori rotativi azionati da olio in pressione fornito da pompe, pure rotative, direttamente accoppiate a motori elettrici e sistemate in apposito locale nella casa dei guardiani. Verrà pure installato un gruppo elettrogeno costituito da un motore termico azionante un alternatore, il quale potrà fornire l'energia elettrica necessaria per le pompe nel caso che mancasse la corrente elettrica normale derivata dalla linea aerea.

SOCIETA' SCIENTIFICHE, CONCORSI, ECC.

L'Ufficio Internazionale del Lavoro presso la Società delle Nazioni, preoccupandosi dei mezzi per diminuire la disoccupazione ha deciso di provvedere, attraverso il « Comitato di Studio delle questioni dei lavori pubblici e dell'attrezzamento nazionale », ad una inchiesta sui programmi di lavori predisposti dai diversi Paesi, considerandoli sotto l'aspetto della loro utilità e produttività. Tutti i Governi europei sono stati invitati a comunicare l'elenco dei principali piani di lavori prodisposti. Su questo materiale così raccolto sarà chiamata a dare il suo parere la Commissione di Studio per l'Unione Europea.

:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

Movimento delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Distribuzioni elettriche Riviera di Ponente — Savona.
Il bilancio è chiuso il 30 giugno 1931 con un utile netto di L. 2.606.521,20, su cui di distribuisce un dividendo di L. 12 per ciascuna azione.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Società Tiberina di Elettricità — Roma.
Aumenta il capitale sociale da L. 100.000 a L. 100.000.000 con emissione di 999.000 azioni da L. 100.

S. A. Electus Officine Elettromeccaniche — Milano.
Aumenta il capitale sociale da L. 10.000 a L. 200.000 con emissione di 1900 azioni da L. 100.

Forniture Elettrotecniche — Torino.
Aumenta il capitale sociale da L. 10.000 a L. 50.000, emettendo 400 azioni da L. 100.

Compagnia Apparecchi Elettromeccanici — Milano.
Aumenta il capitale sociale da L. 5.000 a L. 100.000, emettendo 1900 azioni da L. 50.

Anonima Lucana Elettro-Agricola — Napoli.
Riduce il capitale da L. 400.000 a L. 150.000 riducendo le azioni da L. 1.000 a L. 300.

COSTITUZIONI, FUSIONI E SCIOGLIMENTI DI SOCIETA'.

Laboratori Elettrotecnici S. A. — Milano.
Si è costituita la S. A. col capitale di L. 7000 in azioni da L. 100.

Anonima Commercio Prodotti Elettrochimici — Roma.
Si è costituita la detta S. A. col capitale di L. 18.000 in azioni 18 da L. 1000.

S. A. Elettrodinamica — Milano.
Si è deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua liquidazione.

Esercizio Veicoli Elettrici — Milano.
Si è costituita col capitale di L. 10.000 in azioni da L. 100.

S. A. Tramvia Novi-Ovada — Genova.
Si è deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua liquidazione.

S.I.T.E.R. Società Impianti Telegrafici, Elettrici, Radiofonici — Genova.
Si è costituita la detta S. An. col capitale di L. 10.000 in azioni da L. 500.

Soc. An. Radiofar — Milano.
Si è costituita detta Soc. An. col capitale di L. 30.000 in azioni da L. 100.

S. A. Sfruttamento Apparecchi Elettrici — Milano.
Si è costituita la detta Soc. An. col capitale di L. 10.000.

Soc. An. Idroelettrica del Geil — Milano.
Si è deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua liquidazione.

Società Elettromeccanica Napoletana — Napoli.
Si è costituita la Soc. An. suindicata col capitale di L. 400.000 in azioni 4000 da L. 100.

*

Compagnia Elettro-Funivie - Bologna — *Compagnia Italiana Funivie Elettriche* - Milano.
Si è deliberata la fusione delle due Società con assorbimento della seconda da parte della prima.

Società Elettrica Milani - Milano — *Società Idroelettrica Veneta*.
Venne deliberata la fusione delle sue Società mediante assorbimento della prima da parte della seconda.

* *

Rassegna economica del mese di novembre.

Il viaggio a New York del Ministro Grandi ha costituito un autentico successo che può essere motivo di compiacimento non soltanto in quanto soddisfa il nostro spirito nazionale ma anche in quanto ha riflesso coll'andamento della situazione internazionale. Le chiare direttive seguite dall'Italia nella considerazione dei problemi fondamentali che oggi travagliano la vita delle nazioni erano state da tempo apprezzate in America dove le idee predominanti sono per un complesso di circostanze orientate in direzione concordante colle nostre.

Ciò spiega la simpatia colla quale il nostro rappresentante è stato accolto non solo nelle sfere ufficiali ma anche nella opinione pubblica americana. La cordialità delle accoglienze formali trova la sua rispondenza nel contenuto dei comunicati ufficiali i quali, pur nella forma rigorosamente riservata e succinta che è loro propria, esprimono molto evidentemente ed energicamente la concordanza di direttive che si è riscontrata nei colleghi americani.

Questo fatto è di grande importanza e può avere riflessi notevoli sull'andamento delle discussioni e delle trattative che si vanno preparando nell'ambiente europeo e internazionale. Un sostanziale accordo dell'America e dell'Italia avrebbe già un grosso peso per sè; ma è ben noto che anche l'Inghilterra è assai affine nelle sue vedute a quelle italiane. Tutto ciò dovrebbe facilitare la soluzione dei problemi permettendo di superare le resistenze immancabili e prevedibili o quanto meno, nella più disperata ipotesi, varrà a ben chiarire e mettere in evidenza le responsabilità presenti e future.

Non erano mancate manovre tendenti a screditare fino da principio la missione dell'On. Grandi, spargendo la voce che egli si fosse recato in America in cerca di prestiti. Ma il nostro Ministro ha avuto buon gioco opponendo la più recisa smentita e ricordando l'esito dell'ultimo prestito interno coperto più volte e osservando come un nuovo indebitamento all'estero sia assolutamente contrario alle direttive economiche seguite dal Governo italiano.

Il viaggio dell'On. Grandi resta così uno dei fatti più interessanti della vita politica internazionale del mese di novembre ed uno di quelli più ricchi di promesse e di possibilità.

Prosegue intanto lenta e faticosa la elaborazione dei principali problemi che agitano la vita europea. Mentre la prossima Conferenza pel Disarmo si delinea sull'orizzonte con pronostici piuttosto foschi e riveste dei suoi riflessi politici la trattazione di tutte le altre questioni, le condizioni economiche della Germania e le loro conseguenze immediate di indole generale continuano a preoccupare tutto il mondo economico europeo.

Dopo lunghe trattative franco-tedesche pare si sia arrivati a un accordo preventivo di massima in seguito al quale il Governo tedesco ha presentato la domanda per la convocazione del Comitato Consultivo previsto dal Piano Young, il quale dovrà indagare sulla capacità di pagamento della Germania per quanto concerne le parti condizionali delle annualità per le riparazioni. Pare però che il Comitato potrà estendere l'indagine anche alla questione dei crediti commerciali che sono stati, come è noto, immobilizzati e che interessano specialmente i banchieri americani. Il Comitato si radunerà il 17 dicembre prossimo presso la Banca internazionale dei pagamenti di Basilea.

La Germania provvede intanto a energiche misure interne per il risanamento e il ristabilimento dell'equilibrio economico generale. Non si può negare al Cancelliere Brüning una grande buona volontà ed una energica fermezza ma il compito col quale si trova a lottare è veramente difficile.

Un senso di allarme e quasi di sgomento ha ingenerato in molti Paesi l'annuncio della nuova politica doganale inglese intonata a forti concetti protezionistici. Molte proteste si sono levate e non sono mancate le minaccie di ritorsione; ma purtroppo il protezionismo doganale è un malanno dei nostri giorni, che tutti deprecano ma al quale tutti ricorrono.

Malumore ha prodotto in Austria l'annuncio che la Banca internazionale dei pagamenti ha deciso di sospendere pel momento la concessione del credito dei 60 milioni di scellini sul quale si faceva gran conto per il ristabilimento delle finanze nazionali.

L'ambiente si mantiene allarmante nell'Estremo Oriente dove il Giappone fa orecchie da mercante alle esortazioni che arrivano da Ginevra.

*

Abbiamo segnalato nelle precedenti Note il buon andamento assunto dal movimento commerciale coll'estero durante il mese di settembre, avvertendo come per la prima volta da molto tempo a questa parte la bilancia commerciale, che era sempre stata a noi avversa con largo margine di passivo, si fosse finalmente cambiata in attiva lasciando un sensibile margine di eccedenza alle esportazioni in confronto colle importazioni. Si poteva supporre che si trattasse di un fenomeno accidentale e passeggero che non potesse facilmente ripetersi; il fatto della nostra dipendenza dall'estero per molte materie prime sembrava giustificare tale opinione.

Tuttavia l'andamento progressivo assunto dalla bilancia commerciale già ormai da molto tempo, manifestava una decisa e continuata tendenza alla riduzione dello squilibrio passivo e al graduale miglioramento del rapporto fra il valore delle merci importate e quello delle merci esportate. Il risultato ottenuto nel settembre non doveva essere quindi ritenuto come un evento puramente accidentale ma come l'indice di uno stato di cose maturato poco a poco come risultato di uno sforzo perseverante.

Ed ecco infatti i risultati del mese di ottobre confermare pienamente quelli del mese precedente, dando ancora una decisa prevalenza, in valore, alle esportazioni sopra le importazioni. Secondo i dati comunicati dalle Dogane le merci entrate in Italia dall'estero hanno rappresentato un valore totale di 790 milioni di lire; nell'ottobre 1930 le importazioni erano state ben maggiori arrivando a toccare i 1366 milioni di lire; si è dunque verificata, nel solo mese di ottobre una diminuzione nel valore delle importazioni di circa 576 milioni di lire, pari al 42 %.

Da parte loro le esportazioni, sotto la pressione crescente della crisi economica mondiale segnavano esse pure una diminuzione, mantenuta tuttavia in limiti molto più ristretti. Infatti mentre nell'ottobre dello scorso anno si erano verificate esportazioni per un valore di 1065 milioni di lire, quest'anno esse sono discese soltanto a 865 milioni di lire dando luogo a una contrazione di circa 239 milioni pari al 22,5 % circa, ma superando decisamente, come si vede, il valore delle importazioni nello stesso mese dell'anno in corso.

Mentre dunque nell'ottobre del 1930 la bilancia degli scambi commerciali coll'estero aveva dato luogo a uno squilibrio passivo a nostro carico pari a 300 milioni di lire circa, quest'anno essa permette di registrare un avanzo attivo che arriva a circa 36 milioni di lire.

Si tratta di piccola cosa rispetto al movimento totale dei capitali coinvolti dagli scambi commerciali coll'estero, ma è pur sempre un dato che ha valore in quanto ci dice quello che forse molti italiani non credevano possibile; la nostra capacità cioè a sottrarci all'onere fortissimo finora rappresentato per il nostro organismo finanziario dalla necessità di mandare all'estero somme fortissime pei pagamenti delle importazioni. Somme che noi dovevamo trarre da altre partite della bilancia dei pagamenti coll'estero.

Se ciò era possibile e relativamente facile in altri tempi quando le rimesse degli emigranti rappresentavano introiti ingentissimi e sicuri, quando il movimento turistico intenso accresceva la mole delle così dette esportazioni invisibili, e i noli marittimi delle nostre navi all'estero salivano a importi notevolissimi, è diventato più arduo oggi in cui le condizioni sono assai peggiorate. La crisi economica generale si è abbattuta anche sulle colonie dei nostri emigranti isterilendo le fonti dei loro guadagni e riducendo in larga misura la corrente d'invio dei risparmi in patria; il movimento turistico si è anche esso andato riducendo così di quantità come di qualità ed è destinato, col perseverare della crisi a ulteriormente ridursi; il mercato dei noli è notoriamente in forte disagio e non si risolleverà fino a quando non riprenderanno a intensificarsi le correnti dei traffici internazionali.

In queste condizioni di cose si comprende bene come la difesa dell'equilibrio finanziario nei pagamenti coll'estero diventi una questione preoccupante e delicata che può avere riflessi assai sensibili sull'andamento della nostra economia monetaria e sulla difesa della valuta. Assai importante è perciò la riduzione di ogni voce passiva di pagamenti e particolarmente di quella riguardante gli scambi commerciali che rappresenta un elemento precipuo di tale bilancio.

Se consideriamo i risultati ottenuti finora possiamo trarre argomento a constatazioni soddisfacenti.

Infatti estendendo il confronto al periodo dei primi dieci mesi dell'anno cioè dal gennaio all'ottobre noi vediamo che nel 1930 si erano importate tante merci per complessivi 14.432 milioni di lire, contro una massa di esportazioni rappresentante un valore di 10.109 milioni. Lo squilibrio era dunque arrivato, al 31 ottobre, a circa 4320 milioni di lire. Invece nei primi dieci mesi di quest'anno le importazioni si sono ridotte a 9894 milioni di lire, con una contrazione di 4538 milioni di lire pari al 36% circa, mentre le esportazioni arrivarono a 8236 milioni riducendosi soltanto di 1873 milioni cioè del 18 % circa. Per conseguenza nei primi dieci mesi del 1931 lo squilibrio commerciale si è ridotto a 1658 milioni di lire, e la bilancia dei pagamenti presenta un alleggerimento di circa 2672 milioni di lire in confronto dello scorso anno.

A questo favorevole risultato ha concorso anche il buon risultato della campagna granaria che ha permesso di ridurre notevolmente le importazioni di cereali. Infatti mentre nell'ottobre 1930 si erano importati 2.215.531 quintali di grano, nell'ottobre 1930 l'im-

portazione fu limitata a 74.224 quintali con una diminuzione di 2.141.307 quintali. Complessivamente dal 1° luglio al 31 ottobre 1930 si erano importati 6.367,771 quintali mentre nello stesso periodo di quest'anno si è scesi a 1.136.725 quintali cioè oltre 5 milioni di quintali in meno.

Nei riguardi del movimento delle esportazioni è interessante seguire oltre l'andamento del valore che esse rappresentano, anche quello quantitativo. Ora le statistiche di cui si dispone e che vanno dal 1° gennaio al 31 agosto, dicono che in tale periodo le esportazioni italiane segnano, quantitativamente, un aumento sensibile rispetto allo scorso anno. Sebbene parecchie voci, specialmente riguardanti articoli di lusso, segnino delle diminuzioni anche in quantità, molte altre voci sono in aumento e compensano la partita.

Fra le voci di esportazioni in aumento si distinguono specialmente molti prodotti agricoli (formaggi, vini, frutta, ortaggi, ecc.) ma vi sono anche prodotti industriali come la canapa, i filati di cotone, la seta artificiale, i tessuti di lana, ecc. Tutto ciò sta a documentare la costanza e l'abilità dei nostri industriali i quali, pur attraverso le innumerevoli difficoltà del momento, riescono a trovare nuovi sbocchi ai nostri prodotti.

*

Una grande operazione finanziaria è stata compiuta durante il mese di novembre, la quale riveste una importanza notevole nei riguardi di tutta la economia nazionale e costituisce un nuovo passo verso la restaurazione di quei normali e corretti rapporti di funzioni economiche che la guerra aveva sovvertito e che i procellosi tempi del dopo guerra avevano ancora maggiormente turbato.

Una delle più evidenti e deprecabili di queste alterazioni di funzioni era senza dubbio quella che si era andata realizzando nell'ambiente bancario. Era ben noto e da molte parti lamentato come le Banche durante la guerra e più ancora nel dopo guerra fossero andate assumendo una funzione di diretto finanziamento e, conseguentemente, di controllo rispetto alle industrie. Si veniva così a creare una situazione onerosa e pericolosa per le Banche stesse che restavano troppo strettamente legate al mutevole andamento delle attività industriali, e d'altra parte si veniva a togliere alle industrie quella elasticità e libertà di movimenti che costituivano, per un buon capitano d'industria, le condizioni fondamentali per un buon governo e un'opportuna manovra delle proprie risorse tecniche e commerciali.

La odierna operazione finanziaria non è che l'ultimo atto di un travaglio economico che si è presentato immediatamente al cessare della frenetica e contingente attività che tutte le industrie erano state chiamate ad esplicare durante la guerra. Sotto la pressione delle necessità belliche l'industria aveva dovuto concentrare la sua attenzione esclusivamente sull'aumento di produzione, anche trasgredendo o passando sopra ad altri canoni fondamentali della buona amministrazione.

Il finanziamento delle industrie durante la guerra fu assicurato ad ogni costo e in ogni modo. L'intervento bancario fu mezzo essenziale per tale finanziamento nel periodo di febbrile ampliamento degli impianti venendo così a creare dei legami di interessi ben differenti da quelli che preesistevano alla guerra e che sono consoni alla normale funzione bancaria.

Al cessare della guerra una soluzione di questa anormale situazione si imponeva ed essa fu successivamente tentata per varie vie. Non sono certo da nessuno dimenticate le pazzesche e rovinose manovre di scalata alle Banche, tentate da parecchi grandi industriali di guerra. Le manovre non riuscirono grazie alla energica resistenza degli uomini proposti alla difesa del pubblico risparmio e alla direzione delle Banche. E fu ventura che la scalata non riuscisse poiche le sue conseguenze sarebbero stata certamente funeste per l'economia nazionale in quanto l'asservimento delle Banche a particolari gruppi industriali avrebbbe significato inevitabilmente che le massa di risparmi in esse depositati sarebbe stata rivolta in modo esclusivo al finanziamento di quelle particolari industrie inaridendo così le sorgenti economiche per molte altre essenziali attività del Paese.

Fallito il tentativo di sovrapporre l'industria alla Banca si andò, più o meno volontariamente, delineando una sovrapposizione delle Banche alla industria. La massa dei finanziamenti già compiuti implicava la necessità di sostenere e quindi di controllare le industrie finanziate provvedendo anche ai loro bisogni di nuovi finanziamenti. A poco a poco le industrie vennero a perdere gran parte della loro indipendenza e si trovarono ad essere passate quasi insensibilmente in mano agli enti bancari.

Episodi clamorosi di tale stato di cose non sono mancati e a più riprese si sono visti gruppi industriali e imprese anche importanti e fiorenti passare di colpo in bianco da una mano all'altra col semplice giuoco di bussolotti di pacchetti di titoli. Quanto ciò fosse nocivo alla tranquillità ed alla serenità delle industrie è inutile sottolineare.

Ma se questa nuova fisonomia dei rapporti fra industria e Banca era dannoso alle industrie non lo era meno anche per le Banche. Queste, si trovarono ad aver convertito in pacchi di titoli gran parte delle loro disponibilità liquide che avevano erogato a favore delle industrie. Fatto questo, nuovo, fatte le debite proporzioni, nella storia delle nostre Banche, e che veniva a mettere le Banche stesse in una situazione per ora imbarazzante, ma che avrebbe potuto a un certo punto diventare pericolosa.

Era necessario mettere un arresto a tale andamento di cose che era per sè inevitabilmente destinato a peggiorare; i necessari sacrifici avrebbero trovato il loro compenso nella restituita libertà di azione alle industrie sane e nella rinomata disponibilità di mezzi degli Istituti bancari. Quest'ultima è condizione essenziale per la preparazione di quella ripresa generale che è nei voti di tutti e che non potrà mancare di delinearsi in un prossimo avvenire.

L'iniziativa fu presa della Banca Commerciale la quale per la sua stessa natura si trovava più delle altre addentrata nella anormale situazione che abbiamo descritta. Dopo una conveniente preparazione condotta con un riserbo completo e lodevolissimo venne provveduto d'un colpo alla smobilizzazione del portafoglio voluminosissimo di titoli industriali posseduto dalla Banca.

Il provvedimento fu preso in pieno accordo col Governo nazionale il quale opportunamente intervenne a rendere possibile questa operazione che involgeva interessi trascendenti quelli della sola Banca Commerciale e che avevano portata vastissima sulla economia di tutta la Nazione.

Si addivenne così alla costituzione di un Istituto Mobiliare Italiano, nuovo ente finanziario con compiti ed indirizzi ben definiti e precisi, distinti nettamente da quelli di una Banca ordinaria. Il compito principale di tale ente è quello di concedere finanziamenti mediante assunzione di partecipazioni azionarie e mediante mutui non superiori a dieci anni contro garanzia di valori azionari.

L'Istituto Mobiliare è autorizzato ad emettere titoli al portatore rappresentativi della proprietà di speciali gruppi di valori azionari che saranno costituiti in gestione fiduciaria per conto e nell'interesse dei portatori dei titoli emessi dall'Istituto. Inoltre esso può emettere serie di obbligazioni fruttifere di un interesse annuo e di partecipazione ai dividendi di speciali gruppi di valori azionari. Finalmente l'Istituto è autorizzato ad emettere obbligazioni ad interesse annuo con o senza speciali garanzie.

E' fatta invece esplicita proibizione all'Istituto Mobiliare di accogliere depositi a risparmio o assumere debiti in conto corrente. Speciali disposizioni sono state stabilite per garantire la solidità del nuovo ente finanziario. Una fortissima percentuale degli utili netti dovrà ogni anno essere devoluta alla riserva.

Gli utili dovranno infatti essere così distribuiti: 20 % alla riserva, poi dopo avere versato agli enti che entrano a costituire il capitale dell'Istituto un interesse del 5 %, le rimanenze dovranno essere devolute per il 75 % alle riserve e per il 25 % agli enti costituenti il capitale. L'Istituto è posto sotto la diretta sorveglianza del Ministero delle Finanze di concerto con quello delle Corporazioni.

Il capitale del nuovo Istituto che, per legge doveva essere non inferiore a 500 milioni di lire, è stato costituito colla partecipazione di parecchi enti finanziari e industriali. La Cassa Depositi e Prestiti vi ha partecipato per metà del capitale totale, l'altra parte venne distribuita fra un rilevante numero di altri partecipanti in modo da distribuire l'onere immediato e il vantaggio futuro. E' stato poi stabilito per legge che ciascuno dei partecipanti a costituire il capitale dell'Istituto Mobiliare è responsabile soltanto fino all'ammontare della quota sottoscritta.

Le operazioni relative alla costituzione del nuovo ente sono state condotte con grande rapidità cosicchè l'Istituto ha potuto entrare in funzione già nei primi giorni del mese di dicembre. A presiederlo è stato chiamato il Sen. Meyer e la designazione ha riscosso le generali approvazioni. Gli ambienti finanziari hanno, senza eccezione, salutato con vivo compiacimento l'istituzione dell'Istituto Mobiliare dal quale trarrà giovamento il mercato dei capitali e sarà facilitata la più rapida circolazione dei mezzi di pagamento data la ricuperata agilità degli Istituti bancari.

L'operazione riguarda con speciale interesse le imprese elettriche come quelle che, impegnando nelle costruzioni masse ingentissime di capitale, erano state forse più delle altre industrie coinvolte nella anormale situazione economica di cui abbiamo fatto cenno. Il portafoglio dell'Istituto Mobiliare è costituito in buona parte da titoli di Società Elettriche. L'importanza economica che l'industria elettrica ha assunto attualmente nel nostro Paese può essere opportunamente documentata da alcune cifre.

Risulta infatti che al 1° novembre 1931, il capitale che era investito nelle imprese elettriche italiane di carattere privato ammontava a più di 12.247 milioni di lire, mentre era di 10.920 milioni di lire al 1° gennaio di questo stesso anno. Questo rapido incremento di capitale, che è stato di più di 1300 milioni in undici mesi, pur nel periodo di crisi attuale, documenta in modo evidente le grandi necessità di finanziamento di questa industria. E' interessante osservare come, di pari passo coll'aumento del capitale complessivo si vada svolgendo il processo di concentrazione delle aziende. Infatti dal 1° gennaio al 1° novembre di quest'anno il numero delle Società elettriche italiane è diminuito da 1215 a 1205. Vi sono fra esse 217 anonime con più di un milione di capitale e 39 Società non anonime che hanno pure più di un milione di capitale. Le altre sono piccole Società con meno di un milione.

*

Come era facile prevedere e come annunziavamo anche nelle precedenti Note, il bilancio dello Stato continua a risentire duramente i contraccolpi della crisi generale. Il disavanzo mensile non cessa di accumularsi ed ha già raggiunto una cifra cospicua. Tuttavia si può segnalare con compiacimento che questo avanzo mensile tende a ridursi progressivamente.

Infatti nel mese di ottobre la part effettiva del bilancio ha presentato accertamenti di entrate per 1564 milioni di lire mentre gli impegni di spesa salivano a 1799 milioni di lire. Ne è derivato quindi

un disavanzo di 235 milioni nel mese di ottobre, cifra tutt'altro che trascurabile ma pur tuttavia inferiore alla media del disavanzo dei mesi precedenti del corrente esercizio la quale risulta di 288 milioni.

Si delinea quindi un andamento analogo a quello che si è verificato nello scorso anno e che ha permesso di contenere il disavanzo finale di esercizio entro limiti molto inferiori a quelli che potevano presumersi in base alle risultanze dei primi mesi dell'esercizio. Complessivamente, il deficit, che era già arrivato a 864 milioni di lire alla fine di settembre, si eleva ulteriormente fino a 1099 milioni alla fine del mese di ottobre.

A sua volta la categoria del movimento capitali ha presentato nell'ottobre una eccedenza passiva di 68 milioni. Nell'insieme delle due categorie si arriva quindi dopo quattro mesi di esercizio finanziario ad un disavanzo totale di circa 1167 milioni di lire. Nello scorso anno, alla stessa data il disavanzo era arrivato a 729 milioni di lire; abbiamo dunque quest'anno un peggioramento di circa 438 milioni lire, peggioramento giustificato dall'acuirsi della crisi generale e già considerato nelle previsioni di bilancio.

Sempre in condizioni di soddisfacente disponibilità si presenta la Cassa. Al 31 ottobre si aveva infatti un fondo di cassa, disponibile e immediatamente spendibile, di 2574 milioni dei quali 2309 milioni presso la Banca d'Italia in conto corrente, e 265 milioni presso la Tesoreria, la Zecca o i corrispondenti del Tesoro all'estero.

Un aumento di 156 milioni di lire si riscontra nei debiti pubblici interni il cui ammontare complessivo è arrivato a 92.328 milioni di lire. L'aumento è dovuto al debito fluttuante in conseguenza di maggiori fondi affluito sui conti correnti col Tesoro.

In ulteriore diminuzione, per circa 40 milioni, è la circolazione bancaria che è scesa a 14.441 milioni di lire.

E' stata distribuita la Relazione della Giunta del Bilancio alla Camera per il bilancio consuntivo dell'esercizio ultimo 1930-31 che, come è noto, si è chiuso con un deficit di circa 800 milioni di lire. E' a questo proposito interessante di mettere a confronto questo risultato colle cifre presentate dai bilanci degli altri Paesi. Questo, non per trarne vano motivo di conforto, ma per ben inquadrare il fenomeno che ci riguarda, nel più complesso quadro della economia generale e trarne quindi motivo per più esattamente valutare la nostra situazione.

Il bilancio preventivo francese per l'esercizio finanziario 1930-31 era stato compilato sulla base di un avanzo attivo, piccolo perchè limitato a 67 milioni di franchi ma pur sempre attivo. La chiusura di bilancio ha invece presentato, secondo le notizie ufficiali, un disavanzo di due miliardi di franchi. Per il 1931-32 si prevede un deficit notevolmente superiore a questo.

L'Inghilterra che già aveva sofferto di un disavanzo di oltre 14 milioni e mezzo di sterline, pari a circa 1300 milioni di lire, nell'esercizio precedente del 1929-30, è arrivata nel 1930-31 a un disavanzo di oltre 25 milioni di sterline, pari cioè a circa 2200 milioni di lire (sulla base della sterlina a 90).

Le condizioni del bilancio tedesco sono notoriamente gravissime. L'esercizio 1930-31 ha presentato 1240 milioni di marchi di deficit corrispondenti a più di 5 miliardi e mezzo di lire. Nell'esercizio 1931-1932 si è già andato accumulando un disavanzo di 574 milioni di marchi, pari a 2600 milioni di lire circa.

Nel Belgio si è avuto un disavanzo di 1200 milioni di franchi nel 1930 e se ne prevede uno di circa 2 miliardi di franchi nel 1931.

Perfino negli Stati Uniti mentre il preventivo 1930-31 contemplava un avanzo attivo di 122.788.966 dollari, si è chiuso l'esercizio con un deficit di oltre 900 milioni di dollari pari a circa 17 miliardi di lire, mentre si nota un aumento di 600 milioni di dollari (pari a circa 9 miliardi di lire) nel debito pubblico.

Nemmeno il lontano Giappone si sottrae alla sorte comune. Mentre le previsioni del bilancio 1929-30 contemplavano il pareggio, nonostante forti riduzioni di spese e sospensioni di importanti programmi di opere pubbliche, il bilancio chiudeva con 170 milioni di yen (pari a 1500 milioni di lire) di deficit. Anche il bilancio 1930-31 si è chiuso con un deficit di 169 milioni di yen e le condizioni si presentano peggiori per l'esercizio in corso.

*

La crisi industriale presenta sempre le stesse caratteristiche, nè è dato ancora di intravedere l'inizio della soluzione.

La disoccupazione è in sensibile incremento, come era facile di prevedere. Dai 747.764 operai senza lavoro che si avevano alla fine del mese di settembre, siamo saliti a 799.744 alla fine del mese di ottobre; si è dunque verificato un aumento di circa 50.000 individui rimasti senza lavoro durante l'ottobre. Il fenomeno è assai più pronunciato che nello scorso anno perchè al 31 ottobre 1930 il numero dei disoccupati era di 446.496; l'aumento è stato di circa 350.000 pari a circa l'80 %.

E' inevitabile che tale cifra abbia ad aumentare ulteriormente in misura notevole coll'avanzarsi della stagione invernale. In tutti i Paesi del mondo il fenomeno prosegue collo stesso andamento e costituisce una delle manifestazioni più gravi e più dolorose di questo periodo di crisi generale.

I soliti indici della produzione delle diverse industrie continuano ad indicare una restrizione di attività nei confronti del corrispondente periodo dello scorso anno.

L'energia elettrica prodotta durante l'ottobre di quest'anno è stata di circa 865 milioni di kWh in confronto di 892 milioni nell'ottobre 1930. Queste cifre sono desunte dalle statistiche della «Unfiel» le quali riguardano circa il 93 % della produzione totale di energia elettrica in Italia. Si è dunque avuta una diminuzione di circa 27 milioni di kWh nel mese di ottobre, pari al 3,1 %; la diminuzione più forte si è verificata nell'Italia Settentrionale che passa da 664 a 641 milioni di kWh, mentre è stata assai limitata nell'Italia Centrale che è scesa da 112 a 109 milioni di kWh, e quasi insensibile nell'Italia Meridionale e Insulare dove la produzione è passata da 116 a 115 milioni. Complessivamente nei primi dieci mesi dell'anno in corso la produzione di energia elettrica è passata da 8569 milioni di kWh nel 1930 a 8309 milioni nel 1931, con una contrazione di 260 milioni di kWh pari al 3,03 %.

La produzione dell'acciaio durante l'ottobre di quest'anno, per quanto superiore a quella del mese di settembre, resta alquanto inferiore alla produzione dell'ottobre 1930; si sono infatti prodotti 130.286 tonnellate di acciaio nell'ottobre 1931, contro 122.440 tonnellate nel settembre 1931 e 155.897 tonnellate nell'ottobre 1930.

La produzione della ghisa nell'ottobre di quest'anno è stata di 41.153 tonnellate, inferiore quindi sia a quella del settembre 1931, che è stata di 43.121 tonnellate, sia a quella dell'ottobre 1931, arrivata a 48.594 tonnellate.

Nel settembre di quest'anno si sono prodotte 120.298 tonnellate di laminati di ferro, superando la produzione del precedente mese di settembre che era stata di 99.681 tonnellate ma restando notevolmente al di sotto di quella dell'ottobre 1931 che aveva raggiunto le 145.586 tonnellate.

Complessivamente nei primi dieci mesi dell'anno in corso si sono prodotte 425.812 tonnellate di ghisa e 1.229.982 tonnellate di acciaio mentre nel corrispondente periodo dell'anno scorso si erano toccate le 448.715 tonnellate di ghisa e 1.523.997 tonnellate di acciaio. Nei primi nove mesi del 1931 la produzione dei laminati di ferro è stata di 1.024.499 tonnellate mentre era stata di 1.263.259 tonnellate nei primi nove mesi del 1930.

Abbastanza sostenuta si mantiene invece la produzione di alcuni metalli secondari; così quello del piombo che è stata di 20.198 tonnellate nei primi dieci mesi del 1931 mentre era stata di 19.948 tonnellate nello stesso periodo del 1930; l'alluminio è salito da 6878 tonnellate nei primi dieci mesi del 1930 a 9118 tonnellate nei primi dieci mesi dell'anno in corso; nello stesso periodo la produzione del rame passava da 261 tonnellate nel 1930 a 721 tonnellate nel 1931; l'antimonio passava da 142 tonnellate a 221 tonnellate.

In diminuzione è la produzione del mercurio che da 1500 tonnellate nei primi dieci mesi del 1930 è scesa a 988 tonnellate nel 1931; quella dello zinco passata da 15.425 tonnellate a 13.378 tonnellate; e quella delle leghe speciali di ferro che da 39.271 tonnellate nei primi dieci mesi dello scorso anno, è scesa nel 1930 a 28.184 tonnellate.

Secondo i dati pubblicati dal Ministero delle Corporazioni durante i primi nove mesi del 1931 si sono prodotti 23.720.916 quintali di cemento in confronto di 26.739.714 quintali nello stesso periodo del 1930. Sempre nei primi nove mesi la produzione dei superfosfati è scesa da 10.900.766 quintali a 6.301.587 quintali, e quella della carta da 2.572.452 quintali nel 1930 è scesa a 2.428.020 quintali nel 1931.

Un aumento segna invece la produzione della seta artificiale passata da 22.650 tonnellate nei primi nove mesi dell'anno scorso, a 25.514 tonnellate nello stesso periodo di quest'anno; altrettanto si può dire della produzione del solfato di rame passata da 520.966 quintali nel 1930 a 608.122 quintali nel 1931.

I traffici sia ferroviari che portuali, rispecchiano naturalmente lo stato di contrazione dell'attività generale del Paese.

Nell'ottobre dell'anno scorso le merci trasportate dalle FF. SS. per conto di privati erano sitate di oltre 5 milioni di tonnellate; questa cifra è scesa a 4.082.373 tonnellate nell'ottobre del 1931, superando di poco quella del precedente mese di settembre che è stata di 4 milioni e 079.281 tonnellate. Complessivamente nei primi dieci mesi di quest'anno il tonnellaggio delle merci trasportate per conto di privati è stato di 37.650.784 tonnellate contro 45.956.295 tonnellate nello stesso periodo dello scorso anno; la diminuzione è stata di oltre 8 milioni di tonnellate, quasi pari quindi al 18 %. Se ne può dedurre la difficoltà di bilancio che ne deriva all'Azienda ferroviaria e che non potrà non ripercuotersi sul bilancio dello Stato.

Le merci caricate o scaricate nei porti hanno rappresentato durante l'ottobre ora decorso 2.719.254 tonn. in confronto a 2.740.689 tonnellate che si erano avute nel precedente mese di settembre, e a 3.276.788 tonnellate nell'ottobbre del 1931. Complessivamente nei primi dieci mesi di quest'anno il traffico delle merci nei porti è stato di 27.407.336 mentre era stato di 30.159.180 tonnellate nei primi dieci mesi del 1930. Si è avuta quindi una diminuzione di quasi tre milioni di tonnellate pari a poco meno del 10 %.

*

L'andamento delle Borse anche durante il mese di novembre non è stato affatto soddisfacente. Una leggera ventata di ottimismo manifestatasi nella seconda ottava e che aveva fatto nascere qualche speranza di un migliore orientamento si è rapidamente smorzata e il mercato è tornato a farsi pesante e svogliato. Il volume delle contrattazioni si è mantenuto assai limitato fuorchè in alcune poche sedute. Le quotazioni dopo una effimera ripresa hanno assunto nuovamente un andamento cedente che si estende a tutte le categorie di valori.

Una nota speciale e completamente diversa dall'intonazione generale è portata dai titoli dello Stato i quali si dimostrano in modo

sempre più evidente e deciso indipendenti ormai dal rimanente del mercato borsistico. Sia il Consolidato che la Rendita hanno resistito ad ogni tendenza pesante e segnano anzi sensibili progressi.

Relativamente in buona vista sono stati i Bancari, abbastanza ben sostenuti e discretamente trattati.

Pochi affari nei tessili che chiudono con qualche accenno di maggiore fermezza.

Pesanti i titoli meccanici e metallurgici e gli immobiliari. Trascurati i titoli di esportazione. Incerti i saccariferi.

Gli elettrici segnano nuove falcidie su quasi tutta la quota.

RENATO SAN NICOLO'.

*

Variazioni dei titoli elettrici nel mese di novembre.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	500	458,—	457,—	441,—
Lombarda	500	271,—	285,50	277,—
Bresciana	200	162,—	161,50	159,—
Adamello	250	125,—	125,—	124,—
Unione Esercizi Elettrici	50	29,25	30,—	27,75
Elettricità Alta Italia	250	64,—	88,—	90,—
Officine Elettriche Genovesi	250	—,—	—,—	—,—
Adriatica	100	139,50	140,—	139,50
Compagnia Imprese Elettriche Liguri	175	148,—	152,—	150,—
Ligure Toscana	200	218,50	222,—	220,50
Generale Elettr. della Sicilia	100	52,—	51,75	49,50
Elettrica Brioschi	250	240,—	230,—	192,—
Emiliana Esercizi Elettrici	350	275,—	278,—	264,—
Forze Idrauliche Crespi	375	285,—	280,—	264,—
Elettrica Valdarno	100	117,50	120,—	119,—
Tirso	250	150 —	150 —	154,50
Terni	400	280,—	285,50	275,—
Meridionale di Elettricità	250	187,—	194,50	190,—
Idroelettrica Piemontese	125	68,50	76,—	70,50
Dinamo	200	144,—	145,—	144,25
Elettricità e Gas di Roma	500	762,—	747,—	747,—

Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di novembre.

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI

Carboni da vapore:						
Cardiff primario	L.	147,—	a	L.	150,—	alla tonn.
Americano	»	—,—	»	»	—,—	»
Slesia	»	130,—	»	»	133,—	»
Sarre	»	140,—	»	»	143,—	»
Antraciti:						
Inglese primaria (in pezzatura)	L.	235,—	a	L.	273,—	alla tonn.
Tedesca (in pezzatura)	»	275,—	»	»	300,—	»
Coke:						
Coke da gas nazionale	L.	200,—	a	L.	205,—	alla tonn.
» metallurgico inglese	»	175,—	»	»	178,—	»
» » nazionale	»	172,—	»	»	175,—	»
Petrolio	»	199,30	»	»	219,30	al Q.le
Nafta:						
Per Diesel	L.	600,—	a	L.	620,—	alla tonn.
Per caldaie	»	260,—	»	»	280,—	»
Benzina in fusti	»	251,—	»	»	311,—	al Q.le

METALLI

Ghisa:						
Eglinton N. 1	L.	530,—	a	L.	550,—	alla tonn.
Middlesbrò N. 3	»	390,—	»	»	420,—	»
Ematite	»	430,—	»	»	450,—	»
Lussemburgo-Lorena	»	385,—	»	»	390,—	»
Ferro:						
Laminato omogeneo	L.	74,50	a	L.	76,50	al Q.le
Poutrelles	»	72,50	»	»	—,—	»
Lamiere da 4 mm. in più	»	82,50	»	»	—,—	»
Acciaio:						
Rapido per utensili	L.	400,—	a	L.	7000,—	al Q.le
Martin resist. 50-70	»	95,—	»	»	140,—	»
Tubi bollitori	»	275,—	»	»	330,—	»
Rame:						
Elettrolitico	L.	350,—	a	L.	380,—	al Q.le
In fogli comuni	»	540,—	»	»	565,—	»
In barre tonde e quadre	»	565,—	»	»	595,—	»
Stagno in pani	»	1190,—	»	»	1290,—	»
Zinco in pani 1ª fusione	»	176,—	»	»	185,—	»
Piombo in pani 1ª fusione	»	160,—	»	»	175,—	»
Antimonio in pani	»	430,—	»	»	450,—	»
Ottone in barre	»	380,—	»	»	395,—	»
Alluminio in pani	»	850,—	»	»	900,—	»

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE - COMITATO RADIOTELEGRAFICO. *Dati e Memorie sulle radiocomunicazioni* - vol. III. - Roma, Istituto Poligrafico dello Stato, 1931. — Un volume di cm 15×22, di 713 pagine con 195 figure.

I progressi realizzati dalla radio, e le possibilità che s'intuiscono e s'intravedono in questo interessantissimo campo dell'attività scientifica e tecnica mondiale, rendono sempre più complesso il compito delle Amministrazioni e degli Enti privati interessati nelle radiocomunicazioni, cui è indispensabile poter disporre, in modo facilmente accessibile, del materiale bibliografico più aggiornato. A ciò risponde assai bene la pubblicazione «*Dati e Memorie sulle Radiocomunicazioni*» preparata, anche quest'anno, dal Comitato R. T. del Consiglio Nazionale delle Ricerche, con la collaborazione di una trentina fra membri ordinari ed aderenti del Consiglio medesimo. Il volume è diviso nelle seguenti sezioni, comprendenti in complesso 33 memorie, di cui una ventina relativa a ricerche originali fatte dai rispettivi relatori: I) Memorie relative alla propagazione delle onde, alla loro assegnazione ai vari servizi, ed ai disturbi alle radioaudizioni; II) Memorie relative alla tecnica degli apparati R. T.; III) Memorie relative alle misure R. T.; IV) Memorie relative ai circuiti elettrici impiegati nella tecnica delle trasmissioni; V) Parte legislativa; VI) Cenni sugli Istituti scientifici; VII) Terminologia radiotecnica; VIII) Bibliografia.

La prima sezione comprende due memorie d'indole generale ed altre tre riferentisi a ricerche originali. Le due memorie generali trattano: l'una delle teorie avanzate e sostenute intorno alla natura della luce, dalla teoria corpuscolare alla ondulatoria ed elettromagnetica, riportando le ragioni analitiche dimostranti l'identità delle onde luminose con le onde elettromagnetiche ed i valori più attendibili della velocità di queste ultime, che è necessario conoscere per passare dalla frequenza alla lunghezza d'onda; l'altra si riferisce all'argomento, ora di piena attualità, della precisione delle radiofrequenze, per quanto riguarda ondametri, tolleranza ammissibile nello scarto di frequenza dei trasmettitori, larghezza delle emissioni, armoniche e selettività dei ricevitori, nonchè della distribuzione delle stesse radiofrequenze, specialmente nelle gamme superiori ai 6000 kc/s. Le altre tre memorie concernono studi ed osservazioni sul tipo, la frequenza, l'origine e la direzione di propagazione dei radioatmosferici e trattano dei legami esistenti fra fenomeni meteorologici e propagazione delle radioonde.

La seconda sezione contiene quattro memorie di carattere generale, riguardanti lo sviluppo dei servizi radioelettrici della Marina Mercantile italiana, i circuiti interurbani usati nelle radiodiffusioni, l'introduzione di apparecchi telegrafici stampanti nei collegamenti r. t. e la trasmissione di immagini da aerei a terra e viceversa; una interessante relazione sull'attrezzamento ad onde corte del Centro Italo-Radio di Roma e quattro studi originali sui tubi a vuoto. La terza e quarta sezione comprendono cinque importanti memorie relative a metodi impiegati nella misura delle radiofrequenze (in cui si sono affermati così brillantemente l'Istituto P. T. di Roma e quello della R. Marina di Livorno), uno studio sui filtri d'onda e varie altre relazioni concernenti misure sui ricevitori e sui tubi termoionici, e taratura di strumenti r. t. e radiogoniometri. La sezione quinta è riservata alla parte legislativa della Radio, che va acquistando sempre maggiore importanza nel campo interno ed in quello internazionale, e la sesta contiene quattro relazioni sull'attività radioelettrica dell'Istituto Sperimentale P. T., dell'Istituto e dell'Officina del Genio militare e dell'Istituto E. C. di Livorno. Infine, la settima e l'ottava sezione comprendono rispettivamente un primo saggio di terminologia radiotecnica italiana ed una accurata bibliografia (112 pagine) di opere, memorie e studi vari sulla radio.

La terminologia radiotecnica consta di 280 definizioni, tradotte dal testo originale del Comitato di Standardizzazione americano e rivedute dai nostri tecnici. L'idea di esprimere e definire i numerosi termini della radioelettricità (di cui molti risentono ancora dell'origine straniera) con voci completamente italiane non può non essere bene accolta nel nostro mondo tecnico, ed è da augurarsi che si risponda con buona messe di proposte all'invito di rimettere al Comitato R. T. (Roma, Via del Seminario, 76) le eventuali aggiunte e modificazioni da apportarsi all'attuale elenco. Quanto alla bibliografia, sarebbe desiderabile che nel nuovo volume non venisse omessa anche la suddivisione per materie, onde facilitare la ricerca di opere e pubblicazioni su determinanti argomenti di questo ramo così complesso dell'elettrotecnica.

G. Mf.

*

G. CAETANI. — *Codice Caetani della Divina Commedia* (Roma - Libreria Fratelli Treves - Prezzo di prenotazione L. 1000).

Sebbene non rientri nello stretto campo di competenza del nostro giornale, segnaliamo volentieri questa pubblicazione sia perchè quanto tocca da vicino l'opera del sommo Poeta è sempre di interesse generale di tutti gli italiani, sia perchè essa conferma la mirabile versatilità del suo autore, S. E. Don Gelasio Caetani, buon amico della nostra Associazione, membro per tante ragioni autorevole della grande famiglia degli ingegneri italiani.

La pubblicazione riproduce il manoscritto del codice della Commedia di proprietà dell'archivio della famiglia Caetani. Il codice, che risale al XV secolo ed è ben noto ai cultori degli studi danteschi, viene edito per la prima volta integralmente «ad litteram», colle postille e i commenti di Marsilio Ficino.

La edizione, che viene eseguita in tipo di gran lusso, costituirà oltrechè un documento importante per gli studiosi, anche un pregiato ornamento di ogni biblioteca.

*

U. NANUSSI - A. STAINER. — *I convertitori a vapore di mercurio e l'elettrificazione della ferrovia di Val di Fiemme nel Trentino.* - Trento, Tip. Artigianelli, 1931 (ordinazioni alla Casella Postale 62 - Trento) - Un volumetto di cm. 17 × 24, 40 pagine e 12 figure - Prezzo L. 6.

L'opuscolo è diviso in cinque capitoli:

1° Com'è costruito e come funziona un convertitore a vapori di mercurio.

2° Gli accessori.

3° L'esercizio del convertitore a vapori di mercurio e le sue applicazioni.

4° Breve descrizione della sottostazione di conversione di S. Lugano.

5° Informazioni sui lavori di sistemazione ed elettrificazione della Ferrovia Ora-Predazzo in Val di Fiemme.

Ed una appendice sulla trasformazione dei deviatoi resasi necessaria nel passare dalla trazione a vapore a quella elettrica.

La trattazione è fatta in forma piana ed il volumetto può essere letto con profitto dai non specializzati che vogliono rendersi qualitativamente conto del lato fisico dei fenomeni e delle caratteristiche ed esigenze dei raddrizzatori a vapore di mercurio in quanto si riferisce al loro particolare impiego nella trazione.

*

O. MURANI. — *Trattato elementare di Fisica* - Vol. II: *Ottica ed Elettricità* VIII edizione. — Milano, U. Hoepli, 1931. - Un volume di cm. 17×24 di 1132 pagine con 861 figure. - Prezzo L. 54.

Il Trattato di Fisica del Prof. Murani è troppo noto nel campo degli studiosi e dei tecnici perchè occorra parlarne diffusamente; molte generazioni di ingegneri si sono formate su questo libro che riassume l'attività didattica dell'illustre professore del Politecnico di Milano da pochi anni ritiratosi dall'insegnamento.

La nuova edizione del II volume conserva i noti pregi di chiarezza e di semplicità di esposizione che caratterizzano l'opera, ma presenta, nei riguardi delle precedenti edizioni, parecchie aggiunte.

Sono in particolar modo interessanti i nuovi paragrafi dedicati agli spettri ad alta frequenza e alle esperienze e agli studi del Moseley sull'argomento. Le nuove vedute sulla costituzione della materia e sulla intima struttura dell'atomo sono esposte con qualche larghezza in un apposito capitolo completamente nuovo, che accenna anche alla teoria dei quanta e alle ipotesi di Einstein.

Il libro viene così portato, per quanto è possibile in un'opera di carattere elementare, al livello degli ultimi progressi della fisica sperimentale moderna.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

L. PONTECORVO. — *La linea de contacto de los ferrocarriles vascongados.* — Anales de la Associaçion de Ingenieros, 1929. — Un vol. 20,5×25,7, di 58 pag. con 79. figure.

Dr. Ing. LELLO PONTECORVO. — *Sistema autocompensato di linea di contatto a catenarie incrociato nella elettrificazione delle ferrovie basche.* — Estratto della Rivista tecnica delle Ferrovie Italiane, anno XX, vol. XXXIV, n. 2, 15 febbraio 1931. — Un volume di 21,5×30 cm, di 24 pag. con 31 figure.

Ing. PIETRO PENNACCHIETTO. — *I miei sei studi di microtelevisione.* Jesi - Stab. Tipografico Gregori, 1931. — Un vol. di 17,2×22,2 cm, di 5 pag.

Ing. DINO ADANTI. — *L'illuminazione elettrica.* — Unione Tipografica Editrice Torinese. — Un volume di 17,5×24,5 cm, rilegato, di 368 pagine con 212 figure. — Prezzo L. 40.

Ing. FRANCO FED. SALERNO. — *La tecnologia del cemento Portland.* — Ulrico Hoepli - Milano, 1931. — Un vol. di 16,9×24,2 cm, di 350 pagine con 143 figure, 3 tavole e 60 tabelle. — Prezzo L. 48.

GIUSEPPE PESSION. — *Misure radiotecniche.* — Prefazione di Giancarlo Vallauri. — U. Hoepli - Milano, 1931. — Un volume di 16,5×24 cm, di 688 pagine con 307 figure. — Prezzo L. 68.

Dr. NORMAN R. CAMPBELL and DOROTHY RITCHIE. — *Photoelectric-cells.* — Sir Isaac Pitman and Sons Ltd. — Un vol. di 14,2×22 cm, rilegato, di 217 pagine con 41 figure. — Prezzo 15 scellini.

Dr. Ing. RUDOLF RICHTER. — *Elektrische Maschinen.* — Berlino - Julius Springer, 1930. — Un volume di 16×25,7 cm, di 707 pag., con 519 figure. — Prezzo 39 marchi, rilegato.

Photoelectric cells and their applications. — A discussion at a joint meeting of the physical and optical societies - june 4 and 5, 1930. — John S. Anderson Edison - Physical and Optical Societies. — 1 Lowther Gardens Exibition Road South Kensington - London S. W. I. — Un vol. di 18×26 cm, di 236 pag., con parecchie figure. — Prezzo 12 scellini e 6 pence.

OSWALD BURGER. — *Berechnung von Drehstrom Kraftübertragungen.* Berlino - Julius Springer, 1931. — Un vol. 14,5×22 cm, di 183 pagine con 55 figure. — Prezzo, marchi 13,50.

Prof. Dott. W. BERMBACH. — *Gli accumulatori* - Traduzione del Dott. Ing. C. E. Galimberti. — Unione Tipografica Editrice Torinese. Un vol., rilegato, di 17,5×25 cm, di 194 pagine con 108 figure. Prezzo L. 28.

VINCENT C. POOR. PH. D. — *Electricity and Magnetism* — New York - John Wiley of Sons Inc. — Un volume rilegato di 14,5×23,5 cm di 183 pagine.

Ing. A. NANNI. — *Mamma geometria.* — G. Lavagnolo, Editore Torino 1931. — 1 volume 12.4 × 16.8 cm., di 384 pag. con 220 fig. — Prezzo L. 14.

MARIO GATTI. — *Magneto e spinterogeno.* — G. Lavagnolo, Editore, Torino 1931. — 1 volume 12.4 × 16.8 cm, di 197 pag. con 120 figure. — Prezzo L. 8.

BLASIUS. — *Waermelehre.* —Boysen & Maasch, Hamburg 1931. — 1 vol. 14.5×22.5 cm. di 231 pag. con 87 figure.

FELICE DEL FORNO. — *La riparazione degli apparecchi radio.* — G. Lavagnolo, Editore, Torino 1931. — 1 vol. 12.4 × 16.8 cm di 172 pagine con 71 fig. — Prezzo L. 8.

Annuario delle Acque d'Italia 1931-IX. — Associazione per le Acque Pubbliche d'Italia. — 1 vol. 12.5 × 18.5 cm. di 565 pag. con diverse figure.

ERNST A. GUILLEMIN Ph. D. *Communication Networks* - Vol. 1. — New York, John Wiley & Sons. Inc. — 1 vol. rilegato 14.5×23.5 di 425 pag. con 145 figure.

Ing. F. LAURENTI — *I generatori e le motrici a gas.* — U. Hoepli, Milano 1931. — 1 vol. rilegato 10.8 × 15.7 cm. di 550 pag. con 307 figure.

M. TH. VAUTIER. — *Recherches expérimentales sur la propagation d'ondes aériennes dans un long tuyau cylindrique.* — Masson & C. Editeur, 120 Boul. St. Germain, Paris VIe. — 1 volume 15.3 × 24 cm. di 626 pag. con 69 figure.

ORESTE MURANI. — *Trattato elementare di fisica* - Vol. II *Ottica e elettricità.* — U. Hoepli, Milano 1931. — 1 vol. 17 × 24 cm. di 1132 pag. con 861 figure. — Prezzo L. 54.

WILLIAM LE ROY EMMET. — *The autobiography of an Engineer.* — 1931, Fort Orange Press - Albany - New York. — 1 vol. rilegato 15 × 22 cm. di 213 pagine con alcune figure.

Under ground system reference book. — National Electric Light Ass. — 420 Lexington Avenue New York, N. Y. — 1 vol. rilegato 22.5 × 29 cm. di 377 pag. con 34 figure.

C. M. R. BALDI. — *Talking Pictures and acoustics.* — London - The Electrical Review 4 Ludgate Hill E. C. 4, 1931. — 1 volume rilegato di 126 pag. con 70 figure.

Dr. Ing. H. MULLER. — *Die Herstellug Papierisolierter Starkstromkabell.* — Julius Springer 1931, Berlin. — 1 volume 16,4×24 cm. di 132 pag. con 43 figure.

Dr. Ing. TH. BUCHHOLD und Dipl. Ing. F. TRAWNIK. — *Die Elektrischen Ausrustungen der Gleichstrombahnen.* — Verlag von Julius Springer, Berlin 1931. — 1 vol. rilegato 16 × 23.5 cm. di 312 pag. con 267 figure.

T. HODGSON. — *Applied mathematics for engineers.* — Chapman & Hall Ltd. 11 Henriette Street W. C. 2 London. — 1931 vol. III, rilegato 14.5 × 22.5 cm. di 320 pag. con 126 fig. — Prezzo 13 scell. 6 pence.

W. TRINKS. — *Industrieöfen.* — Volume II Berlino - V D I Verlag G. M. B. H. 1931, rilegato 15.5 × 21 cm. di 398 pag. con 292 figure.

ERNEST JUILLARD. — *Die Selbsstättige Regelung elektrischer Maschinen.* — Berlino - Julius Springer 1931. — 1 vol. 16.5×24.5 di 165 pag. con 71 fit.

M. BARRERE. — *Commutatrices et convertisseurs rotatifs.* — Encyclopedie d'électricité Industrielle. — 1 vol. 15.7 × 23.4 cm. di 492 pag. con 371 figure.

Sperlings Zeitschriften - u. Zeitungs Adressbuch 1931. — Verlag des Börsenvereins der Deutschen Buchhändler - Leipzig. — 1 volume 16.8×24 di 844 pagine

D. C. PRINCE - F. R. VOGDES - O. GRAMISCH. — *Quecksilberdampfgleichrichter.* — 1 volume rilegato 17×24 cm, di 190 pagine con 172 figure.

Mitteilungen aus den Forschungsanstalten. — Band 1 Heft 5 — 1 vol. 21 × 29.8 cm. di 21 pagine con 5 figure.

Dott. Ing. GAETANO ROSELLI LORENZINI. — *Considerazioni tecniche ed economiche su la più conveniente soluzione del problema delle ferrovie metropolitane di Roma.* — Roma, Soc. Tipografica A. Manuzio, Via A. Valeriani, 16, 1931-VI. — 1 vol. 19.8 × 25.7 di 75 pagine.

Dott. Ing. GAETANO ROSELLI LORENZINI. — *Trasporto di passeggeri nella città di Roma.* — Roma, Arti Grafiche Ugo Pinnarò, Via degli Scipioni 126. — 1 vol. 19.8 × 25.7 di 34 pag. con 1 pianta.

Les progres de l'alluminium. — Aluminium Ltd. Genève. — 1 volume 21 × 27.2 cm. di 35 pag.

M. Federici. — *Su di un nuovo tipo di cavo elettrico disuniforme.* — Rendiconti della R. Accademia Nazionale dei Lincei. — Roma, Dott. Giovanni Bardi, Editore 1931-IX. — 1 vol. 20 × 28.3 cm. di 5 pagine.

Ing. Ettore Cesari. — *La distribuzione di energia come fatto economico.* — Milano, Soc. Editrice Riviste Industrie Elettriche, 1931. — 1 vol. 22 × 31 cm. di 8 pag. con 6 figure.

Ing. Alfredo Mazzoni. — *La condutture elettrica Morbegno-Voghera.* - Rivista tecnica Ferrovie italiane Anno XX, vol. XXXIX. — 1 vol. 21.5 × 31.5 di 46 pag. con 37 figure.

Simplicity. — *Reyrolle Plit - Pilot feeder protective system.* — Hebburn on Tyne-England. — 1 vol. 22.2×28.5 cm di 11 pagine con 6 figure.

G. Bianchi. — *Some data concerning railway electrification in Italy.* — The Institution of Electrical Engineers. — Savoy Place Victoria Embankment - London W. C. 2. — 1 vol. 21.5×28 cm. di 55 pag. con alcune figure.

The National Physical Laboratory. — Report for the year 1930. — His Majesty Stationery Office London. —1 vol. 20.4 × 26.5 cm. di 295 pag. con 47 figure. — Prezzo 12./6.

Magyarorszag. — *Usines génératrices et lignes de transmission d'energie électrique de la Hongrie.* — 1 vol. 20.4×29.7 cm.

Leonard B. Loeb. — *Fundamentals of Electricity and magnetism.* — New York - John Willey & Sons Inc. — 1 vol. rilegato 15.5×23.3 cm. di 432 pag. con molte figure. — Prezzo 20./

H. Cotton M. B. E., D. Sc. A. M. I. E. E. — *Mining Electrical Engineering.* — London, 1931 - Chapman & Hall Ltd. — 11, Henrietta Street W. C. 2. — 1 vol., rilegato 14.2×22.4 cm di 202 pagine con 211 figure. — Prezzo 15./

Gr. Uff. Ing. Emilio Cucchini. — *Le acque dolci che si versano nella laguna di Venezia.* — R. Magistrato alle Acque - Servizio Idrografico. — Libreria Provveditorato Generale dello Stato 1928-VI — 1 vol. 16.7 × 24.1 cm. di 208 pagine con 17 figure. — Prezzo L. 30.

Dott. Giorgio Norsa. — *Studio chimico fisico delle valli lagunari.* — Il canale Nicesolo e la valle di Caorle. — R. Magistrato alle Acque - Servizio Idrografico. — Roma, Provveditorato Generale dello Stato 1928-VI. — 1 vol. 16.7 × 24.1 cm. di 56 pag. con alcune tavole. — Prezzo L. 15.

Giuseppe Crestani. — *Il clima dei colli Euganici e di Padova.* — R. Magistrato alle Acque - Servizio Idrografico. — Roma, Provveditorato Generale dello Stato, 1928-VI. — Un vol. 18.7 × 27.4 cm. di 42 pagine. — Prezzo L. 15.

S. Zenari. — *Studio geo-idrografico del bacino di Cellina.* — R. Magistrato alle Acque - Servizio Idrografico. — Soc. Cooperativa Tipografica 1926. — 1 vol. 18.8 × 27.4 cm. di 138 pagine con 21 fig.

Bollettino mensile Maggio 1931. — Ufficio Idrografico R. Magistrato alle Acque, Venezia - Provveditorato Generale dello Stato 1931-IX. — 1 vol. 38.8 × 28 di 42 pagine.

J. R. Pershall. — *Home service and advertising.* — National Electric Light Association — N. Y. vol. 21 × 29 cm. di 3 pagine.

Ing. Giuseppe Heckele. — *L'impianto di saldatura automatica della Azienda Tramviaria Municipale di Milano* - Soc. An. Italiana per l'Industria Elettrica Milano. — 1 vol. 21 × 29.5 di 11 pag. con 11 figure.

Linee da 40 *a* 80.000 *volt eseguite con pali SCAC,* 1931. — 1 volume 21.5 × 29.5 di 42 pagine con alcune figure.

The practice of Spectrum Analysis with Hilger instruments. — Fith Edition, 1931. — Adam Hilger Ltd. 24 Rochester Place, London N. W. 1. — 1 vol. 15.7×24.7 di 53 pag. con 6 fig. — Prezzo 3 sc. 6.

Prof. W. Arkadiew. — *Magnetic spectroscopy* - U.S.S.R. N. 52. - Moscow 1924. — 1 vol. 17.5 × 26 di 79 pagine.

Strumenti topografici e geodetici Zeiss. — 1 vol. 15.2×21.3 di 22 pag. con 40 figure.

Angelo Drigo. — *Intorno a un metodo di misura di piccolissime variazioni di resistenza elettrica.* — Officine Grafiche Carlo Ferrari, Venezia 1931-IX. — 1 vol. 16 × 24.2 cm. di 22 pag. con 7 figure.

Standards yearbook 1931. — U. S. Department of Commerce. — 1 vol. rilegato 15 × 23.5 di 399 pagine.

Angelo Drigo. — *Intorno ad una anomalia del ciclo di magnetizzazione di un campione di Indilatans.* — Venezia, Officine Grafiche C. Ferrari, 1931-IX. — 1 vol. 16 × 24.3 di 8 pagine.

Classified Handbook of members and their manufacturers. — The British Engineers Ass. 1931. — Victoria Street London S. W. 1. — vol. 13.8 × 21.8 di 264 pagine.

Clayton H. Sharp. — *Faraday Edison and the modern dynamo.* — Association of Edison Illuminating Co. — 1 vol. 15.2 × 23.5 di 10 pagine.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI TORINO

Verbale della Riunione dei Soci del 6 *novembre* 1931. — La sera di venerdì 6 novembre 1931 alle ore 21,30 nel Salone Sociale il Dottor Ing. **Ettore Thovez** ha tenuto per i Soci del Sindacato Ingegneri e di questa Sezione dell'A.E.I. una comunicazione sul tema: **Moderni sistemi di riscaldamento degli edifici.**

L'oratore viene presentato dal Dott. Ing. G. Bernocco, Segretario Provinciale del Sindacato Ingegneri, che presiede la seduta.

L'Ing. Thovez premette che non si tratta di riscaldare gli edifici, ma piuttosto le persone che si trovano negli edifici. Le usuali norme di capitolato per la fornitura degli impianti di riscaldamento stabiliscono la temperatura che si deve raggiungere nel centro degli ambienti, ad una data altezza dal suolo.

Orbene un impianto può soddisfare esattamente a queste norme e pure non contentare il cliente; questo succede ad esempio quando per la disposizione non razionale degli elementi riscaldanti cadono sulle persone radiazioni dirette o correnti d'aria moleste, quando la temperatura è alta al livello delle teste e bassa al livello dei piedi e in altri casi analoghi.

Galileo Ferraris nel suo corso di Fisica Tecnica già insegnava come vanno disposti gli apparecchi di riscaldamento.

Premesse alcune nozioni fondamentali sui concetti fisici di temperatura e di calore e sui diversi modi di trasmissione del calore, l'oratore passa in rapida rivista i principali apparecchi e sistemi di riscaldamento, espone i pregi e i difetti di ciascuno e conclude dicendo che ognuno di essi, il più moderno come il più antico, può in determinate circostanze meritare la preferenza su tutti gli altri. Lo scaldino, il caminetto e la stufa hanno tuttora ragione di esistere accanto ai più perfetti sistemi moderni.

Negli impianti di riscaldamento centrale l'agente che trasporta e distribuisce il calore nei singoli ambienti può essere l'aria, l'acqua od il vapore a seconda del raggio d'azione che deve avere l'impianto: in tutti e tre i casi dobbiamo però ricorrere a canali o a tubi costosi, fastidiosi ed ingombranti, con grandi perdite di calore lungo il percorso.

L'elettricità è stata finora poco impiegata, almeno in Italia, a scopo di riscaldamento; eppure essa è il vettore ideale di ogni forma di energia perchè ha un raggio di azione quasi illimitato, i suoi conduttori non sono di costo eccessivo, non ingombrano, si possono facilmente nascondere, danno luogo a perdite limitate. L'apparecchio elettrico è sempre pronto, non richiede sciupio di tempo e di combustibile per l'accensione e lo spegnimento; inoltre può adattare la sua forma e il suo ingombro alle più svariate esigenze. Esistono tipi di placche radianti, che incominciano ora a trovare applicazione anche da noi, e che formano parte integrante della decorazione dei locali.

L'oratore presenta alcuni tipi nuovissimi di caloriferi elettrici e chiude applauditissimo la sua interessante conferenza.

Il Presidente Ing. Bernocco lo ringrazia ed invita i presenti ad esporre le eventuali loro osservazioni sull'argomento. Si accende una viva discussione sui prezzi dell'energia elettrica per riscaldamento e sui diversi sistemi di tariffe in corso.

La riunione viene chiusa alle ore 23,30.

* *

SEZIONE DI TRIESTE

La prolusione del Sen. Garbasso sul grande fisico Michele Faraday. — La sera del 4 novembre, alle ore 18, per invito della Sezione Triestina dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, presenti quasi tutte le Autorità politiche e militari e col concorso di numerosa folla di studiosi, l'On. Dott. Gr. Uff. **Antonio Garbasso**, Senatore del Regno, ha commemorato nella sala massima del Circolo Artistico di Trieste il centenario della scoperta dell'induzione magnetica, fatta da Michele Faraday nell'agosto del 1831.

La bella e vasta sala del Circolo Artistico era gremita di un folto ed eletto uditorio, tra cui si notavano numerose Autorità e personalità.

L'Ing. Bonazzi nel presentare il conferenziere dopo averne illustrato i non pochi meriti anche come volontario di guerra e fascista della prima ora, volle a nome di tutti i cittadini e in modo particolare dei soci e del Presidente Generale dell'A. E. I., Prof. Bordoni, esprimere come Trieste si sentisse onorata di ospitarlo in una così significativa manifestazione. Rivolgendosi poi ai soci l'Ing. Bonazzi rilevò come l'odierna cerimonia inaugurale dell'Anno accademico dovesse essere bene auspicante per l'attività sempre più fattiva che la Sezione di Trieste dell'A. E. I. intende svlogere nell'interesse del Paese.

Dopo aver ringraziato l'Ing. Bonazzi il Sen. Garbasso iniziò lo svolgimento del tema propostosi. Ci duole immensamente non poter riportare qui, per ragioni di spazio, la conferenza integrale, la quale però, ci piace constatare, non è stata ascoltata dal solo uditorio presente alla cerimonia, poichè essa è stata trasmessa per radio e quindi intesa da migliaia di persone a Trieste, in Italia e all'estero.

*

Il Conferenziere esordendo volle porgere un saluto a Trieste ricordando un episodio della grande guerra da lui vissuto, quando dalle feritoie di una casa di San Canziano d'Isonzo intravedeva qualche casa della nostra città e ciò chiamava « fare all'amore con Trieste ».

Fatta questa breve prolusione che gli ha rievocato per un istante tante belle memorie di guerra, il Prof. Garbasso passa a commemorare il centenario della scoperta delle correnti di induzione elettromagnetica dovuta a Michele Faraday.

Singolare figura di scopritore il Faraday — avverte sin dall'esordio il Sen. Garbasso — chè nella storia della scienza moderna, ed è una storia di tre secoli e mezzo, fu il solo che abbia trovato molti fatti importanti e riconosciute alcune leggi fondamentali senza avere avuto prima la minima formazione scolastica, e senza aver avuto mai la minima conoscenza delle matematiche anche elementari.

Nato il 22 settembre 1791 in un villaggio presso Londra, verso i dieci anni, costretto da dura necessità, chiuse il suo curricolo scolastico facendo in un primo tempo il fattorino d'un giornalaio e quindi il legatore di libri. Era però un curioso legatore, che spesso, prima di legare i libri li leggeva. E leggendo appunto comprese la sua vocazione.

Da lui stesso difatti, sappiamo — rileva il conferenziere — che le sue prime letture scientifiche furono un libretto del Zyon « Esperienze sull'elettricità » e le « Osservazioni sul modo di stabilire i principi della chimica » del Bayle, e alcuni articoli dell'Enciclopedia britannica.

In questo frattempo, una fortunata conoscenza del giovanissimo Faraday con un amministratore della Royal Istitution, fondazione questa alimentata allora in gran parte da privati, con lo scopo di mantenere dei laboratori di fisica e di chimica e di organizzare dei corsi di conferenze di carattere divulgativo, gli dà modo di assistere ad alcune lezioni di Sir Humphry Davy.

A questo punto, il Sen. Garbasso si diffonde a illustrare, con larga messe di particolari e di notizie biografiche, le molteplici vicende intercorse nelle relazioni tra il Faraday e l'illustre insegnante di chimica alla Royal Istitution, sir Davy, del quale assunto quale inserviente dapprima, divenne in progreso di tempo allievo devoto e assistente. Circostanza fortunata questa per lo sviluppo della fisica — commenta qui il Conferenziere — che non vi fosse allora l'obbligo di scegliere gli assistenti per concorso.

Dalla sua assunzione quale assistente la vita del Faraday si confonde con quella della Royal Istitution.

*

Delineata così la figura dello scopritore e rilevate le vicende della sua prima giovinezza, il Prof. Garbasso passa a dire della preparazione che il giovane assistente dovette affrontare nell'intraprendere la carriera scientifica.

Una grande abilità sperimentale appresa alla dura scuola del Davy e poche idee generali che sembrano ingenue a noi, dopo più di un secolo, ma che ebbero ad ogni modo un'influenza decisiva sulla sua opera furono il fondamento della sua attività felicissima.

Dopo aver annoverato ed illustrato ampiamente le prime esperienze a cui si dedicò il Faraday, il Conferenziere mette in rilievo le quattro esperienze fondamentali alle quali tutte le altre si possono ridurre: *a*) corrente indotta ottenuta con lo spostamento del circuito primario; *b*) corrente indotta ottenuta con la variazione dell'intensità del primario; *c*) corrente ottenuta con lo spostamento di un magnete; *d*) corrente ottenuta con la magnetizzazione o smagnetizzazione di un anello di ferro dolce inserito nell'elica indotta.

E' del 1824 l'esperienza del Faraday che dà modo di ottenere una corrente costante senza pile.

Nella prima serie delle ricerche sperimentali sull'elettricità, il Faraday introdusse una nozione che doveva avere in seguito una grande influenza sullo sviluppo ulteriore dell'elettrologia: la nozione delle linee di forza magnetica.

Passando in rapida rassegna, le altre scoperte che la fisica deve a Michele Faraday, il Conferenziere ricorda le quattro leggi dell'elettrolisi, la polarizzazione rotatoria magnetica e l'esistenza dei corpi diamagnetici.

Si sapeva che certe sostanze fanno rotare il piano di polarizzazione della luce, ma il Faraday trovò che la stessa proprietà è acquistata da altri corpi quando siano immersi in un campo magnetico. Riuscì inoltre a dimostrare che la capacità di un condensatore dipende a parità delle altre circostanze, dalla natura dell'isolante. Si deve a lui inoltre la prima definizione della costante dielettrica o del potere induttore specifico.

A questo punto, il Prof. Garbasso, annovera un'altra mirabile serie di ricerche dalle quali uscì come primo risultato la conoscenza dei corpi diamagnetici. Ma il Faraday fece qualche cosa di più, riuscendo a dimostrare che uno stesso corpo può essere attratto o respinto dal magnete a seconda del mezzo nel quale è immerso.

« Che un uomo solo — conclude il Sen. Garbasso — abbia potutto vedere tante cose e con tanta precisione ha del meraviglioso. La larga messe si spiega in parte, ma solo in parte, con la serenità della vita. Da assistente era diventato presto professore e direttore di laboratorio alla Royal Istitution, e si può dire che per 52 anni dal suo laboratorio non uscisse mai. Un matrimonio d'amore gli aveva assicurato la felicità domestica e non volle altre soddisfazioni; rifiutò il titolo di baronetto e rifiutò anche la carica di Presidente della Royal Society. Quando sentì di non poter più essere utile alla Istituzione, alla quale aveva consacrato la vita, chiese di essere dispensato dal servizio, e fu il 1° marzo del 1865. Dopo due anni o poco più si spegneva dolcemente, il 25 agosto 1867. Da allora molte cose sono mutate nella scienza. La meccanica stessa di Newton ha subito una revisione: la massa è divenuta una funzione della velocità, lo spazio assoluto e il tempo assoluto hanno seguito la sorte dei vortici di Cartesio. Molti teoremi dell'elettrodinamica hanno perduto la generalità che pareva indiscutibile. Ma l'opera di Michele Faraday resta, come l'opera di Galileo; perchè l'uno e l'altro ebbero una maestra sola: la natura. Non dimentichiamo mai che la fisica teorica è il pensiero dell'uomo; le leggi sperimentali sono il pensiero di Dio ».

La fine dell'interessantissima conferenza che l'uditorio ha sempre attentamente seguito, fu salutata da uno scroscio di applausi che disse palesemente al chiarissimo scienziato quanto fosse l'immirazione per le sue parole. Le Autorità si complimentarono vivamente con lui.

*

I soci della Sezione triestina vollero dopo la manifestazione offrire in onore dell'insigne scienziato italiano una cena al Ristorante Continentale. La cena si svolse in un'atmosfera di perfetta cordialità. Allo spumante l'Ing. Bonazzi si alzò per leggere il telegramma inviato dal Presidente Generale dell'A. E. I., Prof. Bordoni, nel quale egli si dichiarava presente in ispirito alla simpatica cerimonia svoltasi. Dopo aver letto la risposta inviata al Prof. Bordoni che viene accolta da applausi dai presenti, l'Ing. Bonazzi rinnovò all'insigne Prof. Garbasso vivissimi ringraziamenti per avere aderito all'invito d'inaugurare l'anno accademico e per l'onore fatto alla Sezione ed alla città, offrendo quindi, all'illustre ospite, a nome della Sezione, un'artistica riproduzione dello storico campanone di San Giusto. Il Sen. Garbasso con parole di vivo ringraziamento per la cordiale ospitalità ricevuta innalzò un brindisi alla fortuna della bella Trieste.

*

Il Consiglio Direttivo al completo, riunito in seduta ordinaria la sera del 10 novembre in Sede Sociale, presa conoscenza del verbale della Riunione dei Presidenti per il lavoro delle Sezioni, tenuta a Perugia il giorno 10 ottobre a. c., mentre si propone di applicare nel miglior modo le direttive emergenti da tale verbale per la sempre maggiore valorizzazione della Sezione nelle sue multiformi attività e per un progressivo ritmo ascensionale nel numero dei propri soci:

a) approva e ritiene debba darsi carattere di urgenza su qualsiasi altra innovazione, l'idea di costituire *nel giornale stesso* una rubrica di volgarizzazione dove, in forma accessibile anche a persone di mediocre cultura, vengano trattati i problemi tecnici e scientifici più importanti.

b) Aggiunge a questo riguardo, essere sua intima persuasione che l'attuazione di tale innovazione sarà fattore primo al raggiungimento di quei risultati d'ordine culturale e propagandistico prospettati nella recente Riunione di Perugia.

c) Delibera, con lieve sacrificio della Sezione, mercè agevolazioni avute dal locale Sindacato Fascista Ingegneri, di distribuire gratuitamente a tutti i soci la ricca pubblicazione mensile, il « Bollettino dei Sindacati Fascisti Ingegneri delle Tre Venezie ».

d) Accorda ai propri soci la facoltà di effettuare il pagamento del canone sociale in tre rate bimestrali entro il primo semestre.

e) Riconosce i vantaggi molteplici ottenuti con le « riunioni-cena » mensili, iniziativa della nostra Sezione, ed esprime voto perchè vengano effettuate regolarmente anche in avvenire.

f) Approva le bozze di stampa del nuovo regolamento, in conformità alle direttive avute dalla Sede Centrale, e rimanda alla prossima Assemblea Generale dei Soci l'approvazione definitiva prima di licenziare il regolamento della stampa.

g) Prende nota del suggerimento della Presidenza Generale per un maggior sviluppo della cronaca delle Sezioni sul giornale, e si ripromette di ottemperare con la maggiore diligenza a tale invito. Esprime l'opinione che la pubblicazione di tali notizie debba avvenire con particolare sollecitudine, onde mantenere alle stesse carattere di attualità.

h) Esprime il più vivo compiacimento per la brillante riuscita delle manifestazioni tecnico-turistiche effettuate nel corrente anno (Centrale Opicina - R. N. Fiume - Stazione Radio Trieste - Motonave Victoria - Centrale del Cardano - Doomiti - Alto Adige) e si propone di attuare nell'anno prossimo un programma di interesse non inferiore a quello svolto nell'anno in corso.

.. .. ATTIVITÀ DELLE SEZIONI .. ..

SEZIONE DI NAPOLI (Via Chiaia, 216).

11 Dicembre - ore 21,15. — CAPASSO Ing. Mario: « Esperienze di esercizio dei contatori a moneta ».

18 Dicembre - ore 21,15. — DEL BUONO Ing. Comm. Ulisse: « L'impianto del 3° Salto del Pescara ».

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.*

(I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.

VOL. XVIII (XXXV degli Atti) 25 Dicembre 1931 - ANNO X N. 36

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA S. PAOLO, 10 - MILANO (103) - TELEFONI N. 13-713 - 82-086

Annata 1931.

Con questo numero si chiude il volume XVIII del nostro giornale. Al termine dell'anno possiamo considerare il lavoro compiuto con un senso di giustificato compiacimento. A tutti sono note le difficoltà di ogni genere che gravano attualmente su ogni forma dell'attività umana e ne rallentano il ritmo operoso. Il volume di « L'Elettrotecnica » che oggi si chiude sta a dimostrare come la A.E.I., e in modo particolare il nostro giornale, che è manifestazione tanto importante della sua attività, abbiano una così intima e rigorosa vitalità da sottrarsi in gran parte anche alla odierna crisi generale.

I lettori non avranno infatti mancato di rilevare che durante il 1931 sono stati molto numerosi i fascicoli del giornale di mole maggiore di quella normale. La materia da pubblicare è affluita in misura sempre crescente documentando l'operosità tecnica dei Soci e il loro attaccamento alla Associazione. Sebbene la Redazione abbia dovuto, per necessità di cose, rendere i criteri impiegati nel giudicare gli scritti pervenutegli anche più ristretti e rigorosi del consueto, pur tuttavia è stato necessario aumentare le pagine in misura notevole per poter contenere i contributi considerati più degni di pubblicazione. E i lettori sanno che la quantità della materia non ha certo nuociuto alla serietà e alla importanza della materia stessa! Parecchi degli articoli pubblicati durante quest'anno hanno assunto un particolare valore tanto che essi entreranno a far parte della raccolta di « Monografie » edita dalla A.E.I. e saranno perciò pubblicati in volumetti a parte.

D'altra parte, l'interesse dimostrato da molti lettori per la rubrica dei Sunti e Sommari ha spinto la Redazione a dare maggiore sviluppo a questa parte del giornale che si è andata continuamente arricchendo così da venire a costituire una documentazione bibliografica sempre più completa nel campo della elettrotecnica e delle scienze affini. Si è aumentato il numero delle riviste regolarmente recensite e si è assicurata la collaborazione di nuovi recensori specializzati.

Tutto ciò ha richiesto da parte della Redazione e della Amministrazione del giornale una somma di sforzi e di sacrifici di opera e di denaro mediante i quali è stato possibile fornire ai Soci una annata che ha assunto una mole eccezionale. Col presente fascicolo si raggiungono infatti le 948 pagine cioè molto più del numero raggiunto nei due anni precedenti, del 1930 e 1929.

E' bensì vero che l'attuale volume è leggermente superato, per sole 20 pagine, da quello del 1928, ma se, anzichè arrestarsi al semplice confronto delle pagine si esamina la quantità della materia pubblicata, risulta subito evidente come il volume che ora si chiude sia di molto superiore a tutti quelli precedenti.

I fedeli abbonati de « L'Elettrotecnica » possono infatti facilmente verificare come dal 1928 ad oggi si sia provveduto con parecchi artifici ad infittire la composizione del giornale in modo che nello stesso numero di pagine venga contenuta assai più materia: si è ridotto il corpo dei caratteri guadagnando, specialmente negli articoli, molto spazio; si sono ristrette le testate dei titoli in modo particolare nella rubrica dei Sunti e Sommari dove essi sono più frequenti; si è cercato di ridurre quanto più possibile, senza nuocere alla chiarezza, le dimensioni delle figure adottando, ogni qualvolta ciò si poteva fare, i colonnini di stampa per utilizzare tutto lo spazio disponibile a fianco delle figure stesse, ecc.

Si può così affermare senz'altro che l'utilizzazione dello spazio stampato nei fascicoli dell'annata 1931 è quasi del 20% superiore a quello che si aveva nel 1928. Si vede dunque che la mole « efficace » del XVIII volume è senza confronto superiore a quella di tutti i precedenti.

Avere raggiunto questo risultato in un anno così difficile per tante ragioni, come è stato quello che sta per chiudersi, può, come abbiamo detto, essere motivo di giusto compiacimento non solo per la Redazione, ma per tutti i Soci dell'A.E.I. i quali devono sentirsi maggiormente sospinti a interessarsi dell'Associazione e del giornale realizzando quella cooperazione che è nei desideri della Redazione e che si esplica principalmente nel comunicare al giornale i risultati dei loro studi, delle loro ricerche, della loro quotidiana esperienza professionale, ma che può assumere altre forme simpatiche: di propaganda, di consiglio, di proposte.

Non devono poi i Consoci dimenticare che in realtà la mole del giornale è quasi doppia di quella che appare dalla somma dei 36 fascicoli annuali. Infatti, come è ben noto, da qualche anno vengono stralciati dal giornale tutti i contributi presentati al Congresso annuale i quali vengono raccolti in volumi separati che costituiscono veri e propri supplementi a « L'Elettrotecnica ». Quest'anno il volume dei Rendiconti della Riunione di Perugia, che ogni buon Socio vorrà certamente acquistare, conterrà circa 750 pagine che devono essere aggiunte alle 948 del giornale per dare la misura di quella che sarebbe stata la mole di esso se vi si fossero comprese anche le Relazioni del Congresso come si faceva per il passato!

Il centenario di Maxwell.

L'anno che ora si chiude ha visto la celebrazione di due grandi ricorrenze nella storia della nostra scienza; il centenario della scoperta della induzione elettromagnetica per opera di Faraday e il centenario della nascita di Maxwell. Mentre l'abilità e l'intuizione dello sperimentatore arricchivano quasi improvvisamente la conoscenza dell'uomo di una nuova vastissima categoria di fenomeni, nasceva colui che per la investigazione e la interpretazione logica di essi avrebbe alla mente umana fornito il necessario fondamentale strumento matematico. Così il riavvicinamento delle due date nelle celebrazioni di quest'anno assume quasi un valore simbolico nella marcia del civile progresso dove la face luminosa passa rapida di mano in mano.

Di Maxwell e dell'importanza grande dell'opera Sua ha parlato alla Sezione di Milano dell'A.E.I. il Prof. LORI nella comunicazione che pubblichiamo in questo fascicolo.

Questioni di illuminazione.

L'intensificarsi del traffico stradale, come numero di veicoli e come velocità media di essi, impone uno studio sempre più severo dei sistemi di illuminazione stradale. Recenti statistiche estese a un grandissimo numero di accidenti stradali hanno messo in evidenza la forte percentuale di essi che deve essere attribuita ad una imperfetta od insufficiente illuminazione.

Come in quasi tutti i problemi applicativi, le condizioni che si presentano nella pratica differenziano notevolmente da quelle teoriche. Così mentre la teoria distingue e tratta in modo diverso le superfici diffondenti e quelle riflettenti, nel caso delle pavimentazioni stradali ci troviamo di fronte a superfici che partecipano delle proprietà dell'una e dell'altra categoria.

La trattazione di tali casi non può quindi effettuarsi in modo efficace se non per via sperimentale. E' quanto ha fatto, per alcuni tipi di pavimentazione, l'Ing. PERI che, nell'articolo pubblicato in altra parte di questo giornale, rende conto dei risultati a cui è pervenuto.

LA REDAZIONE.

L'OPERA DI J. CLERK MAXWELL NEL QUADRO DELLA FILOSOFIA NATURALE

(in occasione del centenario della nascita)

F. LORI

AEI

Comunicazione alla Sezione di Milano
5 giugno 1931.

I due monumenti dell'opera di filosofia naturale del Maxwell sono la teoria elettromagnetica della luce e la teoria cinetica dei gas.

Illustriamo prima la teoria elettromagnetica della luce.

Il fisico esamina i fenomeni: il fenomeno non può essere concepito che come una modificazione, o un insieme di modificazioni, di determinati oggetti. L'oggetto si presenta al nostro spirito come l'associazione di due entità: una porzione di spazio o volume, che fa da contenente, ed una sostanza che vi è contenuta. L'universo è l'insieme dello spazio e delle sostanze che esso contiene.

Il primo attributo tanto dello spazio che delle sostanze è la divisibilità. Uno degli argomenti, intorno a cui si è più affaticata la mente del filosofo naturale, è il limite di divisibilità di questi enti. Con l'assegnare un limite a questa divisibilità si creano le teorie atomiche: ammettendo la divisibilità illimitata, si istituiscono le teorie del continuo. Delle atomiche la prima ad apparire è stata la teoria della materia sottoposta alla legge dell'attrazione universale: poi han seguito la teoria atomica dell'elettricità, e quella dell'energia: timidamente in tempi molto recenti han fatto capolino teorie atomiche dello spazio e del tempo. La matematica ha perfezionato al sommo grado i suoi strumenti per lo studio del continuo: comincia appena ora a fabbricare quelli per lo studio del discontinuo: perciò è inevitabile che anche nel campo dei fenomeni atomici si adoperino gli strumenti matematici del continuo: a tal fine si postula la divisibilità senza limiti come astrazione ideale, e si ottengono risultati, la cui approssimazione va diminuendo con l'avvicinarsi della grandezza delle entità verso il limite della granulazione.

Poichè le sostanze appaiono quà e là distribuite nello spazio, ed alcune regioni di questo sembrano vuote di qualunque sostanza, tutte le volte che il fisico si è trovato in presenza di fenomeni legati alla coesistenza di due sostanze in luoghi diversi ha rivolto il pensiero a particolari azioni di una sostanza sull'altra. Così la descrizione che il fisico fa di molti fenomeni incomincia con la classificazione delle sostanze in agenti, o attive, ed in passive; quelle cioè che subiscono l'azione. In verità procedendo nell'esame dei fenomeni la classificazione deve essere abbandonata per concludersi che la stessa entità può compiere, e compie simultaneamente l'ufficio di attiva e passiva. Ma la contradizione filosofica che ne deriva è superata con la definizione dei corpi di prova. Quando il fisico desidera di studiare l'azione di un insieme di oggetti distribuiti nello spazio, o, come egli dice, di un sistema (facciamo per semplicità il caso del sistema omogeneo) egli immagina di poter disporre di un elemento della sostanza omogeneo con quello del sistema capace di subire l'azione, ma così tenue (per lo più racchiuso in un volume piccolissimo) che l'azione che a sua volta esso può esercitare sul sistema sia trascurabile.

Con quest'artificio del corpo di prova il fisico fa tutte le teorie delle azioni a distanza.

Ma il fisico non ha tardato ad accorgersi che in alcuni casi per istituire teorie delle azioni a distanza, in cui si inquadrassero bene i fatti osservati o risultati dell'esperimento, era necessario ammettere che l'azione a distanza si propagasse con velocità finita. In questi casi l'azione ricevuta da un certo elemento del sistema deve essere considerata come emessa dagli altri elementi un certo tempo prima di quello cui si riferisce la ricezione, cioè come se l'azione venisse emessa in un certo istante, viaggiasse lungo opportune traiettorie con determinate velocità, e poi raggiungesse gli elementi lontani.

Quando si tratta di azioni che si trasmettono con velocità finita le equazioni in cui compaiono elementi agenti ed elementi che ricevono le azioni contengono evidentemente termini, che non si riferiscono al medesimo istante di tempo. Alcuni sono ritardati rispetto agli altri: si chiamano appunto termini ritardati, e il loro elementi «elementi ritardati».

Il fenomeno, che prima di ogni altro probabilmente si è presentato all'osservazione del fisico, è il moto degli oggetti: questa propagazione delle azioni costituisce una generalizzazione del concetto di moto. Ma l'idea di moto associa necessariamente ciò che si muove e la via percorsa. E ciò che si muove percorre la sua via o per virtù concepita nel momento della partenza, o per virtù della via che continuamente lo sospinga.

Nel primo caso si può concepire il moto in uno spazio completamente vuoto: nel secondo caso si concepisce soltanto il moto in un mezzo dotato delle proprietà opportune per mantenere il moto, e perciò non più completamente vuoto. Nel primo caso si istituiscono le pure teorie dell'emissione: nell'altro le teorie dei mezzi continui e delle loro deformazioni (pressioni e tensioni). Ma la matematica avvicina, e non di rado compenetra le due teorie che sembrano opposte, quando costruisce equazioni che contengono entità distribuite in tutti i punti dello spazio con continuità, ed entità concentrate in determinati volumi. In questi casi la scelta filosofica fra azione a distanza, come nell'emissione, ed azioni attraverso il mezzo obbliga ad attribuire ad alcune delle entità che compaiono nelle equazioni esistenza fisica (reale) lasciando le altre come fantasmi puramente matematici. Talvolta accade anche che la matematica compenetri le due ipotesi opposte della propagazione con velocità finita e quella con velocità infinita, perchè l'azione ricevuta da un dato oggetto si può ottenere o integrando azioni elementari emananti da certe categorie con velocità infinita, o azioni emananti da altre categorie (delle quali le prime possono costituire una frazione) con velocità finita. Avremo occasione di incontrare uno di questi casi analizzando le equazioni di Maxwell col metodo del Lorentz.

La filosofia naturale nella sua storia è un succedersi di teorie fondate su l'uno o l'altro dei concetti che abbiamo illustrato.

Togliamo l'esempio dalla nostra scienza, e da una grandezza che usiamo ogni giorno in elettrologia ed in elettrotecnica; la funzione potenziale. Questa, in elettrostatica, si può definire come la funzione che obbedisce all'equazione di Laplace-Poisson, la quale è un'equazione differenziale. Ma il potenziale di un sistema di masse si esprime anche con integrali, di cui ogni elemento corrisponde ad ogni elemento di massa, e al denominatore compare la distanza fra massa agente e corpo di prova: si può dire che da ogni elemento di massa parte un elemento di potenziale, il quale con velocità infinita raggiunge il corpo di prova. Tutta l'elettrostatica è dominata dai due modelli; se si attribuisce esistenza fisica alle masse, la funzione potenziale è un fantasma matematico, che obbedisce all'equazione di Poisson-Laplace: le linee del campo sono pure linee geometriche: se si attribuisce esistenza fisica a queste linee, le masse possono essere considerate come fantasmi matematici (centri di divergenza o convergenza del vettore elettrico).

Finchè costruisce l'elettrostatica il Maxwell non adotta sempre lo stesso modello. Con quello del fluido incompressibile e relativo spostamento prepara lo spirito del lettore a quel concetto di «spostamento», del quale poi definirà le correnti in elettrodinamica. Oggi, a parte che la locuzione «realtà fisica» va perdendo a poco a poco il suo significato concreto, non si saprebbe esporre agevolmente tutta la fenomenologia degli elettroni senza abbinare il modello delle masse con quello del campo di cui esse appaiono vestite.

Io ho scelto l'esempio della funzione potenziale perchè, come vedremo fra poco, l'estensione di essa ai fenomeni dell'elettrodinamica ha aperto la via alla teoria di Maxwell.

La teoria elettrodinamica delle azioni a distanza con velocità infinita, essendo gli elementi della corrente di conduzione gli enti che si scambiano l'azione, è gloria di Ampère. Dobbiamo qui citarla e commentarla, perchè il Maxwell ne era entusiasta. «Lo studio sperimentale, egli dice, per il quale l'Ampère ha stabilito le leggi dell'azione meccanica fra le correnti elettriche è una delle più brillanti investigazioni della scienza. Il tutto, la teoria e l'esperienza, sembra esser balzato in pieno vigore e completamente armato dal cervello del Newton dell'elettricità. L'insieme è perfetto come forma, e di precisione indiscutibile, ed è riassunto in una formula, da cui tutti i fenomeni possono esser dedotti, e che resterà sempre la formula cardinale dell'elettrodinamica».

Pare che dell'Ampère il Maxwell ci inviti a ripetere quel che fu inciso sulla tomba di Newton:

«Sibi gratulentur mortales tale tantumque existisse humani generis decus».

Ed infatti: il Newton dalle leggi di Keplero, dedotte dall'osservazione, trae per via matematica la sua legge dell'attrazione universale (legge dell'azione elementare fra masse materiali). L'Ampère trae la legge dell'azione elementare fra correnti elettriche da risultati sperimentali. E chi volesse aggiungere ancora un ramo alla corona di Ampère potrebbe dire che anche questi risultati sperimentali sono stati in molta parte trovati da lui.

Tutta la costruzione dell'elettromagnetismo e dell'elettrodinamica da Oersted ad Ampère è un miracolo di fecondità dell'umano ingegno. Potè parere strano, ed infatti mal si giustifica, che sieno dovuti correre venti anni dall'invenzione della pila, e tutti i fisici e dilettanti del mondo abbian dovuto dedicare il loro tempo ad esperimenti con correnti elettriche anche in presenza di aghi calamitati, e taluno

abbia dovuto per anni ed anni pensare a relazioni fra magnetismo ed elettricità prima che apparisse all'Oersted, e forse apparì per caso, la prima deviazione dalla posizione normale di un ago magnetico in presenza del campo magnetico terrestre ottenuta per mezzo di una corrente. Ma è doveroso l'aggiungere che col merito della priorità dell'osservazione spetta all'Oersted quello di aver scritto la frase seguente nella lettera con cui egli annunciava la scoperta al mondo scientifico.

« Conflictum electricum in conductore non includi, sed, ut iam diximus, simul in spatio circumstante locum habet, idque satis late dispergi, ex observationibus iam propositis satis patet.

« Effectui autem, qui in hoc conductore locum habet, conflictus electrici nomen tribuemus ».

Già dunque l'Oersted concepì il fenomeno della corrente elettrica come esteso dal filo conduttore allo spazio intorno, ed ha riempito questo delle linee del campo magnetico.

Dopo che la scoperta dell'Oersted fu conosciuta, lo studio della azione elementare e.m. e dell'azione e.d. fu esaurito rapidamente: l'Ampére ogni settimana presentò una memoria su questi argomenti all'Accademia delle scienze di Parigi, finchè in qualche anno pose al grande edifizio l'ultima pietra. Con la teoria e.d. dell'Ampère il modello delle azioni a distanza con velocità infinita ha continuato a dominare nella fisica per decenni.

Intanto però in Germania si pensava al modello della propagazione con velocità finita. Come il primo è tratto dalla gravitazione universale, il secondo è tratto dalla luce. Forse il primo è stato il Gauss ad ispirarsi a questo paragone, da cui il Maxwell trarrà la sua gloria, ed il mondo attonito ha ricevuto oggi le applicazioni delle radioonde. Il Gauss in una lettera al Weber del 19 marzo 1845 dice di tornare sulle concezioni e.d. che l'avevano occupato lungo tempo, e che avrebbe pubblicato, se fosse riuscito a stabilire ciò che considerava come la chiave di volta dell'e.d. e cioè un modo di dedurre la forza che agisce fra le particelle elettriche in movimento dalla considerazione di un'azione fra queste particelle, non più istantanea, la luce. Egli non era riuscito a stabilire questa deduzione, ma aveva la convinzione intima che innanzi tutto fosse necessario di formarsi una rappresentazione completa della maniera con cui ha luogo questa propagazione.



J. Clerk Maxwell.

Come ci racconta lo stesso Maxwell, tre matematici eminenti hanno cercato questa chiave di volta dell'e.d.: il Riemann, il Clausius, il Neumann C. L'entità che si propaga con velocità finita secondo i tentativi di questi matematici è il potenziale. Il Riemann aveva appunto dedotto i fenomeni dell'induzione dall'equazione

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 V}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 V}{\partial z^2}+4\pi\rho=\frac{1}{\alpha^2}\,\frac{\partial^2 V}{\partial t^2},$$

in cui V è il potenziale e. s. ed α una velocità. Quest'equazione è una modificazione di quella di Poisson.

Ma fra la propagazione del potenziale e quella della luce vi è grande differenza. Lo stesso Neumann l'osserva. Un corpo luminoso invia in tutti i sensi luce, la cui intensità non dipende che dal corpo luminoso, e non dalla presenza dei corpi che esso illumina. Invece una particella elettrica emette un potenziale, di cui il valore $\frac{e\,e'}{r}$ dipende non solamente dalla particella e che l'invia, ma da quella e' che lo riceve, e dalla distanza r, che separa le particelle nell'istante dell'emissione.

Nel caso della luce l'intensità diminuisce a misura che la luce si allontana dal corpo luminoso: invece il potenziale emesso perviene al corpo su cui agisce senza che il suo valore originale subisca alcuna alterazione.

La luce ricevuta dal corpo illuminato in generale non è che una frazione di quella che cade sul corpo: il potenziale ricevuto dal corpo attratto è identico a quello che arriva su di esso.

La velocità di trasmissione del potenziale non è come quella della luce costante relativamente all'etere od allo spazio: ma essa è piuttosto, come quella di un proiettile, costante relativamente alla velocità, che possiede la particella che l'emette nel momento dell'emissione.

Si vede dunque, prosegue il Maxwell, che per comprendere la teoria del Neumann, che è la più approfondita fra quelle che partono dal concetto della propagazione del potenziale, noi dobbiamo rappresentarci il procedimento di trasmissione del potenziale in modo ben differente da quello che abbiamo l'abitudine di considerare nella propagazione della luce. Si potrà quindi accettare questa concezione del Neumann, egli si domanda, come la Construirbare Vorstellung, la rappresentazione realizzabile del modo di trasmissione, che sembrava necessario al Gauss?

Ed aggiunge: Io non saprei dirlo: ma per parte mia non sono stato mai capace di combinare nel mio spirito e di rappresentarmi una immagine della teoria di Neumann avente qualche coerenza.

Nè il Maxwell dimentica il contributo alla teoria di una propagazione con velocità finita offerto dal nostro Betti.

Da queste poche osservazioni che il Maxwell premette alla conclusione della sua grande opera appare tutto il suo spirito. Egli è un matematico, e costruisce delle equazioni, ma ha bisogno di una guida fisica: ha bisogno dell'imagine concreta, e non accetta teorie sol perchè da esse derivano formule, nelle quali si possono inquadrare i risultati sperimentali. Questo carattere dello spirito Maxwelliano che, se non erro, appartenne anche al Thomson (Lord Kelvin), ed alla maggior parte dei fisici teorici del secolo scorso, deve essere segnalato anche perchè oggi sembra dominare la tendenza opposta. Ogni modello si abbandona: si opera con i metodi dell'analisi su puri fantasmi matematici, e si restringe la realtà fisica alle grandezze accessibili con i nostri mezzi, di cui possiamo nel campo delle osservazioni o delle esperienze controllare la misura.

Il modello creato per formarsi una idea concreta di ciò che non può cadere sotto i sensi offre il pericolo di condurre verso l'errore, ma vi associa anche il grande merito di eccitare la fantasia: alcune menti privilegiate evitano l'errore: sanno approfittare del merito, e talvolta appoggiandosi sul modello pervengono ai più grandi risultati. Il Maxwell fu una di queste menti: la teoria e.m. della luce è un esempio che illustra quanto stiamo dicendo.

E ad abundantiam mi sia lecito riferire il brano, con cui il Nostro chiude il grande trattato. A poche opere quest'appellativo « grande », a mio modo di vedere, può essere applicato più degnamente. Se l'essersi dedicato ad un determinato ordine di studi conducesse soltanto alla comprensione ed al godimento di una opera come il trattato di elettricità e magnetismo di J. Clerk Maxwell già questo sarebbe motivo sufficiente per esser lieti della scelta.

Ecco il brano: « Noi abbiamo visto che nello spirito di Gauss le espressioni matematiche dell'azione e. d. conducono a questa convinzione che la vera chiave di volta dell'e.d. non si troverebbe che in una teoria della propagazione dell'azione elettrica, in cui intervenisse il tempo. Ora noi non possiamo concepire una propagazione dipendente dal tempo che in due maniere: trasporto di una sostanza materiale attraverso lo spazio, e propagazione di uno stato di movimento o di tensione in un mezzo di già esistente nello spazio. Nella teoria di Neumann si suppone che questa concezione matematica, il potenziale, che noi non sapremmo concepire come una sostanza materiale, è proiettata da una particella ad un'altra in un modo che è tutt'affatto indipendente dal mezzo e che, come lo segnala lo stesso Neumann, differisce estremamente dal modo di propagazione della luce. Nelle teorie di Riemann e di Betti par si supponga che l'azione si propaghi in una maniera un poco più simile a quella che ha luogo per la luce.

Ma in tutte queste teorie si presenta naturalmente una questione: se qualche cosa è trasmesso da una particella ad un'altra situate ad una certa distanza, quale è lo stato di questo qualche cosa dopo che esso abbia abbandonata la prima particella e prima che raggiunga la seconda? Se questo qualche cosa è, come nella teoria di Neumann, la energia potenziale delle due particelle, sotto qual forma dobbiamo concepire che quest'energia esista in un punto dello spazio che non coincide nè con l'una nè con l'altra delle particelle? Infatti tutte le volte che dell'energia è trasmessa da un corpo ad un altro, intervenendo il tempo in questa trasmissione, bisogna che vi sia un mezzo o una sostanza, in cui l'energia esista dopo aver lasciato il primo corpo prima di aver raggiunto il secondo, perchè, come dice il Torricelli, l'energia è «una quintessenza di natura così sottile che essa non potrebbe esser contenuta in altro vaso che la sostanza la più intima degli oggetti materiali». Dunque tutte queste teorie conducono a concepire un mezzo nel quale si effettui la propagazione: e, se noi ammettiamo l'ipotesi di questo mezzo credo che esso deve tenere un posto predominante nel seguito delle nostre ricerche, e che noi dobbiamo cercare di combinare nel nostro spirito e di rappresentarci tutti i dettagli della sua azione: questo è lo scopo che io mi sono proposto in tutto il corso di questo trattato».

In questa compenetrazione dello spirito fisico, che vuol rappresentarsi tutti i dettagli dell'azione anche in quel mezzo invisibile, ed inscrutabile, che si chiama «etere», e di cui a poco a poco le teorie più moderne conserveranno poco più che il nome, con lo spirito matematico, che gli consente di vestire i suoi concetti fisici della più severa e più limpida forma letterale consiste, penso io, la migliore e più feconda qualità dell'ingegno Maxwelliano. Se lo spirito fisico costituisce il corpo delle teorie matematiche destinate a rappresentare in ogni tempo lo stato di avanzamento della filosofia naturale ed il linguaggio matematico non è che la veste di quel corpo, si può ben dire che anche il Faraday fu matematico, ed il Maxwell ebbe il merito di comprendere tutta l'armonia di quel corpo e di fornirgli la veste formale.

Ora dovrei accennare alle formule della teoria e. m. della luce; ma ciò evidentemente non occorre dinanzi a quest'uditorio. Del resto per chi non le ha presenti esse sono riunite accanto alla fotografia, che è stata distribuita a ciascuno.

Ricordo soltanto l'introduzione nelle formule delle correnti di spostamento. Tutta la teoria Maxwelliana è fondata sul concatenamento delle linee di corrente con le linee del campo magnetico. Il concatenamento non può riferirsi che a linee chiuse: linee magnetiche chiuse sono le linee dell'induzione: le linee delle ordinarie correnti di conduzione non sono sempre chiuse, e perciò bisognava definire un vettore «corrente», di cui le linee fossero chiuse in ogni caso. Questo è il vettore della corrente totale: somma geometrica della corrente di conduzione, di convezione, e di spostamento. Nel modello elettronico anche la corrente di conduzione è corrente di convezione: restano i due tipi della corrente di convezione e della corrente di spostamento.

Fermiamoci solo un istante sulle espressioni dei poteziali:

$$F' = \mu \iiint \frac{u}{r} dx\, dy\, dz \qquad F = F^1 \frac{\partial \chi}{\partial x}.$$

Il Maxwell semplifica le espressioni di queste componenti del potenziale vettore ammettendo che la sua divergenza sia nulla. Definendo, come è spontaneo, il potenziale vettore mediante le equazioni:

$$a = \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\partial C_x}{\partial z}$$

la definizione rimane indeterminata: perciò per determinarla occorre di stabilire un'altra relazione: il Maxwell ammette quella che esprime l'annullarsi della divergenza. Come conseguenza perviene ad un potenziale della corrente, che non è ritardato, e la corrente cui si riferisce il potenziale è la corrente totale.

Più tardi, adoperando lo schema Maxwelliano, il Lorentz abbandonerà la condizione della divergenza nulla del potenziale vettore: la sostituirà con l'altra:

$$\frac{\partial F}{\partial x} + \frac{\partial C_r}{\partial y} + \frac{\partial H}{\partial z} = - \frac{K\mu}{C} \frac{\partial \Psi}{\partial t}$$

(C velocità della luce nel vuoto) e dimostrerà che le equazioni del tipo di Maxwell sono soddisfatte anche da potenziali ritardati. Si avranno come componenti del potenziale vettore le seguenti:

$$F = \frac{\mu}{C} \iiint \left[\frac{p\, dx\, dy\, dz}{r} \right]_{t - \frac{r}{a}}$$

con

$$a^2 = \frac{C}{K\mu}.$$

Ma il potenziale ritardato dovrà essere costruito tenendo conto soltanto delle correnti di conduzione o convezione, escluse quelle di spostamento. Per tal via le correnti di spostamento cessano di costituire un elemento fisico indispensabile per la costruzione dei potenziali, e questi riacquistano la qualità auspicata dal Riemann, non accettata dal Maxwell, di propagarsi con velocità finita.

Virtù o difetto codesto dei procedimenti analitici secondo il punto di vista da cui essi vengono considerati. Essi si prestano per ciò che ha riguardo all'interpretazione dei modelli a molte soluzioni: in generale non forniscono un criterio di scelta. Lo scrivere un'equazione differenziale significa introdurre nel problema una grande generalizzazione: darlo in balìa del gioco delle funzioni e delle costanti arbitrarie: molte volte ad ogni teoria fisica corrisponde un gruppo di costanti e funzioni arbitrarie: per il procedimento matematico tutti i gruppi possibili sono equivalenti: la matematica non ci può dare il criterio della scelta. Così si possono costruire potenziali non ritardati con le correnti totali, comprese quelle di spostamento, e potenziali ritardati con le sole correnti di conduzione o convezione: la matematica non può insegnarsi se le correnti di spostamento meritino l'attributo di realtà fisica: ma il genio di Maxwell, oserei dire, vi ha creduto; e forse perchè egli vi ha creduto, Hertz dopo di lui e sulle sue tracce ha creduto di vederle nei suoi esperimenti di oscillazioni e. m. ed il Marconi le ha dominate per il benefizio degli uomini. Maxwell, Hertz, Marconi hanno perseguitato un fantasma analitico?

Nelle radiocomunicazioni meritano l'attributo della realtà fisica soltanto le correnti, che scaldano gli elettrodi dei poliodi, e quelle che fan vibrare le membrane degli altoparlanti? E che cosa significa questa parola: realtà fisica? Può accadere che il fisico talvolta sogni, ma se il sogno lo conduce alle radioapplicazioni, sia benedetto quel sogno, e, vorrei dire, non si cerchi di destare i sognanti.

*

Un altro punto amo toccare della grande opera del Maxwell sull'elettricità e il magnetismo, ed è il posto, che egli dedica, ai metodi analitici della dinamica di Lagrangia e di Hamilton, ed alle deduzioni che ne trae per quella che egli chiama teoria dinamica dell'elettromagnetismo. Il grande valore dell'opera di Lagrangia-Hamilton non gli era sfuggito: oggi esso, come è noto, risulta anche più grande che mai per le applicazioni alla meccanica ondulatoria.

Può forse apparire interessante che anche lo Hamilton abbia desiderato costruire una teoria della dinamica che ricordasse quella della luce. Qua e là nella storia della filosofia naturale si incontrano enunciati, che pongono le grandi leggi della natura sotto la forma di minimi di qualche grandezza, come se la natura sia stata guidata da questa tendenza al minimo. La luce deve percorrere la via più breve fra due punti: nel movimento deve essere minima l'azione: nel cronotopo di Einstein la linea oraria di un punto materiale è una geodetica.

La meccanica analitica di Lagrangia ha due caratteri: riduce le equazioni ordinarie del movimento ad un numero uguale a quello dei gradi di libertà del sistema: lo Hamilton ha potuto trasformarle in modo che è agevole applicar loro i concetti della geometria (raggi superficie d'onda ecc.). Così la dinamica ha acquistato la forma di un capitolo della geometria.

Lo spirito del Maxwell ha amato impossessarsi di quei metodi: l'opera sua anche in questa parte è fisica e matematica insieme. Lo dice egli stesso: leggiamo due periodi:

«Quest'esposizione dei metodi della meccanica pura (pura nel senso analitico) non è inutile, perchè Lagrangia e la più parte dei suoi successori, ai quali noi dobbiamo questi metodi, si sono generalmente limitati a dimostrarli, e per portare tutta la loro attenzione sui simboli figuranti nelle equazioni, essi si sono forzati di bandire ogni altra idea che quella di quantità, non solamente dispensandosi da rappresentazioni figurate, ma anche eliminando le idee di velocità, di quantità, di moto, e di energia rimpiazzate una volta per tutte con simboli nelle equazioni primitive. Egli è per avere il modo di riferirci ai risultati di quest'analisi impiegando il linguaggio ordinario della dinamica che noi ci siamo sforzati di tradurre i principali risultati di questo metodo in termini intelligibili senza l'uso dei simboli.

E' lo sviluppo delle idee e dei metodi delle matematiche pure che ha permesso di formare una teoria matematica della dinamica, e di mettere anche in luce molte verità, che non si sarebbe potute scoprire senza quest'educazione matematica: e se noi vogliamo formare teorie dinamiche delle altre scienze bisogna che il nostro spirito sia imbevuto tanto di queste verità dinamiche che dei metodi matematici.

Quando noi creiamo le idee ed il linguaggio di una scienza che, come l'elettricità si occupa di forze e di effetti di forze, dobbiamo aver costantemente presenti allo spirito le nozioni della scienza fondamentale della dinamica in modo da evitare durante il primo sviluppo della scienza ciò che sarebbe in disaccordo con i principî di già sta-

biliti: in modo anche che, divenendo le nostre idee più chiare, il linguaggio adottato ci sia un soccorso e non un impaccio ».

*

Ancora è da segnare l'uso continuo che fa il Maxwell del teorema di Stokes associato con quelli di Green e di Gauss. A questo uso evidentemente lo conduce il desiderio di trasferire nel mezzo (pressioni e tensioni) alcune delle realtà fisiche prima assegnate soltanto ad entità distribuite in modo discreto in uno spazio vuoto. I teoremi di trasformazione di integrali di linea di superficie o di volume l'uno nell'altro hanno anch'essi, come molte trasformazioni di tipo puramente analitico, il carattere di consentire la coesistenza logica di più ipotesi equivalenti, le quali conducano ad altrettanti modelli per l'interpretazione di una data categoria di fenomeni l'uno dall'altro distinti dal punto di vista fisico. Se il vettore di un campo si può ottenere ugualmente o per integrazione sopra una superficie chiusa da un contorno, o per integrazione lungo la linea che racchiude la superficie, potremo indifferentemente adottare il modello di corrente lungo la linea o quello di dipoli distribuiti sopra una lamina. Se la totale energia del campo si può ottenere integrando per tutta la sua estensione tridimensionale un certo scalare, o integrando i prodotti delle densità superficiali per i potenziali là dove sono distribuzioni superficiali di massa, appariranno matematicamente equivalenti i modelli, che attribuiscono la sede dell'energia alle masse od allo spazio universo in cui esse sono immerse. La matematica ancora una volta per la sua virtù analizzatrice degli infinitesimi non può fornire argomenti di scelta fra più teorie ai mortali, che possono sperimentare soltanto sul finito. E l'equazione differenziale cui si perverrà per molte vie diverse quando si giunga alle propagazioni in un mezzo continuo sarà sempre la consueta equazione di secondo ordine contenente il d'Alembertiano.

Ed ancora ogni ipotesi si ridurrà od a quella dell'emissione di entità da sorgenti distribuite in luoghi singoli in uno spazio vuoto od a quella della propagazione di entità attraverso un mezzo continuo, al quale per quanto si voglia denudarlo non si può togliere l'attitudine a questa propagazione.

E le più recenti scoperte, come è noto, conducono alla conclusione che probabilmente in ogni campo l'emissione e la propagazione in un mezzo continuo non sono manifestazioni distinte caratteristiche ciascuna di determinate entità fisiche, ma forme di pensiero, di ambedue le quali il fisico deve giovarsi per applicarle a tutte le entità, perchè la natura gli sa presentare in fenomeni di sensi la stessa entità vuoi con i caratteri dell'uno, vuoi con quelli dell'altro modello. Probabilmente esse son sempre mescolate: soltanto talvolta una sola delle manifestazioni raggiunge ampiezze sensibili. Per enunciare questo principio con una delle maggiori autorità viventi in argomento di filosofia naturale, Luigi de Broglie, il laureato del premio Nobel della fisica per il 1929, colui che ha seminato il germe della meccanica ondulatoria, leggerò l'ultimo periodo, con il quale egli chiude la prefazione al libro: « Introduction à l'étude de la mécanique ondulatoire ».

« In riassunto l'interpretazione fisica della nuova meccanica resta un soggetto estremamente difficile. Tuttavia un gran fatto è ben stabilito: questo fatto è che per la materia e per l'irradiamento si deve ammettere il dualismo delle onde e dei corpuscoli, e che la ripartizione nello spazio dei corpuscoli non si può prevedere che con considerazioni ondulatorie. Disgraziatamente la natura profonda dei due termini del dualismo e il rapporto esatto che esiste fra essi restano ancora assai misteriosi ».

Certamentamente il Nostro con la teoria elettromagnetica della luce, che unifica le radiazioni di ogni lunghezza d'onda fino alle più penetranti, le quali pervenendo al nostro pianeta ci recano forse il più lontano e più significativo messaggio delle più profonde modificazioni della materia e dell'energia, che assicurano all'universo una durata senza limiti di tempo ed un'estensione senza limiti di spazio, ha innalzato a sè stesso, ed ha regalato al mondo uno dei maggiori monumenti di filosofia naturale. Il progresso, che anch'esso non ha limiti di tempo o di estensione, potrà apportarvi qualche modificazione, ed anche trasformarlo completamente, ma non vi cancellerà il nome di Maxwell.

*

Più breve sarà il discorso sul contributo del Maxwell alla teoria cinetica dei gas ed a quella del calore, le quali, come è noto, si compenetrano e si intrecciano, perchè il calore è la manifestazione macroscopica del dinamismo molecolare delle particelle che costituiscono la materia.

L'opera del Maxwell in elettrologia è dominata in sostanza dal concetto del continuo: nella teoria cinetica dei gas ed in termodinamica egli ha voluto cimentarsi intorno al concetto opposto, quello del discontinuo. Per questa parte dell'opera sua egli è fra i fondatori della fisica statistica, di quella dottrina cioè, verso cui oggi tutta la fisica tende, e della quale la maggior conquista filosofica, se sarà confermata, è una modificazione profonda del principio di causalità, vale a dire di una delle basi più profonde, su cui finora poggiava tutto quanto il nostro pensiero scientifico.

Accennerò a tre punti: la legge della distribuzione delle velocità in una massa gassosa, il teorema dell'equipartizione dell'energia, l'idea del diavolino, che si chiama appunto dal Maxwell.

Della legge di distribuzione delle velocità egli dette due prove, ambedue forse non esenti da critiche.

La legge dell'equipartizione dell'energia fu enunciata dal Waterston nel 1845, ed indipendentemente dal Maxwell nel 1859. L'argomento fu poi ripreso dal Boltzmann nel 1861, ed il Maxwell nel 1879 pubblicava una memoria in cui riconsiderava l'intera questione da un altro punto di vista. In questa memoria egli ha utilizzato l'artificio della rappresentazione dello stato di una massa gassosa in uno spazio a $2n$ dimensioni, essendo n il numero dei gradi di libertà del sistema dinamico costituito dalle molecole, cioè quell'artificio che sarà poi generalmente adottato negli studi di fisica statistica. Come è noto la prima grandiosa applicazione dei metodi statistici ha condotto a ravvicinare la dinamica alla termodinamica, ed esporre questa applicando il concetto di probabilità.

Oggi il problema è enormemente più ampio. I gas concepiti come insiemi di elementi tutti uguali, animati di un moto, in cui è massimo il disordine, che in regime di temperatura si conserva senza che la sua energia si trasformi per virtù di cause ignote, anzi forse inesistenti, del quale insieme è un modello suggestivo il movimento di palle di bigliardo infinitamente dure ed infinitamente elastiche, che scorrano sopra un piano senz'attrito urtandosi incessantemente fra loro e con le sponde, non rappresentano che un caso limite rispetto a quelli che la natura ci offre. Nel campo della statistica applicata ai gas i frutti più profumati si attendono allontanandosi dal modello Maxwelliano. Alcuni di questi frutti per il caso dei gas degeneri, l'elettronico incluso, sono stati raccolti dal nostro accademico Fermi.

Tutta la radiometereologia per accennare ad una materia nuovissima in formazione dovrà, potendo, utilizzare questi metodi. L'aria in cui viviamo, la tropoatmosfera, che il Pickart ha potuto percorrere tutta quanta nel suo volo meraviglioso, la strato-atmosfera, che si estende per centinaia di chilometri sopra la nostra testa, che potremo esplorare inviandole e ricevendone radiomessaggi sono masse enormemente estese di gas e di polvere cosmica, che potranno essere trattate con i metodi della statistica, perchè ogni elemento di volume anche alle maggiori rarefazioni ne contiene un numero grandissimo: ma il loro dinamismo non è quello che compete al puro caos molecolare: a molecole neutre sono mescolati ioni dei due segni, ed elettroni, e associazioni di ioni; e fra questi avvengono continue decomposizioni e ricombinazioni: ed i campi di forza cui questi elementi della numerosa assemblea sono soggetti oltre quello gravitazionale e della pressione della luce sono il campo elettrico, e quello magnetico terrestre, il cui andamento è così complicato che mal si presta a trattazioni matematiche. Il sistema è inoltre attraversato da radiazioni e. m. di ogni frequenza, d'origine terrestre e cosmica, variabili durante il tempo in frequenza e in intensità.

Non debbo aggiungere altre parole per dimostrare quanto sia complicato il problema.

Signori,

la commemorazione degli uomini sommi innalza lo spirito alla più grande ammirazione ed alle maggiori speranze. Il Maxwell con l'opera sua ha schiuso due vie maestre, e ne ha percorso alcuni tratti. L'una ha condotto alla generazione ed all'utilizzazione delle radioonde: l'altra alla statistica fisica. Questi pensieri suscitano nella nostra mente il sentimento di ammirazione. Se lo studio delle radioonde e l'applicazione dei metodi statistici ci faranno un giorno conoscere il dinamismo della nostra atmosfera, e ci insegneranno perciò a dominarla (intendo dire con frase più significativa a fare il bello e il cattivo tempo) l'uomo per virtù della fisica avrà realizzato un altro sogno. Questa è una delle maggiori speranze, che accompagna nel nostro spirito il sentimento di ammirazione per l'uomo che questa sera celebriamo.

Della sua vita non vi ho intrattenuti, perchè fu la vita serena dello studioso i cui particolari sfuggono a cento anni dalla nascita, a 51 dalla morte (egli visse 48 anni soli) in confronto alla mole dell'opera scientifica.

E mi sia lecito chiudere con un inno all'epoca presente. Le difficoltà che incontra chi si dedichi oggi agli studi certamente sono assai maggiori che per il passato. Quanto più largo è il campo! Dai tempi, in cui l'uomo non conosceva nemmeno la legge con cui cadono i gravi, ed il piano inclinato di Galileo era già un ordigno con cui potevan essere scoperte verità fondamentali! Io non so se con l'ampliarsi del campo abbia cresciuto in potenza l'ingegno dell'uomo. La storia ci dimostra che egli si è dedicato nei secoli a sempre più

ardui cimenti nel campo fisico e nel campo intellettuale e ad avventure sempre più rischiose. Quanto cammino nel senso dell'ascensione è stato compiuto fino ad oggi, se ci confrontiamo con i popoli di tutte le età passate, non escluso quel Greco antico, la cui ammirazione ha costituito il nucleo della nostra educazione umanistica. Ogni disciplina del pensiero e dello spirito oggi ha le sue battaglie da vincere: non enunciamo il dubbio che gli uomini non sien pronti, perchè soltanto l'enunciare questo dubbio costituirebbe un elemento di debole successo. Ogni età crea gli uomini, di cui essa ha bisogno per progredire, perchè il progresso è la legge sovrana dela Natura. Quando, scoperta la sorgente della corrente elettrica, la pila, occorreva investigare tutti i fenomeni, che dalla corrente potessero esser provocati, o che la corrente potesse modificarsi, nel suolo inglese nacque Faraday, della cui lunga esistenza ogni giornata fu una scoperta: quando, accumulate tante scoperte, occorreva costruire il quadro, che le costringesse in struttura logica, (e il quadro fu così ampio, che servì a schiudere vie nuove) nello stesso suolo nacque Maxwell: possiamo dunque esser certi che anche la fisica moderna troverà il Genio che la domini. E, pur disposti ad accoglierlo con entusiasmo, qualunque sia l'angolo della terra che lo produca, noi Italiani di oggi, col sentimento e con la fede, che nel momento storico presente anima la nuova Italia, non nascondiamo il desiderio, che nasca sotto il nostro sole.

LUMINOSITA' E FATTORI DI RIFLESSIONE DELLE STRADE □ □ □ □

G. PERI

Praticamente le superfici diffondenti non sono mai «pure» od «omogenee», al fenomeno di diffusione, perfetta o imperfetta, si sovrappone, da parte di elementi superficiali, quello di riflessione speculare. Il rapporto tra luminosità e splendore non è costante, eguale a π, ma varia coll'angolo di incidenza e di emergenza della luce.

A questa categoria appartengono le superfici stradali esperimentate dall'A.

Questo studio, di puro carattere sperimentale, è da intendersi come complemento all'altro «Illuminazione e luminosità delle strade» da me presentato al Congresso di Bellagio del settembre 1927 (*L'Elettrotecnica*, 5 aprile 1928). In quell'occasione un membro della riunione, credo il Sig. I. W. T. Walsh, avendo informato che uno studio analogo al mio sarebbe stato compiuto da un Istituto inglese di fisica, in laboratorio, sopra campioni di superfici stradali all'uopo preparati (1), mi sembrò interessante completare i rilievi eseguiti in strada, in parte monchi per ragione di tempo e per incomodità di operazione, con altri da ricavarsi in laboratorio su esemplari di pavimentazione stradale tolti d'opera.

Questa nota ha lo scopo di esaminare in dettaglio il comportamento alla riflessione dei tipi di pavimentazione stradale più comunemente usati, sia per quanto riguarda l'emissione di luce ai vari angoli per diverse inclinazioni della luce incidente, sia il loro fattore di riflessione, riferito tanto all'emissione totale di luce che alla emissione nelle direzioni singole.

*

I campioni di pavimentazione stradale, prelevati da varie regioni della città di Torino dall'ufficio comunale delle strade, e assoggettati ad esperimento, sono i seguenti: 1 macadam, 2 bitume, 3 catrame, 4 bitulite, 5 asfalto compresso, 6 sienite, 7 porfido; essi, per la miglior conservazione, sono stati racchiusi, ad eccezione dei lastroni di pietra, in robuste cornici di legno greggio di dimensioni 0,50×0,50 metri (figure 1, 2, 3, 4).

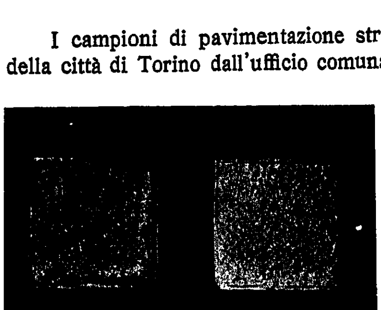


Fig. 1. — Campioni di pavimentazione a) bitume b) macadam.

La pavimentazione in bitume, o in catrame, risulta da stendimento su macadam di uno strato, di circa 1 cm, di bitume o di catrame, con spargimento di ghiaietta. La bitulite, com'è noto, è data dalla sovrapposizione al macadam d'uno strato (5÷7 cm) di un conglomerato bituminoso di ghiaietta, sabbia e bitume, pressato con rulli leggeri. L'asfalto è roccia calcare asfaltica macinata e compressa (strato di 5 cm) con rulli caldi e pistoni. La sienite è preponderantemente un silicato di alluminio e potassio. Il porfido, chimicamente affine alla sienite, ne differisce sostanzialmente per contenere silice pura o quarzo. All'aspetto il campione di mac-adam si presenta piuttosto chiaro, a causa anche del po' di cemento che gli è stato aggiunto per renderlo coerente; la sua superficie è irregolare, a onde o increspature piuttosto larghe. La pavimentazione bitumata e catramata è assai più uniforme, a struttura superficiale granulare, più o meno chiara a seconda del maggior affioramento superficiale di ghiaietta. La bitulite e l'asfalto compresso hanno superficie omogenea, liscia; la prima ha un aspetto scuro, catramoso, l'asfalto compresso è più chiaro presentando come incorporata una finissima polvere grigia. La sienite è di color tendente al rossiccio e superficie meno regolare con corrugazioni assai estese e profonde.

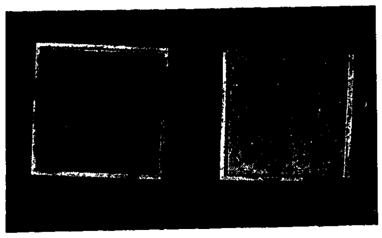


Fig. 2. — Campioni di pavimentazione a) bitulite b) asfalto compresso.



Fig. 3. — Campioni di pavimentazione a) porfido b) sienite.

Il potere riflettente di pavimentazioni aventi lo stesso nome può essere diversa da esemplare a esemplare; vi sono dei mac-adam a tinta scura o chiara, a seconda della natura del pietrisco, dell'intensità del carreggio, della esposizione della strada alla luce; la bitulite durante i forti calori diventa chiazzata in nero, per la manifestazione superficiale di una certa quantità di catrame; l'asfalto compresso acquista una tinta sensibilmente più scura nelle regioni soggette al passaggio dei veicoli.

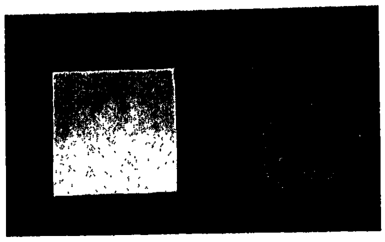


Fig. 4. — Campioni di pavimentazione a) ZnO b) catrame.

Il campione di strada bitumata, che nei primi rilievi fatti si era dimostrato assai più riflettente (per la maggior presenza superficiale di ghiaietta) di quello di strada catramata, dopo qualche mese di permanenza in laboratorio pel sopraggiungere dei calori estivi ha acquistato un'apparenza simile al secondo (diminuzione del potere riflettente da 0,16 a 0,12), mostrando proprietà praticamente identiche. E' perciò che i due campioni di strada bitumata e catramata sono stati considerati, rispetto ai dati che seguono, come un campione unico. Le misure su superfici stradali non possono pertanto avere, per quanto accurate, un significato assoluto. Le misure che seguono, riferendosi però a numerosissime esperienze, in diverse condizioni di luminosità e di intensità agenti, con letture sempre fatte dallo stesso occhio esercitato, portanti a risultati concordanti, i valori così dedotti sono caratteristici delle superfici sperimentate, tanto in linea assoluta che relativa, e possono servire di orientamento e di confronto per tutte le superfici consimili.

Alle stesse misure delle superfici stradali fu sottoposta una tavoletta, di eguali dimensioni dei campioni, spalmata uniformemente di ossido di zinco (2), la quale per l'impossibilità di ottenere una lastra di carbonato di magnesio così grande doveva rappresentare la superficie diffondente tipo.

*

Le misure furono fatte con fotometro Weber, a doppio prisma Lummer-Brodhun per contrasto di luminosità, fissato al braccio girevole di un'armatura metallica; al piede dell'armatura era collocato in posizione orizzontale il campione da provarsi in modo che il cannocchiale del fotometro mirava circa al centro della superficie; ruotando il braccio girevole dalla posizione verticale (0°) alla posizione più obliqua compatibile con una lettura attendibile (75°) (3), si ottenevano i valori della luminosità, o dello splendore, del campione ai vari angoli, leggi-

(1) Alcuni dei risultati sono stati esposti da A. K. Taylor. - Proc. Intern. Congress on Illumination, 1928, pag. 49.

(2) Polvere di ossido di zinco purissimo mescolato con gelatina e acqua. Questo intonaco è usato per rivestimento interno delle sfere di Ulbricht.

(3) Il campo di vista del fotometro quando funziona come illuminometro è 4° (apertura del cono 2°); per misure di luce l'apertura del

bili sulla guida semicircolare, con centro nel perno di rotazione del braccio (fig. 5).

Un raggio di intensità I_i nota e costante, si fa cadere sul campione di pavimentazione stradale, il quale non riceve luce da altre sorgenti, essendo la camera a pareti nere, sprovvista di superfici od oggetti diffondenti, e gli sperimentatori in abiti scuri. Al raggio I_i incidente sul centro del campione di strada si danno, spostando successivamente la lampada attorno al campione, varie inclinazioni da 0° (lampada posta verticalmente sul campione) sino a 60° (lampada posta a 60° rispetto alla verticale pel campione (4), e per ogni inclinazione della luce incidente si ricavano al fotometro le curve di luminosità e di splendore della superficie (fig. 6).

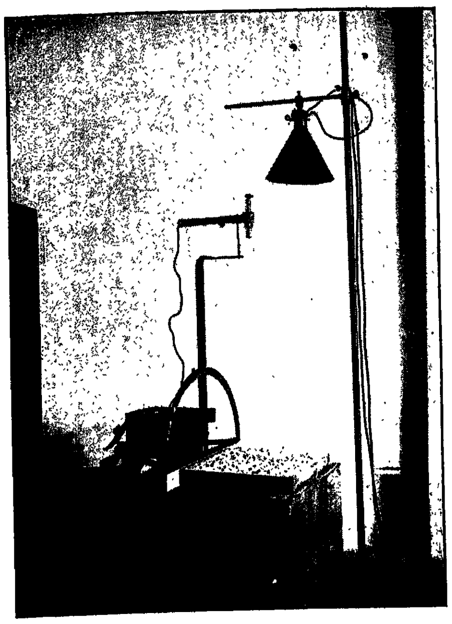


Fig. 5. — Armatura del fotometro, fotometro e piastra.

Si misura la *luminosità e* quando il tubo collimatore del fotometro è privo della lastra lattiginosa; in tal caso la luminosità del campo fotometrico è quella della superficie in esame.

Si misura lo *splendore σ* quando il cannocchiale è munito di lastra lattiginosa, come si pratica per le misure di intensità di luce; in questo caso la luminosità del campo è quella della lastra lattiginosa, proporzionalle all'intensità di luce riflessa dall'area agente del campione. Si intende che le curve ricavate sono quelle nel piano verticale parallelo alla incastellatura di sostegno del fotometro (fig. 5).

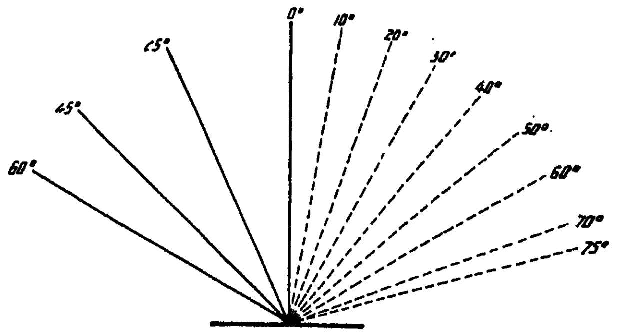


Fig. 6. — Angoli di incidenza della luce e angoli di visione.

Le luminosità saranno direttamente espresse in *lux* (lux apparenti), se il fotometro per la misura delle illuminazioni è stato tarato in confronto di una piastra di magnesia raschiata di fresco (5). Col fotometro disposto per la misura di intensità di luce si determinano delle *candele I_r*, le quali, poichè la superficie S (fig. 7), proiettata normalmente alla direzione di visione, è sempre la stessa (la sezione retta del cono luminoso del fotometro è costante per una data distanza), misurano in una certa scala $\left(\sigma = \frac{I_r}{S}\right)$ gli splendori σ della superficie; l'area di questa superficie (ellisse intersezione del cono di visione del fotometro) cresce coll'obliquità α del cannocchiale, contata a partire dalla verticale, secondo un rapporto che con una buona approssimazione è $\frac{1}{\cos \alpha}$.

Le I'_r relative alla superficie invariabile $A\,B$ di area S si otterranno dunque moltiplicando per $\cos \alpha$ le $I_r = \sigma \cdot S$. Si ha così il modo di costrurre per ogni direzione della luce incidente 1° la curva delle *luminosità*, 2° la curva degli *splendori*, 3° la curva delle *intensità luminose* (riferite ad una superficie di area invariabile).

*

La determinazione di ambedue le quantità e e σ, le quali dovrebbero essere legate da un raporto fisso, non può stimarsi pleonastica. In misure delicate come quelle di cui trattasi, un controllo non guasta mai. Nel caso poi di superfici irregolari od eterogenee, come le stradali, è appunto dai rapporti $\frac{e}{\sigma}$ che si ricava un concetto preciso delle caratteristiche delle superfici stesse.

Una superficie stradale può ritenersi omogenea solo se il paragone si fa per aree piuttosto ampie, ad es. da dm^2 a dm^2; ma nell'ambito di 1 dm^2 o di 1 cm^2, dell'area cioè visibile al fotometro, o influenzante il campo fotometrico, la superficie è qualcosa di eterogeneo, tra diffondente e riflettente, il cui comportamento non può definirsi se non coll'esperimento.

Il rapporto $\frac{e}{\sigma}$ il quale è costante per tutte le superfici diffondenti *pure*, a diffusione perfetta o non, poco importa (6), cambia di valore, da materiale a materiale, e da angolo ad angolo, se la superficie ha elementi speculari.

I risultati esposti nei diagrammi e nelle tavole che seguono sono, per ragioni di brevità, limitati ad una parte delle misure eseguite; ad es. non è fatto cenno, anche perchè non arrecanti alcun particolare contributo, delle misure fatte con luce incidente ad angoli di 25° e 45°; aumentando l'angolo di incidenza della luce da 0° a 60°, le curve di luminosità si appiattiscono, o si allungano in orizzontale, in modo continuo, tanto più quanto l'angolo di incidenza cresce.

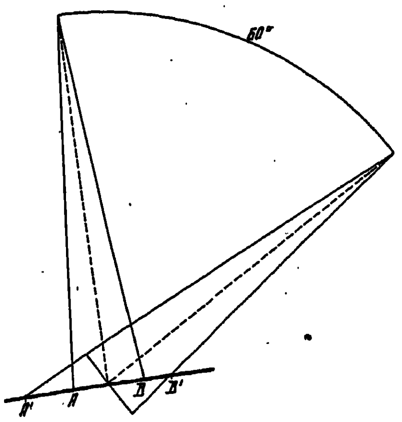


Fig. 7. — Area agente sul fotometro nelle misure di splendore.

I diagrammi e prospetti riportati si riferiscono a prove con lampada (illuminante il campione di strada) incappucciata in nero, onde la sorgente rispetto alla piastra possa praticamente ritenersi un punto, come avviene nella illuminazione stradale, data la distanza relativamente grande tra lanterna e suolo. Furono anche eseguite, a titolo comparativo, misure colla lampada fornita da un comune riflettore in ferro smaltato (sorgente di ampie dimensioni).

La lampada impiegata era del tipo in serie in gas inerte. L'intensità incidente sulla piastra sotto prova fu scelta, nelle varie misure, intorno a un migliaio di candele int., con distanza della sorgente dalla piastra di m 1,60, oppure di m 1.

*

Alcuni dei risultati, nel caso della lampada con cappuccio nero sospesa verticalmente sul campione, sono esposti nei diagrammi delle figg. 8, 9, 10.

---

cono d'azione dipende dalle dimensioni del tubo esterno che fa seguito alla scatola del vetro lattiginoso; furono fatte per controllo misure di splendore con tubi aggiuntivi di dimensioni diverse; però una intensità di luce sufficiente si ha solo con coni di apertura non inferiore a 4°. Poichè l'ellisse, superficie vista o agente della superficie, si allunga coll'aumentare dell'obbliquità del cannocchiale, questa è stata limitata a 75°, perchè, date le dimensioni dei campioni, dovesse sempre restare interna al campione esaminato.

(4) Lo studio dei fattori di riflessione per angoli di incidenza della luce superiori a 60° e per angoli di visione superiori agli 80° è stato fatto da A. K. Taylor (Proc. Intern. Congress on Illumination, 1928, pag. 49) allo scopo essenziale di ricavare la distribuzione di luminosità lungo una strada, dalla relativa curva di illuminazione, per angoli di vista discosti di pochi gradi da 90°.

(5) L'assunzione che il carbonato di magnesio abbia albedo unità, non porta errore sensibile in misure di questo genere.

(6) Se I_m è la int. lum. emessa perpendicolarmente alla superficie, si ha $\sigma = \frac{I_m}{S}$ ed $\frac{e}{\sigma}) = \frac{e\,S}{I_m}$. Se la superficie segue la legge di Lambert, come si ammette per la piastra di prova, che ha servito alla taratura dell'illuminometro, cioè se e è cost. per qualsiasi angolo di visione e di luce incidente, $e\,S$ rappresenta i lumen totali Φ_r riflessi dalla superficie; e si ha la relazione nota $\Phi_r = \frac{e}{\sigma} I_m = \pi I_m$.

Se e è variabile, ogni $e\,S$ ha con Φ_r un rapporto proprio; i lumen totali riflessi dalla superficie sarebbero $e\,S$, quando l'illuminometro sia stato tarato in confronto di una piastra di prova, la cui curva di emissione sia simile a quella del materiale in esame, e la lettura di taratura sia stata fatta allo stesso angolo a cui si misura l'e del materiale; il che non è praticamente fattibile.

Si rileva (fig. 10) come per luce incidente perpendicolare le varie superfici diffondano, con una certa approssimazione, secondo la legge del coseno, segnatamente il porfido, il macadam, il macadam catramato o bitumato, la vernice di ZnO; l'asfalto compresso è leggerissimamente speculare, la sienite e bitulite presentano questo accenno di riflessione speculare in grado alquanto maggiore.

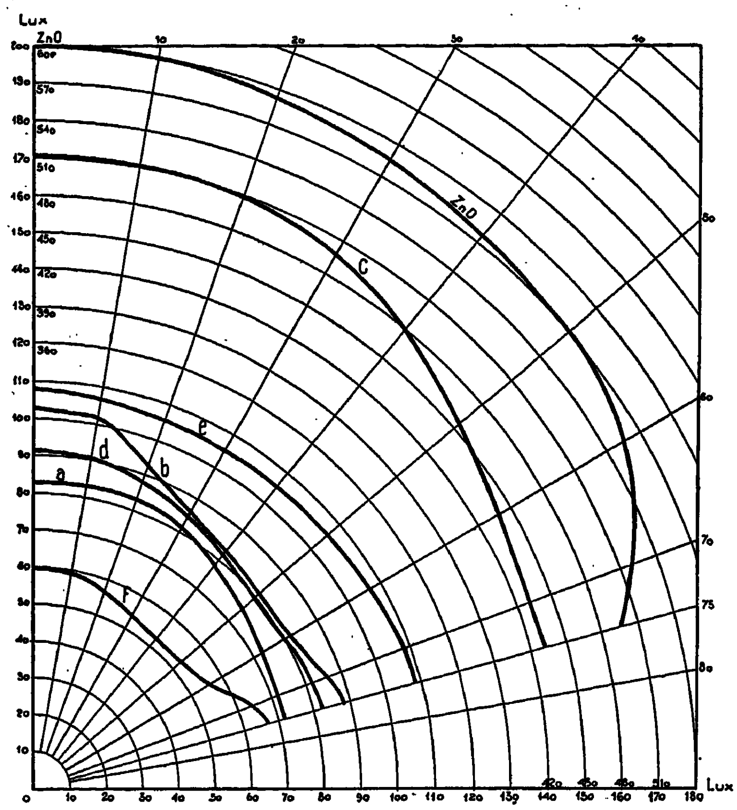


Fig. 8. — Curve di luminosità. - Angolo di incidenza della luce 0°.
a) Strada catramata o bitumata; *b*) Sienite; *c*) Macadam; *d*) Asfalto compresso; *e*) Porfido; *f*) Bitulite.

Nelle prove delle figg. 8, 9 la piastra in esame era illuminata con 711 lux; assumendo per la determinazione del fattore di riflessione le luminosità a 0°:

	ZnO	macadam	porfido	sienite	asfalto c.	catrame o bitume	bitulite
$e =$	600	171	109	102	92	83	61

risultano i poteri riflettenti ($\rho = \frac{\Phi_r}{\Phi_i} = \frac{e}{E}$) ordinatamente:

$\rho =$	0,844	0,240	0,153	0,143	0,129	0,117	0,086

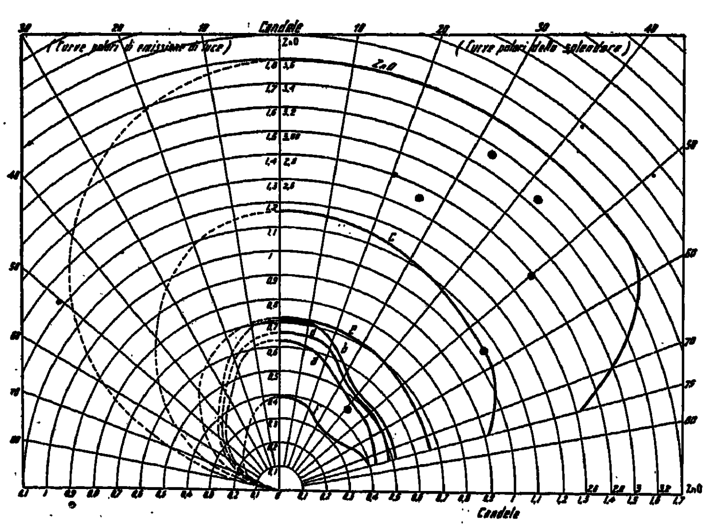


Fig. 9. — Curve di splendore e di emissione di luce. - Angolo di incidenza della luce 0°.
a) Strada catramata o bitumata; *b*) Sienite; *c*) Macadam; *d*) Asfalto compresso; *e*) Porfido; *f*) Bitulite.

Questi poteri riflettenti, come già accennato, suppongono eguale ad 1 quello del carbonato di magnesio, la cui curva di luminosità, per luce incidente perpendicolare, si può ritenere praticamente simile alle precedenti. Se, più rigorosamente, si prende il ρ della magnesia eguale a 0,97, i poteri riflettenti scritti andrebbero ridotti del 3 %.

Le prove con lampada provvista di riflettore piatto hanno dato fattori di riflessione pochissimo diversi dai sopradescritti. L'unica differenza notevole è che la riflessività massima in vicinanza della verticale non si verifica a 0° ma leggermente spostata in avanti, a circa 10°, per effetto della obliquità dei raggi incidenti provenienti dalla parte più lontana del riflettore.

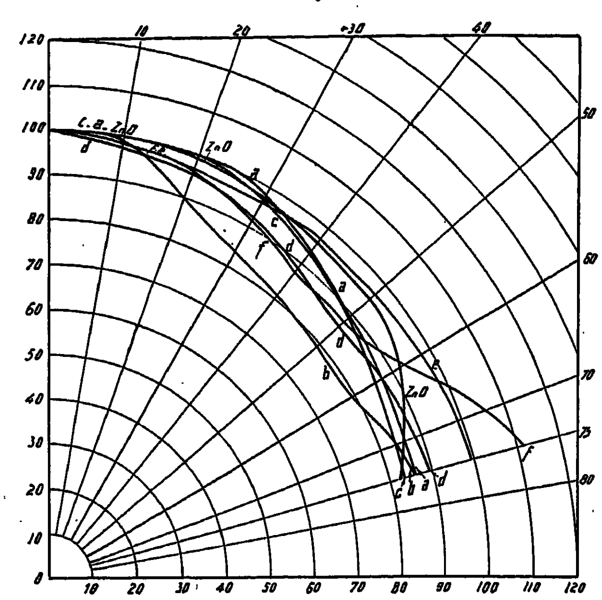


Fig. 10. — Curve di luminosità relativa. - Angolo di incidenza della luce 0°.
a) Strada catramata o bitumata; *b*) Sienite; *c*) Macadam; *d*) Asfalto compresso; *e*) Porfido; *f*) Bitulite.

La misura delle intensità luminose, nelle stesse condizioni precedenti di illuminazione della piastra, ha condotto ai risultati riportati graficamente nella fig. 9. La superficie di piastra agente sulla lastrina lattiginosa è di mq. 0,0186 (apertura del cono del fotometro 4°,22', distanza tra lastrina e piastra m 1,00). Nella ipotesi fatta di emissione secondo la legge del coseno, il flusso emesso dallo ZnO è $3,6 \times \pi = 11,3$ lumen, cioè $\frac{11,3}{0,0186} = 608$ lumen/mq, e quindi il suo fattore di riflessione $\frac{608}{711} = 0,857$. Si possono così determinare con misura assoluta i ρ delle singole piastre; per il porfido $\frac{0,72 \times \pi}{0,0186} = 120$ lumen/mq, invece di 109 misurati col luxmetro; per la bitulite $\frac{0,39 \times \pi}{0,0186} = 65$ lumen, e così via.

Moltiplicando le ordinate σ (fig. 9 a destra) per i rispettivi cos α si ottengono le ordinate I'_r delle intensità luminose (fig. 9, a sinistra). Applicando a queste ultime curve polari i metodi noti di integrazione, si determinano i lumen emessi dai 186 cmq, e quindi i lumen emessi per mq dalle singole superfici (7) e di conseguenza i fattori di riflessione esatti.

	ZnO	macadam	porfido	sienite	asfalto c.	catrame o bitume	bitulite
$e =$	581	178	109	96	90	85	60
$\rho =$	0,817	0,250	0,153	0,135	0,127	0,120	0,084

La tav. I dà i raporti $\frac{e}{\sigma}$ ai vari angoli, in base ai valori misurati di e e di σ (8).

Il macadam, il porfido, la sienite contengono grani silicei, il catrame della ghiaietta, e l'asfalto una specie di polvere superficiale, agenti specularmente quando le condizioni sono favorevoli; questi punti

(7) Dalla curva polare dello ZnO si ricava $\Phi = 10,8$ lumen e $\frac{10,8}{0,0186} = 581$; così dicasi per le altre superfici.

(8) Le e ricavate al fotometro, sono lumen/m²; le e da paragonare agli σ devono essere rapportate alla stessa area degli σ, cioè moltiplicare per 0,0186. Si ha pertanto $\frac{600 \times 0,0186}{3,6} = 3,10$, e così di seguito.

TAVOLA I.

Rapporti $\frac{e}{\sigma}$ per luce incidente a 0°.

Materiale	Angolo di visione							
	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°
ZnO	3,1	3,1	3,1	3	3	3	3	3,1
Macadam...........	2,5	2,7	2,7	2,8	2,7	2,7	2,7	2,9
Porfido............	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,9	2,9	3
Sienite	2,7	2,7	2,6	2,8	3	3	3	3
Asfalto	2,5	2,5	2,6	2,9	3	3	3	3,1
Catrame............	2,5	2,5	2,7	2,9	3	3	3	3,1
Bitulite	3	3	3	3,1	3,1	3	3	3,1

brillanti hanno un diverso effetto sul campo del fotometro, a seconda si misurano le luminosità o gli splendori; mentre non influiscono molto sulla luminosità generale della superficie, in cui introducono elementi isolati scintillanti, aumentano l'intensità luminosa che colpisce la lastrina lattiginosa del fotometro nelle misure di splendore.

E' perciò che per i materiali citati il rapporto $\frac{e}{\sigma}$ è minore per l'angolo di visione 0°, che corrisponde all'angolo di riflessione speculare, e cresce coll'allontanarsi da detto angolo avvicinandosi al valore, caratteristico delle superfici diffondenti pure, $\pi = 3,14$.

Per lo ZnO e la bitulite il rapporto $\frac{e}{\sigma}$ è praticamente costante e assai vicino a 3,14.

*

Le figg. 11, 12, 13 illustrano i risultati ottenuti in una serie di misure colla stessa lampada incappucciata in nero delle esperienze precedenti, posta a 60° rispetto alla perpendicolare alla piastra.

Rimane confermato — e questo si vede specialmente bene dalla fig. 13, come dalla fig. 10 — che proprietà più spiccatamente speculari sono presentate dalla bitulite e dalla sienite, e subito dopo dallo asfalto compresso. Giova qui distinguere tra il comportamento speculare di una superficie omogenea a diffusione non perfetta, che è una proprietà relativa alla superficie nel suo complesso, e quello di una superficie eterogenea, in cui al fenomeno generale si sovrappone una azione speculare localizzata di elementi singoli. La senite, ad es., che è ricca di punti lucenti isolati, è un diffondente meno imperfetto della bitulite, che ha una superficie omogenea.

Mentre il macadam, per luce incidente a 60°, conserva la sua proprietà di diffondente quasi perfetto, il porfido, a cagione delle particelle lucenti della sua superficie (particelle assai minori delle intaccature superficiali del campione) acquista decisamente un comportamento speculare coll'aumentare dell'angolo di incidenza della luce.

Se la piastra invece che da una sorgente puntiforme è illuminata da una sorgente a dimensioni più ampie (lampada con riflettore smaltato), i massimi delle riflessività risultano anzitutto spostati in avanti, tutti oltre 75°; infatti i raggi provenienti dalla metà del riflettore più lontano dalla piastra formano con questa angoli maggiori di 60°. In secondo luogo il rapporto $\frac{\max}{\min}$ delle riflessività diventa molto più accentuato, cioè le curve di luminosità si appiattiscono allungandosi lateralmente; ad es. per la sienite, con sorgente ad ampie dimensioni, il rapporto $\frac{\max e}{\min e}$ è 5,4, mentre per sorgente praticamente puntiforme (fig. 11) è 3; devesi notare che coll'obliquità della luce incidente la luminosità agli angoli di maggior riflessività aumenta molto rapidamente, e la legge di aumento diventa sempre più rapida via via che l'angolo di incidenza cresce ([9]).

([9]) A. K. TAYLOR: The reflection characteristics of road surfaces, loco citato.

TAVOLA II.

Rapporti $\frac{e}{\sigma}$ per luce incidente a 60°.

Materiale	Angolo di visione							
	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°
ZnO	2	2	2	2,2	2,2	2,6	2,4	3,2
Macadam...........	2,35	2,35	2,2	2,2	2,1	2,1	2	2,1
Porfido............	2,4	2,3	2	2	2	2	2,3	3
Sienite	2,5	2,4	2,2	2,2	2,1	2	2,2	2,6
Bitulite	2	2	2	2	2,1	2,1	2,1	2,8

N.B. - Lo ZnO e la bitulite, le quali per luce incidente a 0°, mantengono (per assenza di elementi isolati speculari) costante il rapporto $\frac{e}{\sigma}$, dallo 0° a 70°, sono le stesse che, per luce incidente a 60°, presentano da 0° a 70° il maggiore aumento dello stesso rapporto.

I rapporti $\frac{e}{\sigma}$, per alcune delle superfici sperimentate, sono segnati nella Tav. II.

Gli $\frac{e}{\sigma}$ essendo minori per angolo di incidenza 60°, che per luce incidente perpendicolare, vuol dire che l'effetto speculare dei punti isolati aumenta colla obliquità della luce incidente. Si rileva, in relazione a quest'effetto, che per angolo di vista 60° il rapporto $\frac{e}{\sigma}$ è minore (escluse ZnO e bitulite) che per angolo di vista 0°. Oltre i 60°, prevalendo il fenomeno della diffusione non perfetta su quello della riflessione di elementi speculari isolati, $\frac{e}{\sigma}$ aumenta.

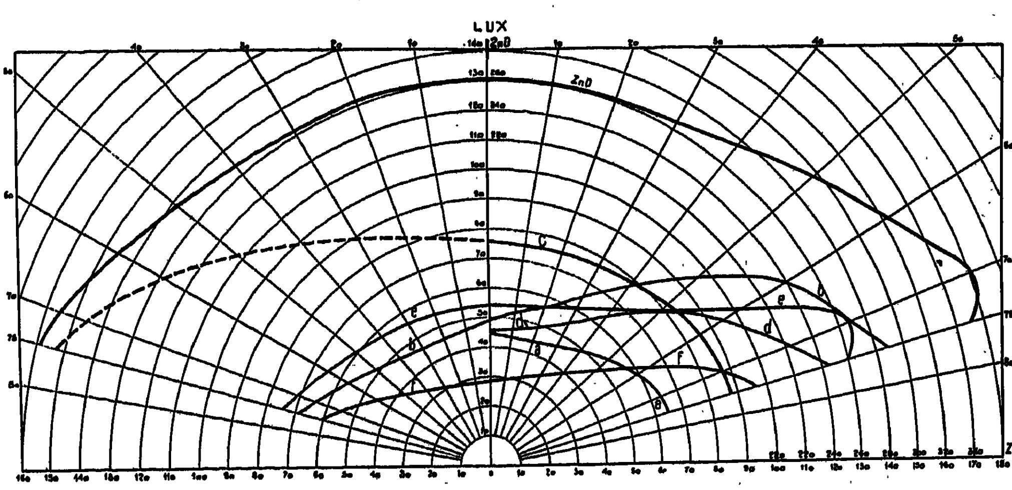


Fig. 11. — Curve di luminosità (nel piano di massima emissione). - Angolo di incidenza della luce 60° *a)* Strada catramata o bitumata; *b)* Sienite; *c)* Macadam; *d)* Asfalto compresso; *e)* Porfido; *f)* Bitulite.

*

La illuminazione E della piastra essendo 365 lux, si ha per lo ZnO a 0° $\frac{e}{E} = \frac{260}{365} = 0,71$, e a 70° $\frac{e}{E} = \frac{363}{365} = \sim 1$. Per la sienite a 75° $\frac{e}{E} = \frac{143}{365} = 0,4$, cioè il triplo che a 0°. Come già accennato poco fa, se la piastra fosse illuminata in direzione molto obliqua (angoli di incidenza da 80° a 90°), i rapporti $\frac{e}{E}$ diventerebbero ben presto, anche per superfici di basso potere diffondente, maggiori di 1, sino a diventare eguali a 50 o 100 per angoli di vista dello stesso ordine di obliquità ([10]). Ma questo non interessa ai fini del presente lavoro.

Questi rapporti $\frac{e}{E}$ non hanno relazione fissa col fattore di riflessione totale ρ, perchè, a pari E, e varia coll'angolo di incidenza

([10]) A. K. TAYLOR: The reflection characteristics of road surfaces, loco citato.

della luce e coll'angolo di visione (11). D'altra parte la determinazione di ρ è complicata dal fatto, che per luce incidente obliqua l'emissione è dissimmetrica, massime per le superfici che più si scostano dalla diffusione perfetta, con un massimo spiccato nel piano che contiene il raggio incidente ed è perpendicolare alla superficie (12).

Se la emissione fosse simmetrica, il ρ dei singoli materiali potrebbe trovarsi come media dei rapporti $\frac{e}{E}$ per le singole direzioni 0°, 10°, 20°..... 80°; per lo ZnO si trova ad es. $\rho = 0{,}82$, e per il macadam $\rho = 0{,}24$ (13), cioè valori praticamente eguali a quelli per angolo di incidenza 0°.

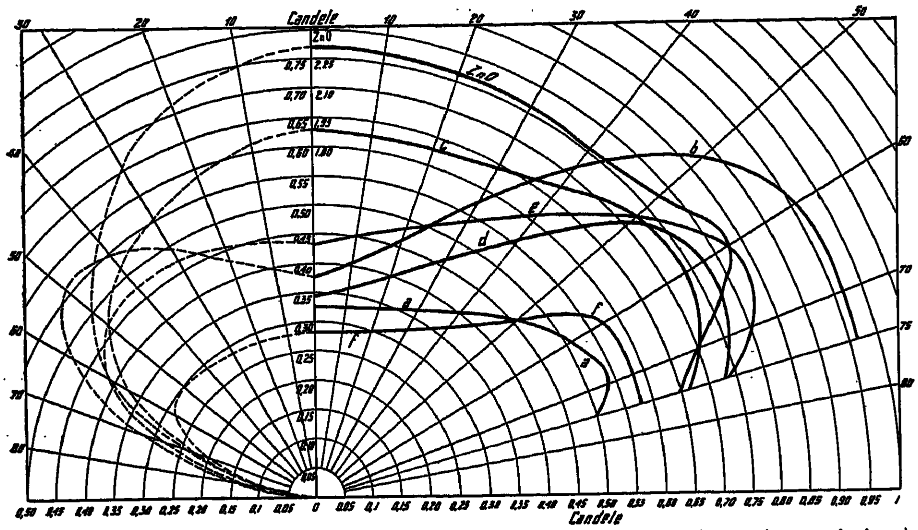


Fig. 12. — Curve di splendore e di emissione di luce (nel piano di massima emissione). Luce incidente a 60°.
a) Strada catramata o bitumata; *b)* Sienite; *c)* Macadam; *d)* Asfalto compresso; *e)* Porfido; *f)* Bitulite.

Per gli altri materiali, per cui l'ipotesi della emissione simmetrica è insostenibile anche in via di approssimazione, il calcolo in base all'ipotesi stessa può solo servire a dimostrare come varî il ρ colla obliquità della luce incidente; per il porfido, sienite, bitulite sono stati ricavati secondo detta ipotesi dei ρ doppi dei ρ per luce incidente a 0°; poichè il flusso effettivo è minore assai di quello che si avrebbe se la emissione massima fosse costante in tutti i meridiani, si deduce che il fattore di riflessione diminuisce col crescere dell'angolo di incidenza della luce (14).

*

Praticamente quando la luminosità in una direzione risulta 2, 3.... 50 volte quella del diffondente perfetto di albedo unità, si dice che il fattore di riflessione misurato in quella direzione è 2, 3.... 50.

Ciò vorrebbe dire che, se la luminosità misurata permanesse costante in tutte le direzioni, il Φ_r della superficie in esame sarebbe 2, 3.... 50 volte il Φ_i, che ovviamente è impossibile.

Se le superfici si scostano a tal punto dal diffondente perfetto da dare a certi angoli luminosità così forti, può essere discutibile, e certo fonte di equivoco, ricorrere al diffondente perfetto per avere una misura del loro fattore di riflessione.

Interessa pertanto distinguere dal fattore di riflessione p. d., quelli che si possono chiamare i *fattori di riflessione angolare* $\rho_\alpha = \frac{I_r'}{I_i}$, coll'avvertenza che nel caso di diffusione, la intensità incidente I_i va rapportata alla stessa area da cui proviene l'intensità riflessa I_r'.

Per una superficie diffondente secondo la legge di Lambert e avente fattore di riflessione eguale all'unità, di 100 candele incidenti perpendicolarmente, $\frac{100}{\pi} = 32$ sono riflesse perpendicolarmente (a 0°), e in generale $32 \times \cos\alpha$ sono riflesse all'angolo α.

Uno specchio perfetto di $\rho = 1$, qualora fosse possibile averlo, rifletterebbe nelle stesse condizioni 100 cand. a 0°, e nulla nelle altre direzioni.

Dalle curve polari delle I_r' si ricavano i fattori di riflessione *angolare* ρ_α delle singole superfici. Per luce incidente a 0°, si ha (fig. 9) per lo ZnO a 0°

$$\rho_0 = \frac{3{,}6}{711\ (15) \times 0{,}0186} = \frac{3{,}6}{13{,}2} = 0{,}27.$$

Per l'osservazione ora fatta, si ha pure:

$$\rho_0 = \frac{\rho}{\pi} = \rho\frac{\sigma}{e} = \frac{0{,}817\ (16)}{3{,}1}.$$

Per il macadam a 0°, si ha (fig. 9, sinistra), $\rho_0 = \frac{1{,}17}{13{,}2} = 0{,}09$, cioè circa il 30% $\left(= \frac{0{,}09}{0{,}32}\right)$ del p_0 del diffondente perfetto; a 60° si ottiene $\rho_{60} = \frac{0{,}52}{12{,}2} = 0{,}04$; se la curva di emissione del macadam fosse precisamente un semicircolo, si otterrebbe $\rho_{60} = \frac{1}{2} 0{,}09 = 0{,}045$. Analogamente dicasi per altri casi.

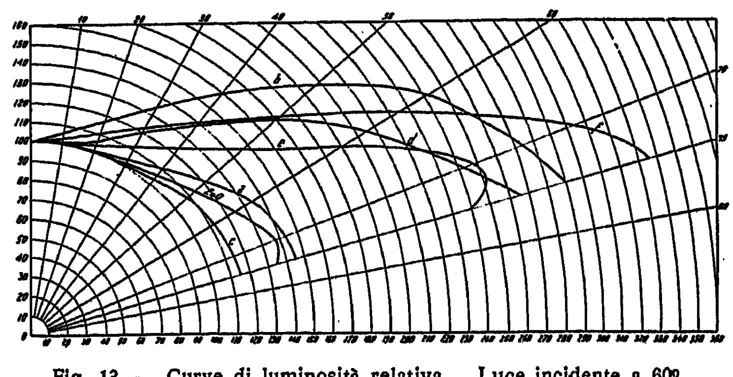


Fig. 13. — Curve di luminosità relativa. - Luce incidente a 60°.
a) Strada catramata o bitumata; *b)* Sienite; *c)* Macadam; *d)* Asfalto compresso; *e)* Porfido; *f)* Bitulite.

Per luce incidente a 60°, e per misure nel piano di maggior emissione (fig. 12), si ha per lo ZnO a 0°:

$$\rho_0 = \frac{2{,}3}{365 \times 0{,}0186} = \frac{2{,}3}{6{,}8} = 0{,}34;$$ per la sienite a 75°:

$$\rho_{75} = \frac{0{,}23}{6{,}8} = 0{,}034,$$ a 50° $$\rho_{50} = \frac{0{,}56}{6{,}8} = 0{,}082,$$ e così per le altre superfici.

(11) Quando e è cost., e è proporzionale a Φ_r, come E è proporzionale a Φ_i, e si ha $\rho = \frac{\Phi_r}{\Phi_i} = \frac{e}{E}$. Se e varia, il ρ si potrebbe solo ricavare dalla formola precedente, qualora l'illuminometro sia stato tarato in confronto di una piastra di prova, la cui curva di emissione sia simile a quella del materiale in esame, e la lettura di e sia fatta allo stesso angolo a cui si è fatta la lettura di taratura; il che, come già detto, non è fattibile.

(12) Le misure al fotometro, come accennato in principio, sono state eseguite in questo piano, nel quadrante opposto a quello in cui trovasi la lampada. La fig. 11 riporta, in più, nella metà di sinistra i valori di e ricavati, per alcune superfici in prova, nello stesso quadrante in cui trovasi la lampada. Com'era da aspettarsi, le luminosità della parte della lampada sono di regola minori di quelle guardando contro lampada; per il macadam succede l'opposto perchè, data la sua superficie increspata a forma d'onde, alle parti che guardando contro lampada sono in ombra si sostituiscono quelle direttamente colpite dalla luce. La curva della luminosità per lo ZnO mette pure in evidenza come, praticamente, lo ZnO possa ritenersi un diffondente perfetto o quasi.

(13) Si trascura per il macadam il fenomeno di asimmetria dovuto alla increspatura della superficie, di cui nella nota precedente.

(14) Il ρ, sempre nell'ipotesi di emissione simmetrica, è stato pure determinato in base al raporto $\frac{\Phi_r}{\Phi_i}$, assumendo le superfici fotometriche di emissione come superfici di rivoluzione delle curve polari segnate nella metà sinistra della fig. 12. I nuovi ρ si accordano coi precedenti, coll'unica differenza di risultare tutti alquanto superiori (circa il 30 %), per l'accrescimento dei valori di σ rispetto a quelli di e, per effetto della riflessione speculare degli elementi isolati.

(15) 711 lux equivalgono a 711 cand/m², cioè a 711 × 0,0186 candele per i 186 cm² di area agente sul fotometro.

(16) $\frac{0{,}817}{3{,}1} = 0{,}264$, invece che 0,27, perchè il quoziente $\frac{\sigma}{e} = \frac{1}{3{,}1}$ (Tav. I) è stato calcolato per $e = 600$ e non per $e = 581$.

I risultati ottenuti su strada nello studio citato in principio, relativamente tanto alle caratteristiche di riflessione, che ai valori relativi delle luminosità angolari, sono dal presente studio confermati e integrati.

Un ringraziamento particolare devo al tecnico Sandri del laboratorio fotometrico e all'Ing. Chiarelli del Servizio Tecnologico, per il cortese aiuto fornitomi nella esecuzione delle misure fotometriche, dei diagrammi e dei calcoli relativi.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUI SINCRONI E SUGLI ASINCRONI □ □ □ □

E. SANTUARI

AEI Comunicazione riassunta alla Sezione di Milano il 23 maggio 1930.

(V. N. 35, pag. 893 e seguenti)

APPENDICE

A proposito del funzionamento degli asincroni provvisti di eccitatrice su capacità e induttanze di valore costante.

Il Prof. Seiz-Danzica, ha voluto gentilmente farci rilevare una inesattezza fondamentale nella quale siamo incorsi nel tracciare i diagrammi a figg. 121, 122 e 123.

Essa è dovuta sostanzialmente al fatto di non avere tenuto nel debito conto l'effetto della tensione di reattanza (caduta di tensione nell'avvolgimento dello statore) nel determinare la caratteristica 1', che rappresenta la risultante fra eccitazione statorica e eccitazione (oppure controeccitazione) rotorica. Non è infatti lecito considerarla (cfr. p. es. a fig. 121) come la risultante fra la retta 1 (caratteristica della eccitazione statorica riferita alla tensione ai morsetti dell'asincrono, *previa deduzione risp. aggiunta della tensione di reattanza*) e la retta *M* (caratteristica della eccitazione o controeccitazione rotorica riferita alla tensione reale esistente ai morsetti dell'asincrono, *senza deduzione nè aggiunta della tensione di reattanza*).

Ringraziamo il Prof. Seiz della sua cortesia e indichiamo sommariamente la maniera nella quale va modificata la costruzione delle figure 121, 122 e 123 (cfr. le nuove figg. 124, 125 e 126).

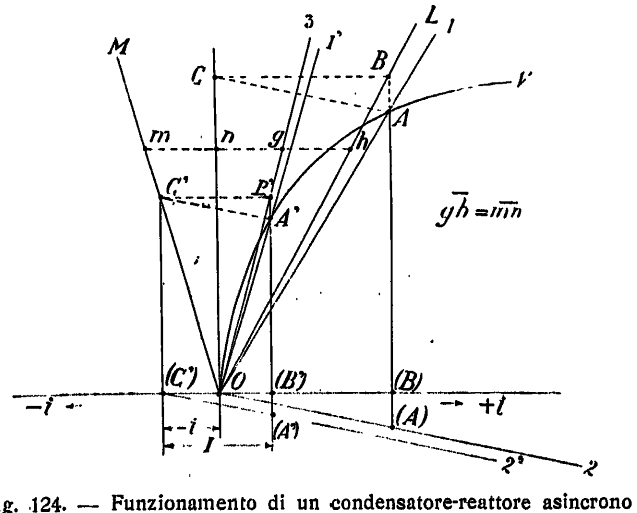


Fig. 124. — Funzionamento di un condensatore-reattore asincrono in regime controeccitato su una linea a vuoto.

Si determina (cfr. fig. 124) la risultante 3 fra la caratteristica *L* dell'eccitazione statorica e la caratteristica *M* della eccitazione o controeccitazione rotorica, riferite ambedue alla stessa tensione (tensione ai morsetti dell'asincrono), per poi derivare dalla 3 la caratteristica 1' (risultante delle due eccitazioni, riferita alla tensione ai morsetti dell'asincrono, *previa deduzione e aggiunta della tensione di reattanza*) e trovare il punto d'incrocio *A'* fra la 1' e la caratteristica *V*.

La determinazione del punto *A'*, e quindi della retta 1', e della posizione *A' B' C'* del triangolo di Potier si fa agevolmente mediante una semplice costruzione grafica. Si tracciano su un foglio di carta trasparente due rette di lunghezza indeterminata intersecantisi in un vertice, che chiameremo C_{00}, e formanti fra di loro un angolo pari all'angolo *B C A* del triangolo di Potier. Si sposta quindi questo sistema di rette in modo che C_{00} scorra sulla caratteristica *M* e che le due rette rimangano parallele ai lati loro corrispondenti $\overline{CB}$ e $\overline{CA}$ del triangolo di Potier sino a individuare la posizione in cui il punto di incrocio colla caratteristica 3 della retta parallela a $\overline{CB}$ e il punto d'incrocio colla caratteristica *V* dell'altra retta vengano a trovarsi sulla medesima ordinata. Questa sarà la posizione che assumerà il triangolo

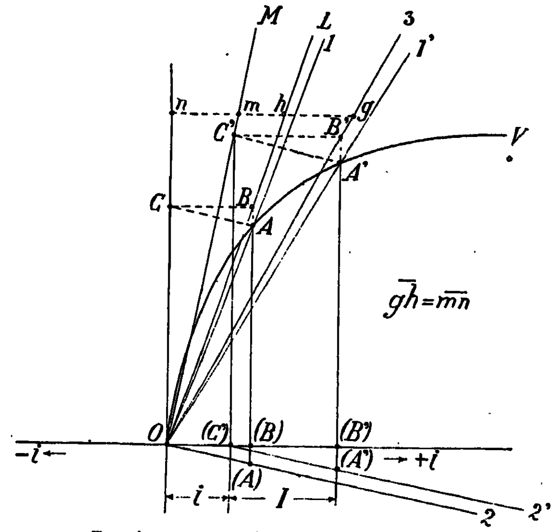


Fig. 125. — Funzionamento di un condensatore-reattore asincrono in regime eccitato su una linea a vuoto.

di Potier che si voleva determinare. Il vertice C_{00} coinciderà col punto *C'* e i suddetti due punti d'incrocio fisseranno la posizione degli altri due vertici *B'* e *A'*. La caratteristica 1' passerà per il punto *A'*.

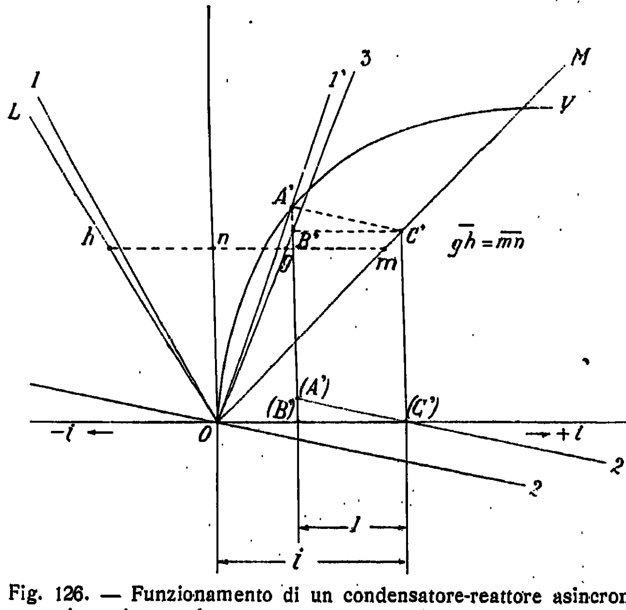


Fig. 126. — Funzionamento di un condensatore-reattore asincrono in regime eccitato su una reattanza di valore costante.

La costruzione e i risultati riescono evidenti dalla fig. 124.

Sullo stesso criterio vanno modificate le costruzioni delle due figure 122 e 123, che vengono sostituite dalle figg. 125 e 126.

*

A proposito del funzionamento dei sincroni in regime sottoeccitato con trasformatori.

Siamo grati all'Ing. Frediani di averci resi attenti su una affermazione non conforme a verità pubblicata a pag. 265, 2ª colonna, riga 28 e seguenti del n. 12 del 25 aprile u. s.

Noi dicevamo, riferendoci al funzionamento di un sincrono alimentante una linea a vuoto attraverso un trasformatore:

« Con un aumento ulteriore della corrente rotorica di eccitazione « l'alternatore passa a funzionare in regime induttivo e *ha luogo un ab-« bassamento di tensione ai morsetti.* In genere però è difficile, a meno « di non disporre di trasformatori elevatori con forte corrente a vuoto e « fortemente saturati, di realizzare in pratica queste condizioni ».

L'affermazione, se considerata in se stessa sulla base del decorso del fenomeno, è priva di significato fisico: quindi non è attendibile. Non è infatti possibile che, alimentando con una sorgente di corrente alternata a *frequenza costante* un circuito costituito da una capacità e

una reattanza inserite in parallelo, a partire da un determinato punto, fissato dalle condizioni di saturazione del nucleo magnetico della reattanza, la corrente assorbita continui ad aumentare mentre la tensione va diminuendo.

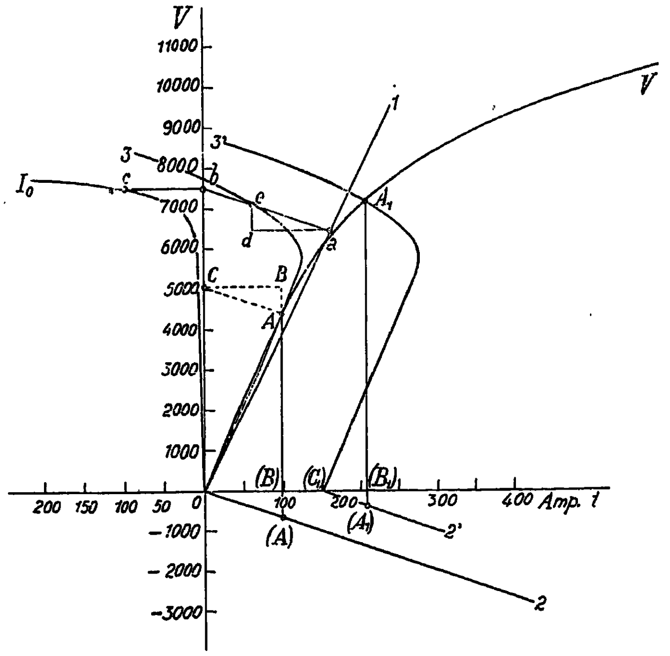


Fig. 4. — Funzionamento di un complesso alternatore-trasformatore su una linea a vuoto.

Consultati i nostri appunti, abbiamo rintracciato facilmente l'origine dell'errore. Si tratta di una svista sfuggitaci nello svolgere, o meglio completare, la costruzione grafica dei punti della caratteristica 3 a fig. 4, rimasta monca per cause inesplicabili, e poi applicata meccanicamente alle costruzioni delle figg. 5, 13, 14, 15 e 16, che risentono tutte dell'errore d'origine.

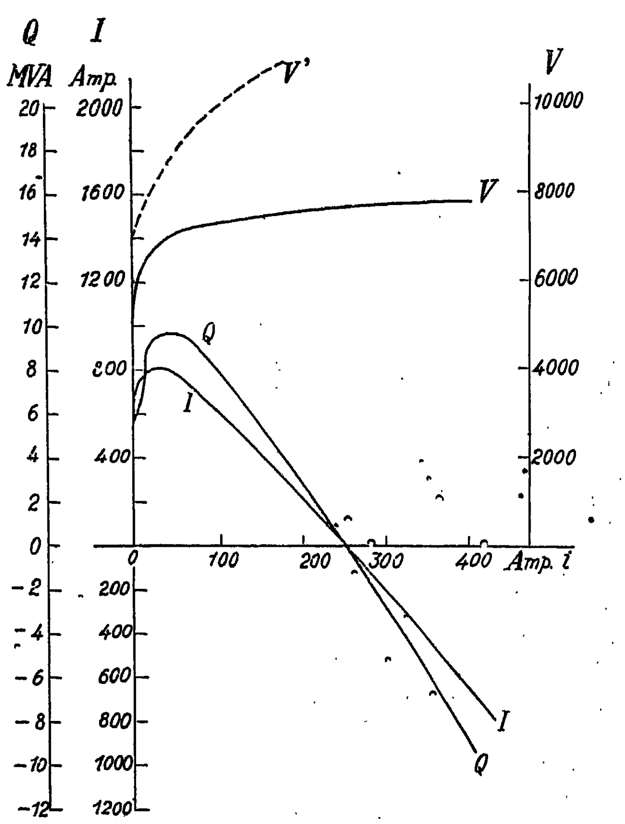


Fig. 5. — Caratteristiche di funzionamento di un complesso alternatore-trasformatore su una linea a vuoto dedotte dalla fig. 4.

Dalla fig. 4, che riportiamo corretta, è chiaramente visibile la mancanza in cui siamo incorsi, se la si confronta colla fig. 4 a pagina 265. La costruzione grafica del punto della caratteristica 3 corrispondentemente al punto c della caratteristica I_0 è rimasta, come si vede monca al punto d, mentre va continuata e completata colla retta $\overline{d\,e}$, parallela all'asse delle ordinate, fino all'incrocio colla retta $\overline{b\,a}$. Al punto c della caratteristica I_0 corrisponde quindi il punto e, e non il punto d, sulla caratteristica 3.

Preghiamo perciò i Colleghi di sostituire alla fig. 4 originale a pag. 265, la fig. 4 corretta, che qui riportiamo, e di rettificare le righe

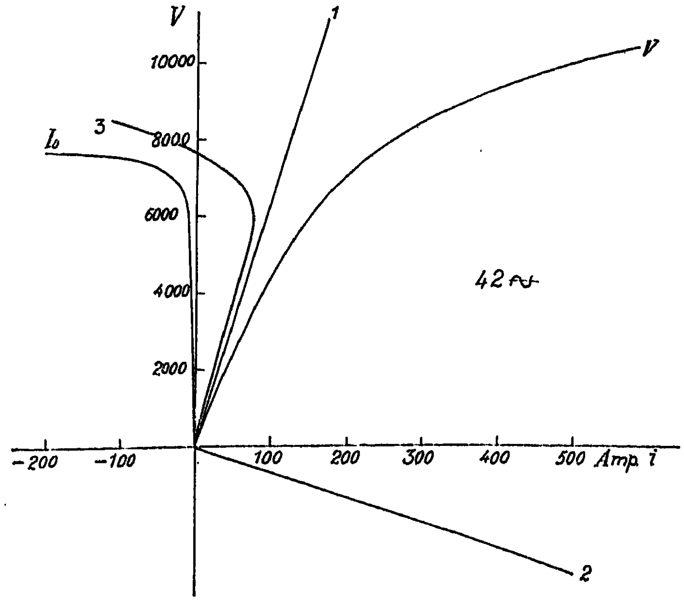


Fig. 13. — Funzionamento di un complesso macchina sincrona-trasformatore-linea alle due frequenze di 42 e 50 periodi. - Caratteristiche a 42 periodi.

6-10 della seconda colonna a pag. 265 nel N. 12 del 25 aprile u. s. come segue :

« Al punto c della curva I_0 corrisponde il punto e sulla curva 3 ottenuto mediante la semplice costruzione grafica della successione di rette c - b - a - d - e ($\overline{c\,b}$ eguale e parallela a $\overline{a\,d}$, $b\,a$ parallela alla caratteristica 2 della tensione di reattanza e $\overline{d\,e}$ parallela all'asse delle ordinate) ».

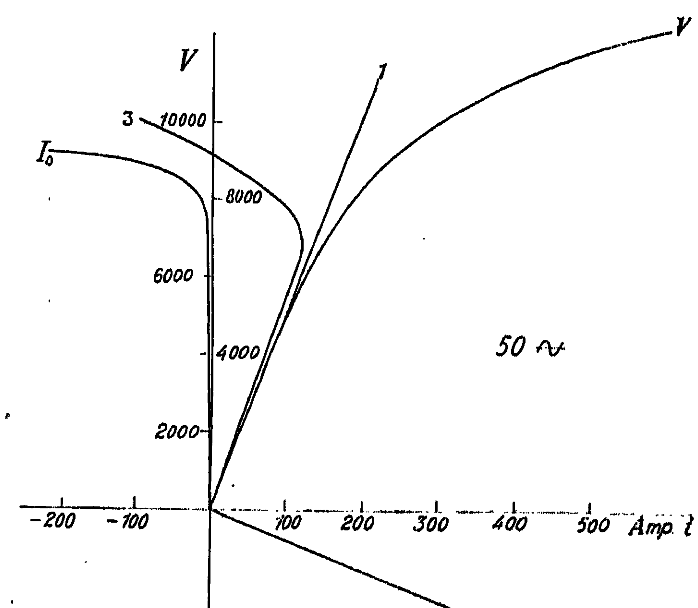


Fig. 14. — Funzionamento di un complesso macchina sincrona-trasformatore-linea alle due frequenze di 42 e 50 periodi. - Caratteristiche a 50 periodi.

Vanno inoltre sostituite le righe 28-32 della stessa pagina colle seguenti :

« Con un ulteriore aumento della corrente rotorica di eccitazione l'alternatore passa a funzionare in regime induttivo. Per effetto della saturazione del trasformatore l'aumento della tensione V (fig. 5) ai morsetti dell'alternatore, a partire da un determinato punto, è assai lento e quasi insensibile, nonostante l'aumento della corrente di eccitazione i ».

Per maggior comodità dei Colleghi riportiamo, oltre la fig. 5 corretta, le nuove figg. 13, 14, 15 e 16 da sostituire a quelle già pubblicate, chè risentivano tutte dell'errore di origine.

Quest'errore ci riesce tanto più inesplicabile, in quanto che, prima della compilazione della memoria, avevamo avuto sovente occasione di servirci con ottimi risultati e grande approssimazione del metodo di

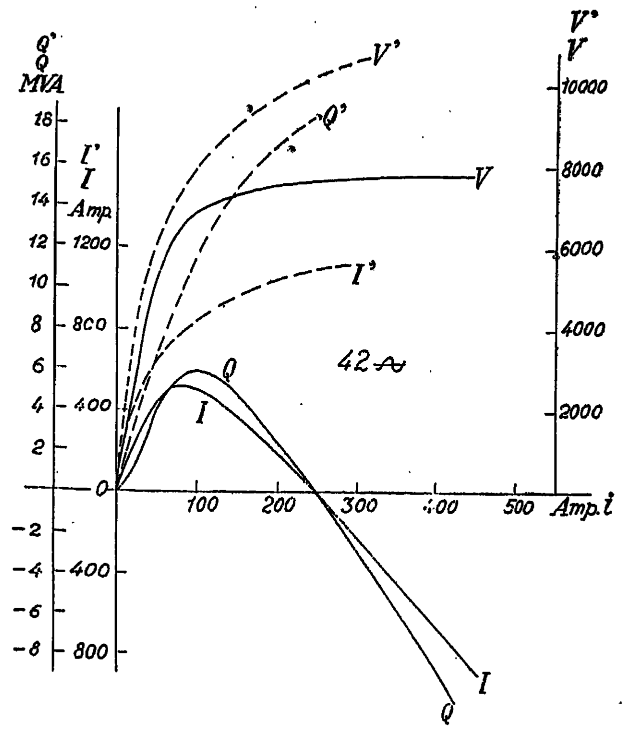


Fig. 15. — Funzionamento di un complesso macchina sincrona-trasformatore-linea alle due frequenze di 42 e 50 periodi. - Caratteristiche a 42 periodi rilevate dalla fig. 13.

costruzione esposto, privo naturalmente della mancanza in cui siamo incorsi nel descriverlo. Ed è forse la sicurezza nel risultato della costruzione che ci ha indotti in errore.

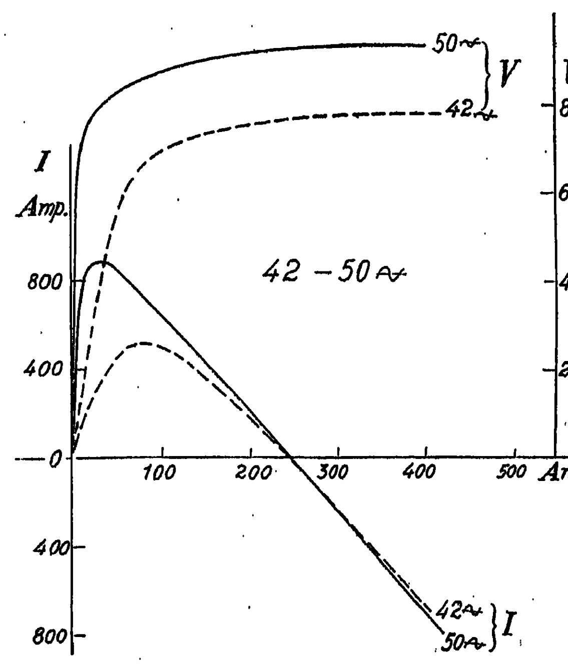


Fig. 16. — Funzionamento di un complesso macchina sincrona-trasformatore-linea alle due frequenze di 42 e 50 periodi. - Caratteristiche comparative a 42 e 50 periodi rilevate dalle figg. 13 e 14.

Ringraziamo la Spett. Redazione de *L'Elettrotecnica* che ha gentilmente consentito alla pubblicazione di questa rettifica.

LETTERE ALLA REDAZIONE

La tassa sull'energia elettrica.

Gli Uffici Tecnici di Finanza hanno inviato, agli esercenti e distributori d'energia elettrica, una circolare che li invita ad adottare un'interruttore generale esterno od a montare un denaturatore *nei circuiti elettrici di quegli utenti che usufruiscono di energia elettrica esente da tassa. Questa circolare ha preoccupato, e preoccupa non poco, gli esercenti di industrie elettriche e ne vogliamo spiegare le ragioni:*

La disposizione emanata dagli Uffici Tecnici di Finanza, ha lo scopo di rendere la corrente elettrica, che percorre i circuiti esenti da tassa, inutilizzabile a scopo d'illuminazione, o di poter, coll'interruttore esterno, interrompere, in qualsiasi momento la corrente e constatare così se, in seguito a tale interruzione, i locali dell'utente restano al buio; nel quale caso verrebbe praticamente confermato che l'utente usufruisce della energia elettrica esente da tassa anche per l'illuminazione dei suoi locali, cioè froda l'Erario.

In molti impianti il circuito di riscaldamento o di forza motrice, è alla stessa tensione del circuito d'illuminazione, pur essendo equipaggiato con contatore separato, ed è facile quindi servirsi di questa energia, sgravata d'imposta erariale, anche per l'illuminazione; per far ciò basta togliere le valvole principali dal circuito luce ed immettervi la corrente del circuito riscaldamento, oppure derivare, dalle prese di corrente o dalle linee di riscaldamento, delle normali lampadine elettriche. In questi casi la facilità di « frode » *è grande e preoccupante.*

In altri casi le Società distributrici hanno disposto, col benestare degli Uffici Tecnici di Finanza, due circuiti distinti a diversa tensione, uno per illuminazione e l'altro per riscaldamento; i circuiti per illuminazione sono ordinariamente a 125 o 150 *volt, quelli per riscaldamento a* 220 *e* 260 *volt, usufruendo della possibilità di poter ottenere due tensioni da un solo trasformatore, nel caso di corrente alternata. I distributori d'energia elettrica, che ancora utilizzano la corrente continua, possono anche disporre di due tensioni col sistema così detto* a tre fili: *le tensioni sono in questo caso* 110 *e* 440 *volt. In tutti questi impianti i circuiti di forza motrice e di illuminazione sono tra loro ben distinti, e quelli per la distribuzione della energia sgravata di tassa, furono prescritti* con condutture speciali *protette da* tubi isolanti o di ferro, *con valvole di sicurezza sigillate e con prese di corrente a* passo diverso *da quelle applicate nei circuiti di illuminazione, ecc., ecc. Col sistema delle due differenti tensioni la possibilità di « frode » all'Erario è evidentemente minore che nel caso di tensione unica: però sarà sempre possibile procurarsi delle lampade alla tensione dei circuiti di riscaldamento, o provvedersi clandestinamente di trasformatori da* 220 *a* 125 *volt per le distribuzioni a corrente alternata. E quanto abbiamo detto per i circuiti di riscaldamento vale anche per quelli di forza motrice (esenti da tassa). Queste possibilità e facilità di frode (certamente frequenti) hanno giustamente preoccupato, e preoccupano continuamente gli Uffici Tecnici di Finanza; ecco perchè essi cercano ogni mezzo per evitarle o renderle difficili.*

1. — Denaturare la energia elettrica non gravata di tassa.

Anzitutto ci risulta non esistere un denaturatore *pratico di energia elettrica, ma dato che esistesse, o si inventasse, vediamone gli inconvenienti. Generalmente un denaturatore dovrebbe provocare delle continue interruzioni di corrente nei circuiti, o delle forti oscillazioni di tensione. Quale sarà il rendimento di un apparecchio elettrico di riscaldamento alimentato da una corrente che si interrompe periodicamente? Come funzionerà un motore elettrico che riceva energia denaturata da interruzioni periodiche o da abbassamenti periodici di tensione? Cosa faremo dei nostri apparecchi radio-riceventi che riceveranno, s'intende, anche le onde trasmesse dagli scintillii provocati dalle interruzioni di corrente dei circuiti così denaturati di forza-riscaldamento? E gli sbalzi di tensione provocati nei circuiti luce dalle aperture e chiusure dei circuiti forza-riscaldamento?*

2. — Montare un'interruttore generale esterno nei circuiti di energia elettrica non gravata di tassa.

Noi pensiamo che questa via per riparare la questione urti contro difficoltà pratiche notevoli: la installazione di tale interruttore presso tutti gli utenti che già usufruiscono di energia elettrica per riscaldamento e forza motrice sarà in particolare grandemente oneroso, a parte le deturpazioni agli alloggi a cui, in molti casi, la sua messa in opera condurrà fatalmente. E quando anche si fossero montati questi interruttori, per poterli utilizzare allo scopo voluto si richiederebbe tutta una organizzazione, onerosa e non pratica, per effettuare una sorveglianza periodica dei diversi utenti.

E ci domandiamo allora se la soluzione migliore non sarebbe quella radicale di sopprimere questa forma *di tassazione, trovandone un'altra più semplice, più pratica, e tale da permettere l'uso della energia elettrica su più vasta scala, specie per l'uso domestico. Non intendiamo con ciò proporre la soppressione della tassa, ma si deve cercare e trovare un'altro sistema di tassazione che renda la distribuzione e le applicazioni elettriche più pratiche di quanto non lo sono ora per le necessità inerenti alla separazione degli impianti di misura.*

Non ci azzardiamo a fare delle proposte concrete, che dovrebbero risultare da ponderati studi di una Commissione di competenti; ci pare però che una soluzione molto semplice sarebbe la rivalsa della tassa sulla energia elettrica prodotta nelle centrali; all'esercente non mancherà il modo di rivalersi con l'utente, specie sull'energia che egli consuma nelle ore d'illuminazione nel modo che indicheremo in seguito.

Così in molti casi, per la piccola utenza, potrebbe essere soppresso il secondo contatore (per riscaldamento), adottando un unico contatore a più tariffe, *sistema che noi vediamo largamente diffuso nei paesi dove l'energia elettrica, per illuminazione, non deve essere misurata separatamente da quella utilizzata per altri usi. Supposto di adottare dei contatori a tre tariffe (se ne possono avere a quattro e più tariffe), che permettano di conteggiare i kWh a tre prezzi diversi nelle diverse ore della giornata, si vede chiaramente che le Società elettriche ne ricaveranno dei grandissimi vantaggi tecnici per il fatto che, stabilita la tariffa più alta nelle ore di* sovrapposizione di carico, *proprio in quelle ore resterà automaticamente evitato ogni consumo di energia per riscaldamento e per uso di forza motrice.*

Con una tale tariffazione dell'energia, sarà facile conteggiare e fatturare l'energia elettrica consumata, ad esempio, dalle 22 alle 5, a L. 0.10 o 0.15 il kWh: quella consumata dalle 5 alle 16, a L. 0.30 o 0.40 il kWh: e quella consumata dalle 16 alle 22 a L. 1.50 o 2 ed anche più il kWh, dato che, specialmente su quest'ultima tariffa, l'esercente dovrebbe rivalersi per la tassa che l'Erario preleverebbe dai kWh prodotti.

Si obbietterà che, con questo sistema, dalle 16 alle 22 non sarà più possibile utilizzare la energia elettrica per cucinare il pasto serale. La tecnica ci ha, da varia tempo, presentato delle cucine ad accumulazione termo-elettrica, che permettono di cucinare anche in quelle ore in cui il costo dell'energia sarà alla tariffa massima, giacchè ci sarà stato possibile di accumulare, nella cucina stessa, il calore nelle ore della bassa tariffa: si tratta solo di rendere tali cucine più pratiche e meno costose, e la cosa non è di difficile attuazione. L'accumulazione termo-elettrica che è a piccolo assorbimento orario, eviterà inoltre i sovraccarichi sulle linee e sui trasformatori.

Questo sistema di tariffazione è specialmente raccomandabile per la piccola utenza mentre, per la necessità di dover usufruire di diversa tensione per la luce e per la forza motrice, la grande utenza dovrà necessariamente avere due contatori distinti.

Con l'effettuazione di queste proposte di massima, si raggiungerebbero vari scopi:

1°) *L'Erario, senza nulla perdere nell'introito, potrà essere più tranquillo, non temere la «frode», ed avere maggiore facilità di sorvegliare la misura dell'energia elettrica presso le centrali di produzione.*

2°) *Semplificazioni amministrative e tecniche per gli Uffici Tecnici di Finanza.*

3°) *Abbassamento delle punte nel diagramma di erogazione, quindi maggiore energia a disposizione per illuminazione.*

4°) *Maggiore assorbimento d'energia per riscaldamento o forza motrice nelle ore in cui non si consuma energia per l'illuminazione.*

5°) *Semplificazione nei servizi di vendita dell'energia da parte delle Società esercenti.*

6°) *Rapido sviluppo dell'impiego dell'energia elettrica nell'uso domestico, quindi minor consumo di «gas» e di carbone che compериamo all'estero.*

L'attuale sistema di tassazione dell'energia elettrica, se poteva forse essere pratico trenta anni or sono, non lo è più oggi: basta a dimostrarlo la circolare dell'Ufficio Tecnico di Finanza, che indica come sia sentita la necessità di nuove disposizioni.

Torino, Dicembre 1931 - Anno X. GIUSEPPE ROSTAIN.

:: SUNTI E SOMMARI ::

ACCUMULAZIONE DELL'ENERGIA.

E. DENINA e A. FRATES — **Esperienze sull'accumulatore a piombo.** (En. El., febbraio 1931, pag. 126-133, 6 figure).

Gli autori riportano una serie di esperienze intese a completare le conoscenze intorno alla resistenza al passaggio fra piastra ed elettrolita, che com'è noto è strettamente collegata col funzionamento dell'accumulatore.

La resistenza è stata misurata in corrente alternata con ponte Kohlrausch provvisto di opportuni perfezionamenti ed è stato studiato l'andamento della tensione ai morsetti e della resistenza interna ai diversi regimi di carica e di scarica. Si è potuto rilevare che la ragione principale del forte aumento di resistenza in fine di scarica è dovuta all'eccessiva diluizione dell'acido nell'interno delle piastre, ed è questa stessa ragione che produce il contemporaneo abbassamento di tensione. La formazione elettrochimica di solfato determina pure un aumento di resistenza, otturando i porti e diminuendo la superficie di contatto fra elettrodo ed elettrolito. Quest'ultima causa acquista speciale importanza se la carica è spinta oltre un certo limite, e anche se prodotta solo per via chimica, la solfatazione riduce il fenomeno di ristabilimento che generalmente si ha con l'accumulatore in riposo. Il solfato si forma in maggiore profondità con le scariche lente, per cui a parità di f.e.m., la resistenza risulterà maggiore ai regimi meno intensi, ma per il primo fenomeno a cui abbiamo accennato, e cioè la concentrazione dell'acido, a parità di Ah erogati, la resistenza interna sarà maggiore ai regimi più intensi.

Questi fenomeni della concentrazione e solfatazione regolano quasi esclusivamente le caratteristiche delle batterie e giustificano le variazioni di resistenza e tensione ai vari regimi e periodi di carica e scarica. *I. P.*

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

R. E. CORDRAY — **Protezione differenziale-percentuale dei trasformatori.** (Elec. Eng., maggio 1931, pag. 361-363, 4 figure).

Questo tipo di protezione è stato studiato pei trasformatori a 3 avvolgimenti i quali presentano particolari requisiti a proposito della protezione. Si richiede infatti per essi, qualunque sia il sistema di protezione adottato, che nel caso di qualunque guasto interno del trasformatore, esso venga staccato simultaneamente da tutti e tre i circuiti ai quali è collegato; inoltre nel caso di un guasto in uno qualunque dei circuiti esterni al trasformatore deve venire staccato il solo circuito guasto senza che tutto il trasformatore sia messo fuori servizio.

Dati gli accorgimenti costruttivi attualmente adottati, è raro che avvengano delle scariche fra avvolgimenti e nucleo o anche fra avvolgimenti di fasi diverse. Il problema consiste quindi specialmente nella protezione contro corto circuiti fra bobine o spire di uno stesso avvolgimento di fase.

Lo schema di protezione descritto dall'A. si basa sulla differenza vettoriale delle correnti che entrano ed escono dal trasformatore, differenza che, trascurando la corrente di magnetizzazione, è eguale a zero finchè non si manifestano guasti interni. Questo principio viene applicato connettendo in parallelo i secondari di tutti i riduttori di corrente di ciascuna fase, introducendo anche degli autotrasformatori ausiliari nei circuiti secondari dei riduttori stessi; il momento prodotto da questi avvolgimenti è messo in opposizione con altro generato da bobine alimentate dalla corrente principale del trasformatore. Proporzionando opportunamente gli avvolgimenti si può far sì che il relais intervenga quando la corrente di squilibrio dipendente dal guasto raggiunge un certo valore percentuale della corrente principale del trasformatore.

Lo schema si presta bene anche per trasformatori con regolazione (anche automatica) di tensione sotto carico. *R. S. N.*

W. A. LEWIS - L. S. TIPPET — **Basi fondamentali per l'uso dei relais di distanza.** (Elec. Eng., giugno 1931, pag. 420-422, 4 figure).

Un sistema ideale di relais per la protezione di linee sezionabili dovrebbe essere capace di distinguere istantaneamente fra i guasti che si verificano sul tronco di linea fra esso e il prossimo punto di sezionamento, e tutti gli altri guasti; nel primo caso l'interruttore deve essere fatto scattare immediatamente impedendo la propagazione della perturbazione nel sistema. Oltre ai metodi che fanno uso di fili piloti o di onde guidate, solo i cosidetti relais di distanza soddisfano abbastanza bene a questi requisiti. Siccome però questi relais non possono tener conto della distanza con assoluta esattezza, bisogna considerare anche una classe intermedia di guasti, comprendente quelli che si verificano in vicinanza degli estremi di una sezione d'ambe le parti di un punto di sezionamento: in questi casi viene introdotto un ritardo sufficiente per permettere all'interruttore del prossimo punto di sezionamento di scattare rispondendo al suo relais che opera istantaneamente; se il guasto è poco al di là del punto di sezionamento esso appartiene alla prima classe per quanto riguarda i relais ivi installati i quali faranno scatare l'interruttore permettendo al primo relais di richiudersi; se il guasto è entro la sezione il relais primo considerato agirà allo spirare del termine del ritardo stabilito.

L'A. chiama punti di equilibrio i punti che limitano questa zona intermedia; la loro posizione dipende dalla impedenza o dalla reattanza del tronco di linea fra relais e guasto; se la loro posizione varia troppo questo tipo di protezione non può essere applicato. L'A. studia sotto questo aspetto diversi casi della pratica e indica gli accorgimenti coi quali si può porre rimedio agli inconvenienti di funzionamento ai quali possono dar luogo in certe condizioni i relais di distanza. *R. S. N.*

W. KIESER — **Sulla regolazione delle macchine per carico base e carico di punta.** (Elektr. Wirt., marzo 1931, pagg. 164-170, con 13 figure).

L'A. considera in linea generale il problema della regolazione del numero di giri di una macchina motrice accoppiata ad un generatore elettrico, in funzione delle variazioni del carico. La ricerca viene sommariamente svolta in via analitica, mentre successivamente l'A. si sofferma a descrivere diversi tipi di regolatori praticamente applicati con particolare riguardo a quelli dei motori termici delle centrali elettriche. Le variazioni dei numeri di giri si traducono, come è noto, in variazioni di frequenza della corrente alternata fornita alla rete. Tali variazioni dipendono principalmente, oltrechè dalle variazioni del carico sulla rete stessa, anche dall'importanza delle masse ruotanti, dal grado di irregolarità del regolatore e dal tempo di chiusura della valvola di ammissione del vapore. Si dimostra che per ridurre le variazioni di frequenza della corrente a valori più piccoli di un mezzo periodo le diverse macchine lavoranti in parallelo devono avere una capacità di sovracarico circa 8 volte maggiore delle più grandi variazioni improvvise di carico; inoltre il grado di irregolarità dei regolatori e i tempi di

chiusura delle ammissioni devono essere in tutte le macchine eguali e i più piccoli possibili.

Per realizzare le migliori condizioni di funzionamento nei riguardi della costanza di frequenza della corrente elettrica generata, specialmente in macchine destinate a sopperire ai carichi di punta e quindi soggette a forti variazioni di carico, sono stati studiati parecchi tipi speciali di servomotori che vengono descritti e illustrati dall'A.

Ri.

L. C. VERMAN – L. A. RICHARDS — **Un regolatore di tensione a tubi a vuoto.** (Elec. Eng., giugno 1931, pagg. 436-438, con 4 figure).

Come è noto le applicazioni, abbastanza numerose, eseguite in questi ultimi anni delle valvole ioniche ai dispostitivi di regolazione di apparecchi elettrici di vario genere si sono quasi sempre limitate a piccole potenze in gioco. Gli AA. rendono conto di un dispositivo studiato nel laboratorio della Cornell University (S. U.) il quale ha funzionato per due anni consecutivi applicato ad una dinamo da 25 kW a 110 V senza richiedere mai nè riparazioni nè messe a punto. Il dispositivo è stato recentemente modificato per essere applicato anche alla regolazione della tensione di macchine a corrente alternata. Il funzionamento di questo apparecchio regolatore si basa sulla trasformazione delle variazioni della tensione alternata da regolare, in corrispondenti variazioni di corrente continua, le quali vengono poi amplificate e applicate al campo dell'eccitatrice dell'alternatore da regolare.

Da prima si verificarono degli inconvenienti perchè la eccessiva prontezza delle valvole ioniche a rispondere anche alle minime variazioni produceva facilmente dei fenomeni oscillatori nell'eccitazione dell'alternatore e quindi nella tensione da esso generata; nel nuovo apparecchio anche questo inconveniente è stato eliminato.

Numerose esperienze furono eseguite su un alternatore da 32 kVA a 220 V con esito molto soddisfacente come è attestato dai diagrammi e dai rilievi oscillografici riportati. L'apparecchio ha anche una spiccata azione di protezione contro i sovraccarichi producendo, oltre un certo valore del sovraccarico, una rapida diseccitazione dell'alternatore. Il dispositivo usato può essere variamente modificato con facili variazioni nello schema, allo scopo di ottenere altri risultati diversi dalla regolazione delle macchine: per esempio per compensare le cadute di tensione in linea, ecc.

R. S. N.

APPLICAZIONI TERMICHE.

F. CREEDY — **Un generatore compensato per saldature.** (Elec. Eng. giugno, pag. 412-414, 5 figure).

L'A. mette in evidenza come nel progettare una dinamo destinata a servizio di saldatura si debba porre grande attenzione sul suo comportamento nei riguardi dei fenomeni transitori. Anche nel caso di una dinamo la cui caratteristica indichi una corrente praticamente costante per un largo campo di variazione della tensione, può avvenire di avere un servizio non soddisfacente quando si possano verificare fenomeni transitori: se la corrente può saltare da un valore ad altro più elevato, ad ogni improvviso accorciamento dell'arco avviene che in esso si concentra una quantità eccessiva di energia che produce delle esplosioni nell'arco, fenomeno ben noto e sgradito ai saldatori. Il generatore deve dunque possedere in alto grado la proprietà che viene chiamata stabilità, sebbene sia difficile definire esattamente e misurare tale proprietà.

L'A. ha eseguito una analisi matematica dei fenomeni che avvengono durante la saldatura, ciò che lo ha condotto a mettere in evidenza due distinti aspetti del problema: 1) la corrente deve essere mantenuta costante durante improvvisi cambiamenti di condizioni; 2) la dinamo deve essere progettata in modo che la tensione generata possa variare rapidamente secondo le condizioni di lavoro, senza grandi variazioni di corrente. La prima delle due condizioni si può realizzare coll'uso di opportune reattanze, mentre la seconda esige speciali accorgimenti costruttivi nel generatore.

L'A. descrive un generatore di nuovo tipo che congloba, in un'unica struttura magnetica, un motore a induzione e la dinamo da saldatura. Le due macchine sono costruite per numero di poli differente, coi circuiti appartenenti alla dinamo collocati nel fondo dei canali e quelli del motore a induzione superiormente. Il rotore porta un ordinario avvolgimento a corrente continua; le correnti secondarie pertinenti al motore sono deviate con appositi contatti e non passano pel collettore.

R. S. N.

G. H. KOCH — **Saldatura ad arco automatica.** (Elec. Eng., maggio 1931, pag. 358-361, 7 figure).

L'automatismo applicato all'operazione di saldatura ad arco consiste principalmente nel dispositivo di comando automatico dell'elettrodo fusibile; esso, dopo essere passato attraverso i rulli alimentatori, corre per un certo tratto entro un manicotto di protezione dal quale emerge per essere fuso nell'arco. La corrente di saldatura è immessa nell'elettrodo per mezzo di un contatto scorrevole entro il manicotto. Un apparecchio sensibile alla tensione dell'arco regola automaticamente la direzione e la velocità dell'elettrodo e mantiene così costante la tensione dell'arco anche sopra una superficie irregolare. Un altro apparecchio provvede al moto uniforme dell'arco lungo la linea di saldatura ed anche trasversalmente ad essa quando lo si voglia. L'operatore, una volta scelto il valore della corrente, la tensione d'arco e la velocità di avanzamento adatti per un certo lavoro, non ha altro da fare che iniziare e arrestare l'operazione di saldatura e cambiare i pezzi.

In certi impianti di grande produzione anche queste operazioni vengono eseguite automaticamente.

Colla saldatura automatica si possono usare densità di corrente più elevate che colla saldatura a mano, arrivandosi comunemente a 4000 A per cm^2 invece di 1600 a 1700 A/cm^2. Si ottengono risultati migliori, con un consumo minore di elettrodi. Specialmente importante è il fortissimo risparmio di tempo che si può ottenere in molte lavorazioni: in certi casi si è scesi da 7 minuti occorrenti colla saldatura a mano, fino a 45'' colla saldatura automatica.

Questo sistema di lavorazione ha già trovato larga applicazione in parecchi campi delle costruzioni meccaniche ed anche per le macchine e gli apparecchi elettrici.

R. S. N.

G. FRACANZANI — **Generalità sul comportamento termico degli scalda-acqua e dei trasformatori.** (Energia El., agosto 1931, pag. 664-672, 4 figure).

Alcuni fenomeni di riscaldamento e raffreddamento di apparecchi con notevole capacità termica, come ad esempio, gli scalda-acqua e i trasformatori in olio, possono ritenersi governati da leggi analoghe, per quanto diverso possa essere il valore del loro coefficiente totale di disperdimento. Questo coefficiente, che dipende da fenomeni di irradiazione e di convezione, viene studiato dall'A. nel suo comportamento in funzione della differenza di temperatura fra il fluido caldo e l'ambiente esterno; dimostra come, ammessa una grande capacità termica degli apparecchi, i coefficienti di dispersione totale si possano con buona approssimazione ritenere governati da leggi lineari e per essi fornisce la espressione analitica e 2 tabelle di valori numerici.

Stabilita poi l'equazione differenziale del disperdimento di calore, la adatta, integrandola, ai casi relativi a fenomeni di riscaldamento ed a quelli di raffreddamento. Arriva così a determinare l'espressione del valore della sopraelevazione di temperatura quando è raggiunto il regime e quella del tempo necessario a raggiungere una certa sovraelevazione di temperatura. Le calcolazioni sono facilitate da diagrammi logaritmici e da tabelle numeriche. Le operazioni riescono molto più semplici quando si possa ritenere costante il coefficiente di disperdimento, ma tale ipotesi può in qualche caso condurre ad errori non tollerabili, come è dimostrato da alcuni esempi numerici; tuttavia si può in generale nella pratica condurre il calcolo ritenendo costante tale coefficiente, che deve però allora essere assunto con un valore opportunamente corretto.

L'A. indica anche come si possa arrivare, in base a semplici misure dirette in esercizio, alla determinazione del valore del coefficiente di disperdimento o del valore corretto da sostituirsi ad esso nelle calcolazioni. Tale determinazione può effettuarsi coi metodi analitici o con metodi grafici.

Ri.

APPLICAZIONI VARIE.

F. P. BRIGHTMAN — **L'automatismo negli impianti industriali.** (Gen. Elec. Rev., maggio 1931, pag. 284-287).

Apparecchiature automatiche hanno trovato impiego nelle miniere, particolarmente per i vantaggi derivanti dalla possibilità di installare parecchie unità di piccola potenza con minore spesa di esercizio.

Nel campo delle acciaierie l'automatismo ha contribuito largamente ad eliminare le interruzioni sulla rete di alimentazione a corrente continua. Al limite è possibile realizzare dei sistemi automatici coi quali, perchè si verifichi un' interruzione totale, l'intera rete di alimentazione deve andare in corto circuito. Un'installazione di questo tipo è stata adottata per un complesso di 9 sottostazioni con gruppi di conversione da 1000 a 1500 kW a comando completamente automatico e provvisti di dispositivi per la regolazione della tensione e della corrente. Entro certi limiti di carico ciascun gruppo regola automaticamente la tensione alle sbarre; oltre un certo carico limite, la corrente di ciscun gruppo viene mantenuta costante indipendentemente dal valore della tensione. In questo modo è garantita, sia pure a tensione ridotta, l'alimentazione di apparati utilizzatori come i convertitori Bessemer, per i quali è di vitale importanza la continuità di funzionamento.

Nel campo delle cartiere sono pure stati applicati dispositivi di commutazione automatica in modo da trasferire l'alimentazione da una sorgente ad un'altra di riserva eliminando in tal modo interruzioni nel servizio.

Questo stesso principio ha portato allo sviluppo di gruppi elettrogeni di riserva con motore a benzina particolarmente convenienti nei casi di utilizzazioni di piccola potenza. Un impianto di questo genere fu eseguito a Ann Lee Home, Colonie, nello Stato di New York, e comprende due gruppi elettrogeni da 50 kW ciascuno. In caso di interruzione della sorgente di distribuzione, automaticamente uno dei gruppi si mette in marcia. Lo stesso funzionamento automatico è applicabile anche a gruppi elettrogeni con motore Diesel.

Fra le altre applicazioni dell'automatismo, che vanno sempre più diffondendosi, vanno citate le apparecchiature di avviamento a tensione ridotta con comando a pulsante per motori sincroni o a induzione e quelle per alimentatori a corrente continua o alternata con richiusura automatica. Vi sono inoltre molti altri esempi di applicazioni degli automatismi nel campo degli impianti industrali.

C. G. E.

CONDUTTURE.

S. MARTIN — **Giunti con saldatura a forte per conduttori elettrici.** (Elec. Eng., giugno 1931, pag. 434-436, 2 figure).

Viene descritto un metodo di giunzione pei conduttori elettrici che presenta parecchi vantaggi sulle saldature eseguite nei soliti modi: le giunzioni così eseguite resistono meglio al calore, e hanno maggior resistenza meccanica e inoltre possiedono più elevata conduttività elettrica. Le parti da congiungere vengono prima immorsate fra due blocchi di carbone; fra essi viene fatta passare una corrente elettrica che riscalda i blocchi e gli estremi metallici da congiungere fino alla temperatura di fusione della lega da saldatura. Questa, che viene preparata sotto forma di sottile nastro, viene allora applicata alle superficie in contatto e fonde colando fra il giunto e unendo i due estremi in una sola massa solida. L'apparecchiatura necessaria per eseguire queste saldature è semplice, componendosi di un trasformatore a raffreddamento ad aria, un interruttore, e morse speciali per afferrare i pezzi da saldare.

Nel circuito di saldatura occorrono intensità di corrente elevate e si verificano punte perfino del 400 %, ciò che richiede di ricorrere a qualche speciale accorgimento costruttivo nel trasformatore. Per conduttori fino a 150 mm² serve bene un trasformatore da 5 kVA, mentre per sezioni fino a 1000 mm² basta uno da 10 kVA. Il dispositivo completo di saldatura pesa circa 50 kg ed è facilmente trasportabile.

L'economia che si realizza con questo sistema di giunzione in confronto alle saldature comuni è notevole, come viene dimostrato da alcuni esempi riportati. Inoltre le saldature riescono assai meno voluminose e più resistenti e durature di quelle all'argento.

R. S. N.

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

E. S. WATERMAN — **Ausiliarii ed accessori dei raddrizzatori a vapore di mercurio.** (Gen. Elec. Rev., aprile 1931, pag. 228-234).

L'A. fa rilevare che taluni ausiliari ed accessori dei raddrizzatori, sono di vitale importanza per il raddrizzatore, il cui funzionamento è subordinato a quello degli accessori stessi. Gli ausiliari e accessori più importanti si possono riassumere come segue:

1) L'insieme degli apparecchi per la produzione ed il controllo del vuoto, consistenti: *a*) nella pompa a mercurio ad eiezione; *b*) nel misuratore di vuoto che può essere a colonna di mercurio; *c*) nel regolatore di vuoto nel quale una resistenza percorsa da corrente varia di temperatura e quindi di valore al variare della pressione, causando così uno squilibrio in un ponte di Wheatstone, di cui fa parte. Una diagonale del ponte è rappresentata da un galvanometro speciale, che fa tre diversi contatti in corrispondenza di altrettanti valori di pressione. Un contatto serve per mettere in marcia la pompa rotativa a vuoto, se la pressione supera un certo limite; uno serve per fermarla, quando la pressione è stata riportata al minimo, ed uno per dare l'allarme o staccare il raddrizzatore dalla rete, se la pressione è pericolosamente alta. 2) I dispositivi per innescare l'arco, quando il raddrizzatore è fuori servizio o deve essere messo in funzione (anodo di adescamento) e per mantenere l'arco, quando il raddrizzatore è attaccato alla rete, ma non vi sono utenti in linea (anodi di eccitazione). 3) Il sistema di refrigerazione continua ad acqua, e quello in circuito chiuso con le pompe per la circolazione dell'acqua, i refrigeratori, i ventilatori per i periodi di sovraccarico e gli apparecchi termostatici di regolazione e di protezione. 4) I riscaldatori del cassone e degli anodi per quando il raddrizzatore non è in funzione. 5) Il trasformatore e le resistenze per la degassificazione occorrenti quando si mette in servizio il raddrizzatore per la prima volta, oppure nel caso che sia stata aperta la camera di vuoto. 6) Il reattore e gli shunt risonanti aventi lo scopo di assorbire le armoniche di frequenze pericolose per le interferenze telefoniche. 7) I trasformatori di isolamento per l'alimentazione degli apparecchi, che si trovano al potenziale del cassone.

C. G. E. (*)

ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

E. PERSICO — **I raggi cosmici.** (Energia El., febbraio 1931, pag. 91-96, 2 fig.).

Com'è noto si dispone oggi di elettroscopi perfezionatissimi che costituiscono per ora l'unico e prezioso mezzo per rilevare e confrontare il grado di ionizzazione dell'aria ambiente. I raggi X ed i raggi ultravioletti provocano tale ionizzazione come pure le sostanze radioattive che in quantità limitatissima sono così diffuse, sulla superficie terrestre e nell'aria, da influenzare sempre l'elettroscopio. Il confronto dell'intensità di queste radiazioni si fa adottando schermi: i più efficaci sono quelli di piombo, ma in generale si usa riportare le misure ad equivalenti strati di acqua.

Si è potuto così rilevare che le cause suddette non sono le sole che provocano la scarica dell'elettroscopio; un'altra ne esiste e dovuta a radiazioni che provengono verso la terra verosimilmente da ogni punto dello spazio circostante e che perciò tanto più si fanno sentire quanto più ci si innalza, perchè meno assorbite dall'atmosfera. Esse appaiono come la miscela di radiazioni di diverso potere penetrante, ma in ogni modo enormemente superiore a quello delle radiazioni di origine terrestre e costituite essenzialmente da elettroni estremamente veloci, cioè raggi ultra β. Qusta emissione elettronica verosimilmente non è di provenienza direttamente astrale ma si origina ai limiti dell'atmosfera dietro l'azione di vibrazioni elettromagnetiche di lunghezza d'onda molti più piccola di quella della luce (raggi ultra γ). Come quest'ultimi si originino rimane uno dei problemi più interessanti della natura, essendo con tutta probabilità una manifestazione della trasformazione di atomi in altri di specie diversa o addirittura dell'annichilimento dell'atomo, che si verifica o in qualche remota parte dell'Universo (nebulose spirali) o in quella materia estremamente rarefatta che riempie gli spazi interplanetari (nuvola cosmica).

I. P.

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

IDRAULICA.

Caratteri idrologici dei bacini italiani. (Energia El., marzo 1931, pag. 185-201, 32 figure).

L'Ufficio centrale del servizio idrografico Italiano ha presentato questo rapporto al Congresso di Stoccolma dell'Unione geodetica e geografica internazionale, nell'intento di fornire un quadro completo delle situazioni idrologiche della Penisola, come è ormai possibile attraverso tutti i dati raccolti intorno al regime dei vari bacini.

Risulta così che la regione Italiana dà luogo a situazioni idrologiche disparatissime, ma raggruppabili in pochi tipi, caratterizzati da un certo numero di elementi, che l'A. indica in sintesi come si ricavano dall'elaborazione dei dati idrologici disponibili. Il periodo di tempo nel quale sono state fatte le osservazioni prese a base di queste deduzioni è il quadriennio 1923-1926, per il quale non solo i dati erano abbondanti, ma già essendo stati oggetto di precedenti studi si presentano convenientemente elaborati.

Lo studio comprende quindi una rapida esposizione dei caratteri delle precipitazioni nelle regioni italiane e lo studio delle condizioni idrologiche dei bacini idrografici, prendendo in esame i fattori principali del regime dei vari bacini considerati e cioè, portate defluite alla sezione di misura e precipitazioni meteoriche sul bacino sotteso dalla sezione medesima, tenendo quindi conto di tutte quelle cause che determinano le così dette perdite apparenti. Nell'ultima parte del lavoro si è studiato per un certo numero di bacini caratteristici l'effetto della regolazione dovuto a un serbatoio sufficientemente ampio, raccogliendo in alcune curve gli elementi che meglio rappresentano le diversità ed i vantaggi inerenti a diverse capacità d'invaso.

I. P.

G. SFONDRINI — **Il calcolo grafico generale dei canali e delle condotte d'acqua.** (Energia El., luglio 1931, pag. 575-581, 1 tavola).

L'A. ricorda come contrariamente a quanto era regola generale per il passato, cioè di usare quasi esclusivamente la formula di Ganguillet e Kutter per i canali di grossa portata, quella di Bazin per i canali piccoli e quella di Darcy per le tubazioni forzate, si sia recentemente andata affermando la tendenza ad adottare anche per il calcolo delle tubazioni le formule proposte per i canali e specialmente quella di Bazin.

$$V = \frac{87}{1 + \gamma/\sqrt{R}i}\sqrt{Ri}$$

L'A. attenendosi specialmente a questa formola ha elaborato un diagramma grafico che lega le grandezze γ, V, R, i e che può servire per eseguire rapidamente il calcolo di conduttore d'acqua di qualunque tipo, forzate o a pelo libero, con sufficiente approssimazione. Il grafico serve anche a rilevare a colpo d'occhio le diverse soluzioni di un dato problema, che si possono raggiungere quando si faccia variare uno o l'altro degli elementi che entrano a determinarlo. L'A. spiega la genesi del suo diagramma e il modo di applicarlo. Il diagramma è corredato da una tabella che raccoglie i valori più attendibili del coefficiente γ di scabrezza per molte condizioni delle pareti della conduttura.

Parecchi esempi numerici sono riportati per illustrare l'uso del diagramma.

Ri.

IMPIANTI.

K. PICHE — **L'automatismo nelle centrali idroelettriche.** (E. u. M., N. 12, 22 marzo 1931, pag. 213-223, 6 figure).

Premesse alcune considerazioni sullo sviluppo progressivo delle installazioni di sicurezza e di controllo nelle centrali e sulle ragioni, tecniche ed economiche, che hanno rese opportune tali installazioni, l'A. passa a descrivere i principali apparecchi impiegati per realizzare l'automatismo e ad analizzare le caratteristiche più singolari di alcuni impianti eseguiti in Austria. Sono quindi riassunti i criteri direttivi che devono guidare alla scelta degli automatismi più appropriati per un impianto in progetto.

Fra gli apparecchi principali impiegati nelle centrali automatiche sono ricordati: i regolatori automatici di tensione, i relais elettromagnetici a massima, i relais termici a massima, i relais differenziali ed a ritorno di energia, i relais di sovratensione, gli apparecchi di messa

in parallelo e di sincronismo, i termometri a contatti per i supporti; i manometri per la misura della pressione dell'olio, i dispositivi di sicurezza contro l'eventuale rottura delle cinghie di trasmissione; gli apparecchi automatici per il comando degli organi idraulici, ecc. Dei principali apparecchi è fatto un cenno descrittivo ed un accenno alle condizioni di funzionamento che sono chiamati a disimpegnare.

Dal punto di vista del comando e del funzionamento, gli impianti automatici si possono dividere in 3 categorie: comandati a distanza; semi automatici; completamente automatici. I primi sono caratterizzati dal fatto che tutti i comandi: inserzione, disinserzione, regolazione, ecc., vengono dati da un posto centrale situato in un locale distinto da quelli della centrale. Al posto di comando sono inoltre segnalate le eventuali irregolarità di funzionamento e viene riportata, spesso, la lettura dei principali strumenti di misura.

Gli impianti semiautomatici non comportano apparecchi automatici di messa in o fuori servizio. Queste operazioni devono essere effettuate a mano, mentre le altre eventuali manovre necessarie durante l'esercizio avvengono automaticamente in seguito all'intervento degli apparecchi speciali che equipaggiano la centrale. Nelle centrali completamente automatiche anche la messa in servizio e la disinserzione delle unità avvengono senza l'intervento del personale. Provvedono allo scopo: interruttori orari a contatti, relais termici, indicatori di livello d'acqua, ecc. Dopo la messa in servizio, gli apparecchi automatici provvedono all'esecuzione di tutti i comandi necessari e alle segnalazioni eventuali.

Il progetto di una centrale automatica implica, in primo luogo la scelta opportuna delle turbine e dei generatori elettrici — sincroni od asincroni — e degli apparecchi adatti per realizzare le condizioni di esercizio dell'impianto che deve essere eseguito. In modo particolare, la scelta dei generatori va fatta tenendo presenti i vantaggi e gli inconvenienti dei due tipi che entrano in considerazione. In generale, come dimostra l'A., una esatta valutazione di essi porta all'impiego delle macchine sincrone; soltanto quando le sole doti di semplicità dell'installazione hanno un peso decisivo, si può impiegare il generatore asincrono. In nessun caso sono consigliabili soluzioni di ripiego: installazione di macchine asincrone sincronizzate, di macchine asincrone a collettore oppure di compensatori di fase. Queste soluzioni, eliminando la quasi totalità dei vantaggi della macchina asincrona non portano neppure ai vantaggi di quella sincrona.

Concludendo, l'A. fa rilevare che il comportamento degli impianti automatici eseguiti ha sempre confermato la loro convenienza ed opportunità, per cui i risultati di esercizio ottenuti lasciano intravedere una maggiore diffusione degli impianti stessi. *V. D. Ma.*

J. Auchincloss — **Schemi delle connessioni per le centrali.** (Gen. Elec. Rev., maggio 1931, pag. 310-315).

La scelta dei simboli rapresentanti i vari apparecchi o macchinari deve essere fatta con un criterio di assoluta semplicità per evitare di dover ricordare il significato di troppi simboli.

Nella rappresentazione delle connessioni, nei due sistemi in uso, l'uno indica semplicemente il percorso dei cavi, racchiudenti un gran numero di fili, e rappresenta alle estremità di essi l'entrata e l'uscita di ciascun filo; l'altro indica solo le estremità del cavo mediante circoletti numerati. Vi è una certa tendenza a preferire quest'ultimo metodo. Per molte grandi centrali i particolari dello schema riguardanti queste connessioni vengono spesso rappresentati a parte.

Negli schemi assai complessi, come possono essere quelli delle centrali automatiche, si cerca di far risaltare specialmente le funzioni dei vari apparecchi. Si tracciano quindi schemi razionali speciali, privi di tutte le limitazioni imposte dalla disposizione materiale dei circuiti e degli apparecchi, nei quali è messo bene in evidenza il susseguirsi delle varie operazioni.

In certi casi, come può capitare nelle connessioni dei fasometri o degli strumenti di misura che esigono certi spostamenti di fase tra le grandezze elettriche, è necessario prestare speciale attenzione all'ordine con cui si susseguono le varie fasi. Oggi i trasformatori di misura portano chiaramente indicate sulla targhetta le relazioni di fase tra primario e secondario, per cui riesce più facile evitare errori di connessione tra questi trasformatori e gli apparecchi.

G. C. E.

MACCHINE A COLLETTORE.

F. Niethammer — **Dinamo e raddrizzatori anodici.** (E. u. M., N. 6, 8 febbraio 1931, pag. 108-110, 1 figura).

L'alimentazione degli apparati trasmettenti delle stazioni radio è fatta notoriamente coi raddrizzatori termoionici, con raddrizzatori a vapore di mercurio oppure mediante macchine a corrente continua ad alta tensione. Per la costruzione di queste ultime macchine occorrono accorgimenti speciali che l'A. passa in rassegna. Poichè, spesso, tali dinamo sono costruite per correnti di qualche A, oppure di una frazione di A, si ammettono differenze di potenziale fra una lamella del collettore e la successiva dell'ordine di $200 \div 300$ V e tensioni continue di $10 \div 15$ kV per collettore. Con macchine a due collettori si possono quindi ottenere tensioni continue di $20 \div 30$ kV.

Il problema dell'isolamento di queste generatrici offre un interesse particolare. Le bobine degli avvolgimenti dell'indotto vengono pressate con mica nelle cave; le lamelle del collettore sono separate da segmenti in mica di forte spessore (3.5 mm per una tensione di 250 V fra lamella e lamella). Spesso è messo a terra una polo dell'avvolgimento, e sovente le macchine vengono montate isolate sulla piastra di base o sulle fondazioni. Il pacco lamellare con gli avvolgimenti ed il collettore è montato isolato sull'albero della macchina. Appositi accorgimenti hanno lo scopo di aliminare le armoniche della corrente continua generata. Per smorzare le armoniche di dentatura e di commutazione si impiega un numero dispari di cave e di lamelle per coppia di poli; è pure utile, a questo scopo, l'impiego delle cave chiuse e inclinate rispetto all'asse della macchina. Alcuni costruttori hanno impiegato avvolgimenti smorzatori a gabbia. L'impiego di una bobina di autoinduzione nel circuito a c. c. e di un condensatore in derivazione sui morsetti della dinamo è spesso sufficiente a ridurre in limiti ammissibili l'ondulazione della corrente continua generata. Quando questi accorgimenti non sono sufficienti allo scopo, si impiegano filtri con circuiti oscillanti adatti per cortocircuitare le armoniche di frequenze determinate. Questi filtri diventano indispensabili quando per la conversione si fa uso di raddrizzatori a vapore di mercurio. *V. D. Ma.*

MISURE.

C. M. Foust — **Strumenti di misura per fenomeni dovuti al fulmine.** (Gen. Elec. Rev., aprile 1931, pag. 235-246).

L'A. esamina e descrive gli strumenti, di cui si può attualmente disporre, ed i risultati che se ne possono ottenere. Gli strumenti sono: 1) Registratore della tensione d'onda del tipo a pellicola mobile. Questo apparecchio permette di registrare la tensione di cresta delle onde e la frequenza, colla quale i fenomeni disturbatori si verificano sulle reti, per mezzo delle immagini di Lichtenberg, o della loro fotografia. L'apparecchio ha un campo d'azione da 3 a 30 kV, ma col mezzo di opportuni ripartitori di tensione, si possono leggere tensioni fino a tre milioni di volt. 2) Registratore della tensione d'onda del tipo a pellicola fissa; non si può con questo strumento determinare l'istante in cui il fenomeno si è verificato. 3) Oscillografo a raggi catodici. Esso permette di determinare la forma e l'ampiezza d'onda e dà la misura del tempo in microsecondi: è lo strumento più perfetto, di cui attualmente si dispone. Il suo raggio d'azione diretto va fino a 1 kV, ma esso può venire esteso illimitatamente per mezzo di ripartitori di tensione come nei casi precedenti. 4) Registratore di scariche dirette. Esso permette di registrare le scariche dirette del fulmine sulle palificazioni della linea, sempre per mezzo delle immagini di Lichtenberg su pellicole fotografica. 5) Indicatore di sovratensioni. Indica le scariche sugli isolatori in modo ben visibile evitando così difficili e fastidiose ricerche lungo la rete per trovare, dopo un temporale od una perturbazione atmosferica, quali siano gli isolatori colpiti; consta di una targhetta coperta da un diaframma frangibile, che si rompe qualora si manifesti una sovratensione. 6) Misuratore della violenza della scarica. Questo strumento integra le intensità del campo quando si manifestano le sovratensioni, e la misura è data dall'effetto che esercita su di una pellicola fotografica l'illuminazione che l'onda provoca in un tubo a vuoto.

Ciascuno di questi apparecchi è ampiamente descritto nell'articolo.

C. G. E.

T. A. Hammond — **Determinazione dei carichi sui trasformatori di misura.** (Gen. Elec. Rev., febbraio 1931, pag. 115-126).

Per ottenere la massima esattezza nelle misure di energia è necessario che gli strumenti ed i trasformatori che li alimentano vengano tarati su un carico che riproduca il più fedelmente possibile quello che gli apparecchi verranno ad avere in servizio. In generale i trasformatori di tensione danno indicazioni esatte per carichi non inferiori alla metà del carico normale, ad un dato fattore di potenza, ed in sala prove si fa la taratura in modo che sia soddisfatta tale condizione. Per i trasformatori di corrente, i quali hanno normalmente un carico secondario molto ridotto e che perciò presentano un errore molto piccolo, è difficile poter riprodurre abbastanza esattamente le condizioni di servizio, essendo necessario, per la taratura, fare uso di una impedenza di una certa grandezza.

Nei trasformatori di tensione i cavetti di connessione del secondario devono avere uno sviluppo lineare minimo ed una sezione abbondante; si tiene conto della caduta nelle connessioni inserendo in serie col trasformatore, durante la taratura, una resistenza equivalente ai collegamenti. Se gli errori di rapporto e di fase introdotti dalle connessioni durante la taratura non vengono corretti, possono essere misurati od apprezzati con un semplice calcolo approssimato. L'errore di rapporto è piccolo con carichi a basso fattore di potenza; l'errore di fase è massimo con carichi secondari molto induttivi e in questo caso si somma con l'angolo di fase del trasformatore.

Per i trasformatori di corrente, le connessioni sono in serie con gli strumenti ad essi collegati e formano perciò una parte definita del carico secondario.

Nei circuiti trifasi, la pratica di usare un solo conduttore per disimpegnare le funzioni di più altri complica le cose in modo che riesce spesso molto difficile riprodurre, con i normali dispositivi di prova, il carico col proprio fattore di potenza. Quando si tratta di un ordinario circuito monofase, il carico rappresentato da ognuno degli apparecchi connessi al trasformatore può essere diviso nelle due componenti, in

fase ed in quadratura, le quali si possono poi sommare vettorialmente potendosi così trovare i voltampere del complesso ed il fattore di potenza.

Per i concatenamenti polifasi degli strumenti di misura, quando questi sono connessi a tutte e tre le fasi del sistema, la determinazione del carico su ogni trasformatore è naturalmente più complessa che non per il sistema monofase; tuttavia essa è sempre possibile o mediante il metodo grafico o mediante la rappresentazione con numeri complessi, o, infine, con metodo vettoriale. Naturalmente il metodo grafico è conveniente solo quando i vettori non hanno grandezze molto diverse, perchè altrimenti l'errore di disegno può alterare il risultato dell'analisi.

Con una serie di esempi l'A. illustra come nei casi dei più comuni concatenamenti dei trasformatori e del carico sia possibile determinare il carico che compete ad ogni trasformatore. *C. G. E.*

MOTORI E GENERATORI A INDUZIONE.

L. PASSERINI — **Impiego monofase del motore asincrono trifase.** (Energia El., marzo 1931, pag. 227-229, 2 figure).

Vari sono i sistemi adottati per alimentatore motori con corrente monofase, e la ricerca di un tale motore semplice, sicuro ed a velocità costante acquista particolare importanza per le piccole applicazioni elettriche. I motori a collettore oltre essere relativamente delicati e costosi hanno una caratteristica di funzionamento per la quale la loro velocità a vuoto è inammissibile. Numerosi sono quindi gli artifici che tendono a realizzare un motore asincrono monofase semplice e di buon rendimento. Quello proposto dall'A. avrebbe in primo luogo il vantaggio di essere costituito da un normale motore ad induzione trifase. Due fasi del motore sono connesse con la rete, mentre fra una di queste e la terza è derivata una capacità.

Scegliendo oportunamente il valore di questa, il motore sviluppa quasi la stessa potenza che in trifase e l'avviamento è reso facile. Usufruendo quindi di una serie normale di motori a gabbia, si avrebbe molto semplicemente la serie corrispondente di motori monofasi aventi quasi le stesse doti di robustezza e semplicità.

La determinazione del valore ottimo della capacità dovrà farsi per successive approssimazioni, ricavando diversi diagrammi circolari per ogni motore: l'A. dà una trattazione teorica del sistema, sviluppata col metodo di calcolo del Fortescue. *I. P.*

MOTORI PRIMI.

W. TICHY — **Il carico dei focolari delle caldaie.** (Wärme, 5 settembre 1931, pagg. 661-667, con 13 figure).

Call'aumentare della quantità di carbone bruciato per metro quadrato di griglia, si sono dovute introdurre modificazioni sostanziali nella costruzione dei focolari delle caldaie, nel senso specialmente di aumentare il rapporto fra la quantità di calore radiato e quello trasmesso per convezione. Con ciò però si veniva ad introdurre una ragione grave di rapido logorio delle pareti di muratura. Si è stati così indotti a introdurre gli schermi d'acqua sulle pareti anche nelle caldaie a griglia come si era fatto in quelle a polvere di carbone. L'A. riporta parecchi dati sullo sviluppo progressivo del carico per metro quadrato di griglia e del carico del focolare in calorie per metro cubo. Interessanti confronti numerici sono anche svolti riguardo alle trasmissioni di calore per convezione secondo la disposizione adottata per i tubi d'acqua.

Vengono poi fra loro confrontati i 2 tipi di grandi caldaie a tubi d'acqua con 2 o con 3 tamburi principali. Quelle a 2 tamburi hanno minore spazio occupato; la trasmissione del calore è in generale circa del 10 % più elevata che in quelle a 3 tamburi, anche con temperature di fiamma alquanto inferiori, cosichè anche le temperature dei fumi all'uscita riescono più basse. Il rendimento delle caldaie a 2 tamburi è del 3 % più elevato, pur ammettendo un carico del 10 % maggiore. La trasmissione del calore avviene principalmente nel primo fascio di tubi. Parecchi altri vantaggi dei tipi di caldaie a 2 tamburi sono messi in evidenza dall'A. confrontando numericamente i dati relativi ad alcune grandi caldaie effettivamente costruite.

L'ultimo fascio di tubi nelle caldaie a 2 tamburi ha una funzione affatto secondaria in confronto di quella di 1° fascio. Si è perciò da alcuni costruttori senz'altro abolito il secondo fascio, costituendo soltanto la caldaia con 2 tamburi collegati da un fascio di tubi, che forma il tetto della camera di combustione, la quale è provveduta sulle pareti verticali di rivestimento di tubi d'acqua. A questo tipo appartengono le caldaie Möller, che l'A. illustra con qualche particolare e delle quali vi sono tipi per produzione di vapore fino a 150 kg/m²h bruciando polverino. *Ri.*

RADIOTECNICA.

J. J. VARMER C. v. GEEL — **Misure di frequenza, di alta precisione.** (Exp. Wir., Vol. VIII, N. 93, giugno 1931, pagg. 298-303, con 9 figure).

Descrizione dell'apparecchiatura usata, presso il Laboratorio Radio dei Telegrafi dello stato Olandese, per la taratura di frequenziometri e per la misura della frequenza delle stazioni radiotrasmittenti.

Il campione di riferimento è un piezooscillatore, realizzato secondo uno schema derivante dal multivibratore di Abraham-Bloch: ciò allo scopo di produrre un'oscillazione contenente un numero rilevante di armoniche. Gli AA. accennano solo molto vagamente alla stabilità di frequenza di questo piezooscillatore. Sembrerebbe tuttavia che occorrano precauzioni, relativamente alla costanza delle tensioni di alimentazione [tale fusione del piezooscillatore col generatore di armoniche, non ci sembra molto opportuna. La scissione delle due funzioni richiede solo una lieve complicazione nell'apparecchiatura, ma senza dubbio presenta una netta superiorità nei risultati. - N. d. R.].

La frequenza generata dal piezooscillatore (288.464 Hertz) è, a seconda della necessità, utilizzata direttamente oppure moltiplicata o demoltiplicata, mediante speciali multivibratori per alta frequenza, dei quali peraltro non è detto come siano realizzati. L'oscillazione così prodotta, ricca di armoniche, è confrontata con l'oscillazione in esame per azzeramento di battimenti e interpolazione, mediante un ricevitore per onde persistenti. La frequenza del piezooscillatore è, a intervalli, confrontata con quella di un pendolo di precisione, mediante demoltiplicazione di frequenza. *M. B.*

P. K. TURNER — **Alcune misure su di un altoparlante nel vuoto.** (J. I. E. E., Londra, maggio 1931; pag. 591-610 e discussione fino a pag. 622, 27 fig.).

Le difficoltà che si incontrano nella determinazione del rendimento di un altoparlante hanno consigliato l'A. di risolvere il problema per gradi. La misura dell'impedenza elettrica del sistema vibrante costituito dalla bobina oscillante, dal cono di diffusione e dall'aria circostante viene eseguita in 3 modi diversi: 1) tenendo la bobina ben ferma; 2) lasciando oscillare il cono liberamente nel vuoto; 3) lasciando vibrare il cono nell'aria. Queste tre misure successive permettono di separare l'influenza delle singole parti mobili dell'altoparlante sul valore dell'impedenza nell'aria.

Per le misure di impedenza è stato usato un ponte di Wheatstone schermato di grande precisione alimentabile con c. a. di frequenza variabile fra 20 e 10.000 periodi/secondo a mezzo di un generatore a valvole; come rivelatore di zero ha servito un galvanometro a vibrazione per le frequenze fino a 150 periodi ed un telefono per le frequenze da 150 a 2.000 periodi. Oltre i 2.000 periodi anche il telefono ha una scarsa sensibilità e si è preferito applicare il metodo dei battimenti sovrapponendo alla corrente da rivelare una c. a. di ampiezza costante e di frequenza variabile in modo da ottenere dei battimenti aventi una frequenza di 700 periodi; i battimenti venivano poi raddrizzati ed uditi attraverso il telefono. Speciali smorzatori bisogna disporre attorno agli apparecchi di misura per evitare la sovrapposizione di onde prodotte da vibrazioni locali. I valori della reattanza e della resistenza apparenti misurati con la bobina nelle tre posizioni già dette risultarono molto diversi per le frequenze minori di 100 per/sec. mentre oltre i 1000 periodi i valori si sovrappongono. La reattanza meccanica del cono dedotta dalle misure nel vuoto cresce linearmente con la frequenza fino circa a 300 per/sec. oltre questo valore si mantiene quasi costante. Questo risultato dimostra che alle frequenze più elevate non tutta la massa del cono entra in vibrazione; fino a 300 periodi la massa vibrante è di 16 gr. oltre gli 800 essa si riduce a meno di 1/3.

La resistenza ohmica equivalente della bobina dà invece il mezzo di valutare l'energia sonora emessa dall'altoparlante e quindi anche il rendimento; il valore della resistenza quale risulta dalla misura va moltiplicato per un fattore minore di 1 onde tenere conto dell'energia consumata per attrito interno nella lastra che compone il cono. Ammesso che questo fattore sia eguale a 0,7 il rendimento in energia sonora dell'altoparlante risulterebbe del 5,4 % quando $f = 32$ per/sec. e del 0,14 % quando $f = 8000$; fra 320 e 1000 per/sec. il rendimento è compreso il 2,7 e il 0,9 %. *I. L.*

H. O. ROSENSTEIN — **Alimentatori di antenna per alte frequenze.** (Exp. Wir., Vol. VIII, N. 93, giugno 1931, pagg. 294-297, con 4 figure).

L'A. descrive una semplice disposizione sperimentale per il rilievo della curva di distribuzione di potenziale lungo una linea di alimentazione, e ricorda come dalla forma di questa curva, quando si fa in modo da avere lungo la linea onde stazionarie, si possa facilmente ricavare la costante di attenuazione della linea stessa.

Espone quindi un metodo per la misura dell'impedenza caratteristica della linea, e infine accenna ai sistemi di accoppiamento fra linea di alimentazione e antenna. *M. B.*

P. MARTY — **La collaborazione fra T. S. F. ed aviazione.** (L'Onde Electrique, Vol. 10, N. 111, marzo 1931, pagg. 97-120, con 18 figure).

Rammentati brevemente i primi esperimenti di ricezione e trasmissione radio da bordo di aeromobili, l'A. passa a descrivere il complesso trasmittente-ricevente AVL-10 costruito dalla S.F.R. Il trasmettitore presenta una gamma di lunghezza d'onda compresa fra 450 e 1500 m., con variazione continua, ottenuta mediante un condensatore variabile e un variometro manovrati in tandem; ha una portata di circa 800 chilometri in telegrafia e di circa 300 in fonia. La tensione anodica per il trasmettitore viene provveduta da una convertitrice alimentata a mezzo dell'impianto elettrico di bordo (dinamo azionata da un mulinello a vento e batteria tampone di 24 volt, 20 ÷ 40 AO). Il ricevitore è a 4 tubi, tutti tetrodi a griglia di campo.

L'A. descrive quindi un trasmettitore automatico di posizione e di chiamata di soccorso e, sommariamente, un radiogoniometro per aeroplano a quadro girevole; illustra infine il radiofaro di Abbeville che è

munito di una sistemazione del tipo a radiorotte fisse, col dispositivo a lettere complementari, e di una del tipo a emissione direttiva rotante.

M. I.

STATISTICA.

G. MOTTA — **Acqua, carbone, elettricità.** (Energia El., settembre 1931, pagine 743-760, molte figure).

Riassunto brevemente lo sviluppo dell'Industria elettrica nel mondo, l'A. riporta interessanti dati di massima sul fabbisogno mondiale d'energia meccanica e sulle disponibilità esistenti di energia idraulica. Rileva la graduale riduzione nei consumi di carbone per produzione d'energia elettrica per via termica. In Italia l'industria elettrica rappresenta un immobilizzo di circa 25 miliardi di lire con un personale impiegato non superiore a 45.000 persone; il rapporto fra il valore della produzione annuale e il capitale investito oscilla fra 1/6 e 3/10, con una media di circa 1/5. Questi dati mettono bene in evidenza il carattere immobiliare dell'industria elettrica.

Accennando alle caratteristiche dei consumi di energia, singoli e collettivi, e alle molteplici categorie differenti di consumatori mette in evidenza la necessità di tariffe variabili secondo le condizioni contingenti, ed elastiche per potersi adeguare agli svariatissimi casi. Secondo l'A. una indagine fatta su grandi reti italiane permette di indicare fra 8000 e 10.000 lire in media la somma che si deve investire, per ogni kW mantenuto a disposizione del cliente, nell'impianto completo dalla presa sul fiume fino al contatore. Ricorda poi l'importanza tecnica ed economica dei grandi collegamenti fra gli impianti e la diversità delle risorse idrauliche alpine rispetto a quelle appenniniche. Da queste ragioni tecniche sono derivate le potenti concentrazioni elettriche moderne, col molte società satelliti raggruppate intorno ad una società madre. Questo concentramento, se ha favorito lo sviluppo dell'industria, ha però messo in evidenza la difficoltà di favorire tempestivamente all'industria elettrica i capitali occorrenti per costruire gli impianti. A questo proposito osserva: che ci sono già in Europa 2 o 3 gruppi che producono da 3 a 4 miliardi kWh ogni anno, e perciò hanno investimenti di forse più di 5 miliardi di lire ciascuno e che le somme richieste ogni anno dall'estendersi superano i dividendi, così che al finanziamento non si può provvedere se non ricorrendo largamente al credito. E' prevedibile che fra non molto tempo l'investimento di capitali nell'industria elettrica diventerà paragonabile, e forse superiore, a quello delle grandi reti ferroviarie.

L'A. accenna poi ai progetti ventilati recentemente per una rete internazionale europea prospettando parecchie considerazioni che tendono a mettere molto in dubbio l'utilità economica di tali progetti. Accenna poi alla limitata incidenza dell'energia elettrica sul costo dei prodotti.

Ri.

TELEFONIA, TELEGRAFIA E TELEVISIONE.

W. A. BLANTOW — **Un concentratore per circuiti di telegrafi scriventi.** (Elec. Eng., giugno 1931, pag. 431-434, 4 figure).

Negli ultimi anni si sono molto diffusi i dispositivi telegrafici scriventi basati sul noto principio di funzionamento «start-stop»; questi dispositivi sono usati specialmente come collegamento dell'ufficio telegrafico principale di una grande città con gli uffici minori periferici. Questi circuiti lavorano di solito in modo intermittente e perciò non è necessario che ogni circuito sia permanentemente collegato con un apparecchio scrivente; vale a dire che è possibile smistare secondo i bisogni gli apparecchi scriventi su l'uno o sull'altro dei circuiti installati. Quando questi sono in grande numero bisogna disporre di qualche sistema per rendere rapida la commutazione, radunando perciò in piccolo spazio gli estremi dei circuiti perchè possono essere serviti da un medesimo o da pochi operatori.

L'A. descrive un dispositivo a tale scopo studiato e introdotto in qualche grande impianto americano. Questi «concentratori di circuiti» come li chiama l'A. sono costruiti per 100 o 200 linee ma potrebbero facilmente esserlo per un numero maggiore. Essi ricordano in qualche modo i vecchi pannelli telefonici per servizio manuale ma sono provvisti di molti particolari dispositivi interessanti che vengono dettagliatamente descritti.

R. S. N.

TRASFORMATORI.

J. KOPELIOWITCH - A. MITTHEY-DORET — **Misure comparative con tre collegamenti diversi per la prova dei trasformatori, con onde a fronte ripida.** (Revue B. B., N. 3, marzo 1931, pag. 126-134, 18 figure).

Allo scopo di permettere il miglioramento degli avvolgimenti dei trasformatori con eliminazione degli isolanti non adatti, e di segnalare gli eventuali difetti di fabbricazione, è stata introdotta, in Svizzera prima, ed in Germania poi, una nuova prova di rigidità dielettrica. Un'altro metodo per la prova dell'isolamento delle spire è stato proposto recentemente in America come adatto per provocare mediante onde di scarica sollecitazioni assai severe negli isolanti.

Allo scopo di confrontare fra loro i tre metodi di prova, dal punto di vista delle sollecitazioni negli avvolgimenti, gli AA. riassumono i risultati di alcune ricerche effettuate con l'impiego dell'oscillografo a raggi catodici e di spinterometri a sfere. Descritti i metodi impiegati, i risultati ottenuti sono illustrati con oscillogrammi e con curve che esprimono le sollecitazioni delle bobine dei trasformatori provati coi tre metodi. Da essi si deduce che:

a) I tre metodi di prova si equivalgono agli effetti delle sollecitazioni dell'isolante delle spire e delle bobine; *b*) Gli schemi utilizzati col metodo tedesco danno risultati leggermente diversi a seconda che l'avvolgimento del trasformatore ha una messa a terra o no; *c*) Col metodo americano, a parità di tensione di prove, la tensione rispetto alla massa raggiunge valori 1,8 volte superiori a quelli dati dagli altri due metodi. Questi ultimi sono, quindi, preferibili perchè la prova con le onde a fronte ripido ha soltanto lo scopo di verificare la rigidità dielettrica fra spira e spira; *d*) Il metodo svizzero, presenta, rispetto agli altri due, il vantaggio di una grande semplicità di esecuzione.

V. D. Ma.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

R. D. EVANS - G. H. WRIGHT — **Alcuni effetti di guasti squilibrati.** (Elec Eng., giugno 1931, pag. 415-420, 9 figure).

Gli AA. hanno studiato col metodo delle componenti simmetriche il comportamento di un sistema di trasmissione in diverse condizioni di guasti che possono verificarsi e espongono brevemente le loro conclusioni corredandole di parecchi diagrammi riassuntivi. Fra gli altri risultati interessanti, essi hanno dimostrato come in certe condizioni la tensione verso terra può salire a un valor eguale al 190 per cento del valore normale, cioè superiore alla tensione concatenata di linea. I rapporti fra le correnti di linea e di terra e la corrente di corto circuito di fase possono arrivare al valore 1,5 e 3 rispettivamente. La corrente di terra nel caso di una messa a terra su due fasi può essere molto più grande del massimo valore della corrente di terra nel caso di un guasto su una sola fase.

Due sistemi a eguale tensione e aventi correnti di corto circuito trifase eguali, possono avere tensioni e correnti molto diverse l'uno dall'altro nel caso di guasti squilibrati.

Gli AA. propongono di assumere come misura della messa a terra di un impianto il rapporto fra l'impedenza di seguenza zero e la reattanza di sequenza positiva; un valore basso di tale rapporto corrisponde a una buona messa a terra franca, e un valore elevato corrisponde al neutro isolato. In generale i valori preferibili di tale rapporto stanno fra 0 e 4.

R. S. N.

C. PALESTRINO e C. CAMINITI — **Calcolo delle correnti di c. c. nella linea Cardano-Cislago della SIP.** (Energia El., febbraio 1931, pag. 97-113, 15 figure).

La linea che va dalla centrale di Cardano dove sono installati 5 alternatori da 36.000 kVA alla sottostazione di Cislago della Soc. Lombarda di Elettricità è lunga km 243,3 alla tensione di 220 kVA e trattandosi quindi di un unico tronco di grande lunghezza ed elevata tensione, il calcolo rimane semplificato. La linea è costituita da una terna disposta in un piano orizzontale e lo schema di tutto il circuito comprende l'alternatore, il trasformatore elevatore (triangolo-stella) e quello abbassatore (stella-triangolo), con i centri-stella a terra. La resistenza di terra con corrente alternata, da introdurre nel calcolo, è risultata di 0,107 ohm/km, mentre con corrente continua sarebbe stata trascurabile.

Lo studio è stato fatto col metodo delle coordinate simmetriche e con quello di Rüdenberg i cui principi sono brevemente riassunti dagli AA.

Quello delle coordinate simmetriche richiede un primo calcolo in cui si trascura la saturazione magnetica: con successive approssimazioni si può poi introdurre i valori dipendenti dall'eccitazione che avrà la macchina in corto circuito. Si ottengono così risultati più elevati, ma perfettamente confrontabili con quelli del secondo metodo e che possono essere particolarmente utili quando interessi conoscere anche la fase della corrente di c. c. Però in generale il metodo Rüdenberg appare di molto più semplice ed immediata applicazione. Le correnti di c. c. con una fase a terra alla sottostazione di Cislago risultano così di circa 200 A con una macchina, e di 470 A con quattro.

I. P.

M. ARTINI — **Dati statistici e sperimentali sui fili di guardia.** (Energia El., febbraio 1931, pag. 114-124, 20 figure).

Riferendosi ad un precedente articolo (*Energia El.*, agosto 1930, pag. 690) dopo aver considerato la natura e le caratteristiche delle scariche atmosferiche secondo quanto risulta dai più recenti studi fatti in America e in Europa (impianti sperimentali del Monte Generoso), l'A. discute l'utilità del filo di guardia come fattore della continuità del servizio, mediante i dati forniti dall'esperienza di esercizio e da opportuni dispositivi di prova. Secondo le statistiche risulta che il filo di guardia ha effettivamente un'azione efficace contro le sopratensioni di origine atmosferica sia induttive che dovute a scariche dirette sulla linea. Le sovratensioni indotte supererebbero di gran lunga le sovratensioni dovute a manovre d'interruttori, raggiungendo su le sovratensioni dovute a manovre d'interruttori linee da 100 a 220 kV tensioni $15 \div 16$ volte quella di esercizio. Le scariche atmosferiche sono generalmente aperiodiche dell'ordine di centinaia di milioni di V e di 100.000 A, della durata di 0,001 a 0,01 secondi. Quelle da nube negativa sono le più forti ma molto meno frequenti di quelle da nube positiva.

Rispetto alle sovratensioni indotte, la conducibilità del filo di guardia ha poco importanza, mentre ne ha molta rispetto alle scariche dirette e alla diminuzione dei disturbi alle linee di telecomunicazione, così da giustificare a questo riguardo l'impiego di rame o bronzo. Analogamente una buona presa di terra ha importanza specialmente contro le scariche dirette.

I fili di terra supplementari hanno efficacia rispetto alle scariche che si verificano nelle vicinanze della zona dove sono tesi e sotto questo aspetto può convenire aumentarne il numero nei pressi delle centrali, mentre hanno poca influenza nella riduzione di sovratensioni originatesi in punti lontani della linea. *I. P.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

N. Faletti — **Gruppo di trazione con potenza regolata in funzione della tensione, nella centrale di Varzo.** (Energia El., marzo 1931, pag. 216-225, 13 figure).

La Ferrovia Domodossola-Iselle-Confine-Briga comprendente la galleria del Sempione è stata elettrificata nel 1930 a corrente monofase a 15.000 V. All'alimentazione provvedono le centrali di Massaboden in Svizzera e quella di Varzo, della dinamo, in Italia.

Nell'eventualità che il gruppo turbogeneratore installato in questa ultima centrale debba da solo alimentare il tratto Domodossola-Iselle è stato dimensionato per 2500 kVA a $\cos\varphi = 0,80$ e d'altra parte in considerazione che in via normale la potenza della centrale di Massaboden è sempre tale da mantenere costante la frequenza, la regolazione del distributore della turbina di Varzo non è fatta normalmente dal regolatore centrifugo, ma in funzione della tensione di linea, essendo appunto affidato a questo gruppo principalmente il compito di compensare le cadute di tensione su tutta la rete.

Perciò una volta fatta la manovra di parallelo viene modificato il rapporto di trasmissione fra la turbina e il regolatore centrifugo, in modo che questo intervenga soltanto se il numero di giri della macchina aumenta del 10 %, come può accadere per un distacco del carico dovuto allo scatto degli interruttori. Normalmente entrano così in azione due regolatori, uno che agisce nell'eccitazione dell'alternatore in funzione della tensione e della corrente e l'altro sul distributore in funzione della tensione di linea.

Quest'ultimo mantiene chiuso il distributore fino a che la tensione di linea rimane compresa fra 16.000 e 14.300 V, essendo contemporaneamente l'eccitazione regolata, dal regolatore di tensione, in modo che l'alternatore funzioni come condensatore sincrono, fino alla massima potenza apparente ammissibile. Superando i 16.000 V da sovraeccitata la macchina deve passare a sottoeccitata, fino ad assorbire in ritardo la stessa corrente massima. Se la tensione cala sotto a 14.300 V il regolatore di potenza mette in azione un servomotore elettrico che apre il distributore fino a che il gruppo non eroga la potenza di 840 kV fissata come minimo per ragioni di conveniente utilizzazione del gruppo. Tale potenza aumenta fino a 2500 kW se la tensione continua a scendere. Contemporaneamente l'eccitazione viene regolata perchè la corrente assuma valori compatibili con la potenza del gruppo e particolarmente in modo che per 2500 kW si abbia $\cos\varphi = 0,80$ in ritardo. Naturalmente i due regolatori possono venire disinseriti e il gruppo può funzionare nel modo ordinario quando sia necessario.

E' discusso il funzionamento dell'insieme degli apparecchi per verificare come le condizioni suddette possano essere raggiunte. Il servizio ha giustificato le previsioni. Nel caso del massimo carico sulla Domodossola-Briga di 5700 kW a $\cos\varphi = 0,80$ la caduta massima a Varzo risulta di circa 800 V ed a Domodossola di 1700 V. *I. P.*

E. L. Moreland — **L'elettrificazione della rete suburbana della Delaware, Lackawanna and Western Railroad.** (Gen. Elec. Rev., 1931 marzo, pag. 149-164).

La «Delaware, Lackawanna and Western Railroad» ha eseguito di recente l'elettrificazione a corrente continua 3000 volt del tronco principale Hoboken-Dover e di due brevi diramazioni, per un percorso complessivo di circa 110 km, con uno sviluppo di binari di corsa di circa 250 km.

Si hanno cinque stazioni di conversione con raddrizzatori a vapore di mercurio situate generalmente nei nodi ferroviari. Una sola sottostazione (Bernardsville) è a funzionamento completamente automatico con comando a distanza da altra sottostazione distante oltre 20 km, mentre le altre quattro sottostazioni hanno soltanto un automatismo limitato ad alcune delle loro funzioni. Le sottostazioni sono alimentate, alcune mediante linee aeree, altre mediante cavi, con corrente trifase a 60 periodi fornita da varie Società distributrici a tensioni molto diverse per le varie sottostazioni (13.000 ÷ 66.000 volt).

L'A., enumerate le ragioni di preferenza dei raddrizzatori in confronto dei gruppi di conversione motore-generatore, illustra il comportamento dei raddrizzatori che, già garantiti per notevoli sovraccarichi, sopportarono al collaudo sovraccarichi del 500 % per dieci secondi.

Due sottostazioni sono equipaggiate nel seguente modo: ciascuna possiede quattro complessi di conversione trasformatore dodecafase-raddrizzatore a 12 anodi, della potenza di 3000 kW cadauno. In altre due sottostazioni si hanno, per ognuna, due trasformatori dodecafasi, ciascuno dei quali alimenta due raddrizzatori a 6 anodi da 1500 kW cadauno. Nella quinta sottostazione infine sono installati due complessi trasformatore dodecafase-raddrizzatore a 12 anodi della potenza di 1000 kW cadauno. Questi raddrizzatori presentano due speciali caratteristiche: la prima riguarda una griglia metallica montata presso l'anodo e facente parte di uno speciale circuito di eccitazione, la quale permette di schermare l'anodo in modo da ridurre la possibilità di ritorni d'arco o di cortocircuiti fra anodi; la seconda caratteristica riguarda il compoundaggio del raddrizzatore; tale provvedimento, che porta anche ad un fattore di potenza assai elevato, è realizzato mediante apposita inserzione di capacità e di induttanze in connessione con i trasformatori interfasici.

Circa il materiale mobile l'A. ricorda che è stato adottato il comando multiplo e un treno risulta costituito dall'aggruppamento di un certo numero di unità costituite da un'automotrice e da una carrozza rimorchiata. Il programma iniziale dell'elettrificazione contempla 141 di tali unità e un treno può comprendere fino a 6 unità automotrice-rimorchiata. Ogni automotrice è equipaggiata con quattro motori della potenza oraria di 180 kW ciascuno.

Sono poi da notare due locomotori destinati al limitato traffico merci, essi sono provvisti pure di un Diesel e perciò, mentre sul tronco elettrificato funzionano alimentati dalla linea di contatto a 3000 volta, sui tratti non elettrificati si valgono della corrente prodotta dal gruppo Diesel-generatore a 750 volt, in unione a una batteria con funzionamento a repulsione. La linea aerea di contatto è del tipo con sospensione a catenaria. *C. G. E.*

G. W. Wilson — **L'autobus benzo-elettrico.** (Gen. Elec. Rev., marzo 1931, pag. 170-172).

La prima grande rete di servizi automobilistici mediante autobus benzo-elettrici fu istituita a Filadelfia nel 1925. Da quell'epoca il numero complessivo di autobus benzo-elettrici per servizi urbani negli Stati Uniti d'America è salito ad oltre 2000 vetture.

Si è riusciti negli ultimi cinque anni a ridurre di molto il peso dell'equipaggiamento elettrico, migliorando la ventilazione, e facendo largo uso di materiali leggeri. Dopo un anno di servizio, gli equipaggiamenti costruiti nel 1930 hanno dimostrato di possedere una sicurezza di funzionamento maggiore di quella degli equipaggiamenti del 1925, e ciò malgrado il loro peso ridotto (equipaggiamenti da 110 kW che pesano 990 kg ossia 4,8 kg/kW).

Un tipo assai moderno è costituito dalla serie di autobus per Newark; essi hanno chassis con interasse di 6,35 m e motori a 6 cilindri, con una cilindrata totale di 2400 cm^3. Le porte di entrata, anteriore, e di uscita, posteriore, sono a comando pneumatico. I posti a sedere sono 37. L'equipaggiamento elettrico consiste di una dinamo eccitata in derivazione, di due motori tipo serie, di un invertitore, ecc. Il peso della vettura a vuoto è di 8940 kg; la velocità massima in piano è di 80 km/ora. L'avviamento richiede 20 secondi per raggiungere una velocità di 40 km/ora, con veicolo a carico completo, in piano.

Le vetture per Baltimora hanno carrozzeria a due piani con 69 posti a sedere; il peso del veicolo vuoto è di 11.250 kg; l'equipaggiamento elettrico è simile al precedente. La velocità massima in piano è di 56 km. L'avviamento a pieno carico, su strada piana, richiede 28 secondi per raggiungere i 40 km/ora.

Le vetture di Detroit, a 40 posti, sono provvisti di motore da 75 kW, pesano a vuoto 9550 kg. Accelerano a 40 km/ora in 26 secondi e hanno una velocità massima in piano a carico completo di 72,5 km/ora. L'equipaggiamento elettrico è simile ai precedenti.

Da un confronto del costo d'esercizio di un autobus benzo-elettrico con quello di un autobus normale, ambedue con 40 posti a sedere, in servizio nelle stesse identiche condizioni, è risultato che per quello benzo-elettrico la vettura/km costa L. 3,40, mentre per l'autobus normale il costo è di L. 3,62. Durante un anno di esperimento l'autobus benzo-elettrico ha fatto una percorrenza dell'8,5 % superiore a quella dell'autobus normale. *C. G. E.*

W. J. Hedley e J. F. Walker — **Elettrificazione di linee per servizio merci della New Jork Central Railroad.** (Gen. Elec. Rev., marzo 1931 pag. 165-169).

La Compagnia ha deciso di ricorrere ad un'elettrificazione a 660 volt, estendendo il sistema esistente a terza rotaia e ricorrendo anche a locomotive Diesel-eletrtiche provviste di batterie di accumulatori, per il traffico a sud della sessantesima strada.

L'energia viene fornita da quattro sottostazioni completamente automatiche, con comando unico, che tuttavia può venire spostato da una sottostazione ad un'altra senza interruzione nel servizio. Nel complesso sono installate dieci convertitrici sincrone da 2500 kW ciascuna, ma le fondazioni sono previste per installazione di macchine da 4000 kW.

I locomotori merci sono a due carrelli a tre assi, collegati da un giunto articolato, equipaggiati con sei motori ad unico ingranaggio. Il comando è predisposto per funzionamento non automatico ad unità multiple. Lo sforzo orario di trazione è di circa 19.000 kg, velocità massima 95 km all'ora.

I locomotori di manovra sono provvisti anche di un motore a combustione interna a quattro tempi da 220 kW, a sei cilindri e di una batteria di accumulatori di 240 elementi, oltre che di un pattino collettore di corrente per la terza rotaia. Le batterie sono per 650 Ah. I motori sono quattro, ad ingranaggio unico. *C. G. E.*

CRONACA

Per una data storica nella radiotelegrafia.

Abbiamo pubblicato nello scorso numero del giornale il testo del telegramma che la Presidenza Generale ha inviato al Senatore Marconi in occasione del trentesimo anniversario della prima trasmissione di segnali radiotelegrafici attraverso l'Atlantico.

Il Senatore Marconi ha cortesemente risposto con il seguente telegramma:

« Ringrazio sentitamente per vibrante lusinghiero messaggio tanto gentilmente inviatomi occasione trentesimo annuale prima radiotrasmissione transatlantica ». GUGLIELMO MARCONI.

APPLICAZIONI VARIE.

Negli stabilimenti della Gulf States Steel Co. di Alabama è stato installato un *grande laminatoio a comando elettrico* (*The El. J.*, marzo 1931, pagg. 146-149, n. 8 figure); il laminatoio con cilindri di un metro di diametro è accoppiato ad un motore a corrente continua da 5150 kW a 700 volt e 50/120 giri/minuto. L'energia necessaria è data da due dinamo da 3000 kW accoppiate ad un motore asincrono da 3700 kW (6600 volt, 60 periodi, 352 giri/minuto); sull'albero di questo gruppo di conversione è montato un volano di acciaio di 4,6 m di diametro e del peso di 57 tonn., l'impianto può realizzare per breve tempo una coppia massima sull'albero dei cilindri del laminatoio di 280.000 kgm. La corrente di eccitazione delle macchine a corrente continua è data da una dinamo ausiliaria e la regolazione viene fatta sull'eccitazione di questa. Il motore a corrente continua è fornito di eccitazione compound: l'avvolgimento in derivazione è però alimentato da una dinamo a tensione variabile la cui eccitazione è regolata automaticamente a seconda del carico. Il rotor del motore principale malgrado abbia un peso di 75 tonn. può invertire la sua marcia dalla velocità di 100 giri/minuto in un senso ad un eguale valore in senso opposto in soli cinque secondi; il motore può sviluppare momentaneamente una potenza di 14.500 kW. Le macchine sono state sistemate in un locale ben protetto dalla polvere assicurando la ventilazione con due ventilatori aventi una portata di 1400 m^3 di aria al minuto singolarmente. Anche tutto il rimanente dell'impianto è comandato elettricamente con motori sincroni ed asincroni in modo da garantire il massimo automatismo e da rendere impossibili gli errori di manovra. *I. L.*

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Affinchè il traffico aereo notturno si effettui nelle migliori condizioni di sicurezza occorre provvedere all'illuminazione delle rotte, degli aerodromi, ecc. La tecnica dell'illuminazione si trova qui in presenza di una serie di problemi nuovi che richiedono uno studio particolare. F. Born riferisce in *Das Licht*, dicembre 1930 e gennaio 1931, sui *diversi tipi di apparecchi d'illuminazione e sugli speciali tipi di lampade oggi in uso in aeronautica*, con riferimento alle proprietà ottiche che debbono presentare. Sono riassunti inoltre in alcune tabelle i dati riguardanti i diversi dispositivi adottati allo scopo in Europa e negli Stati Uniti. *G. Co.*

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

Scuola per Specialisti di Radiocomunicazioni. — Presso la R. Università di Bologna è stata istituita una Scuola post-universitaria di perfezionamento per Specialisti in Radiocomunicazioni.

Alla Scuola possono essere inscritti i laureati in Fisica, in Fisica-Matematica ed i Dottori in Ingegneria; il corso ha la durata di due anni, al termine dei quali, previo esame annuale sulle discipline frequentate e previa presentazione e discussione di una Memoria originale su ricerche personali del candidato, verrà rilasciato un diploma di Specialista in Radiocomunicazioni.

Ai corsi di insegnamento sono ammesse esercitazioni pratiche sperimentali e di misura. Inoltre gli inscritti hanno obbligo d'internato nell'Istituto per tutta la durata del corso.

Gli inscritti sono tenuti al pagamento della tassa di matricolazione, della tassa annua di inscrizione, e delle sopratasse dovute per la Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali oltre quel contributo annuo di Laboratorio che sarà fissato dal Consiglio di Amministrazione.

Le inscrizioni si chiudono ogni anno improgabilmente col 31 dicembre, e si effettuano mediante presentazione della domanda in carta legale indirizzata al Magnifico Rettore corredata del certificato di nascita, del certificato di laurea e delle quietanze delle tasse e sopratasse e contributo.

Per ogni ulteriore chiarimento od informazione rivolgersi alla Direzione della Scuola presso l'Istituto Fisico « A. Righi » (via Irnerio N. 46, Tel. 26-495) o alla Segreteria universitaria.

SOCIETA', SCIENTIFICHE, CONCORSI, ECC.

Concorso al posto di insegnante di tecnologia per materiali da costruzione. — Il Ministero della Educazione Nazionale ha bandito un concorso per esami e per titoli al posto di insegnante titolare di Tecnologia per materiali da costruzione ed esercitazioni presso il R. Istituto Industriale di Messina. Il bando è stato pubblicato nella « Gazzetta Ufficiale » N. 234 in data 9 Ottobre 1931 - IX a pagina 4955.

E richiesta la laurea in ingegneria oppure diploma di abilitazione alla professione di ingegnere.

La domanda, con i documenti prescritti dal bando, deve essere inviata al Ministero dell'Educazione Nazionale — Direzione Generale per l'Istruzione Tecnica — Divisione Insegnamento Industriale — e deve giungervi non più tardi del giorno 8 gennaio 1932 - X. Le prove di esame avranno luogo in Roma.

Lo stipendio iniziale è di L. 12.672 annue lorde oltre il supplemento di servizio attivo in L. 2640 annue lorde e l'aggiunta di famiglia per i coniugati. Oltre lo stipendio può essere eventualmente corrisposta una indennità di laboratorio che può raggiungere al massimo le L. 880 annue lorde.

Inoltre per eventuali incarichi di insegnamento di materie affini, oltre l'orario normale, viene corrisposto un compenso proporzionato e che può raggiungere, per un servizio totale di 28 ore settimanali il massimo di L. 2156 annue.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Grandi locomotori. — E' prossimo ad entrare in servizio un interessante tipo di locomotore, la cui parte elettrica è stata costruita dalla Maschinenfabrik Oerlikon. Si tratta di un grande locomotore monofase destinato al traino di treni pesanti sulla linea del Gottardo. A causa della rilevante lunghezza di 32,5 m si è dovuto suddividere la

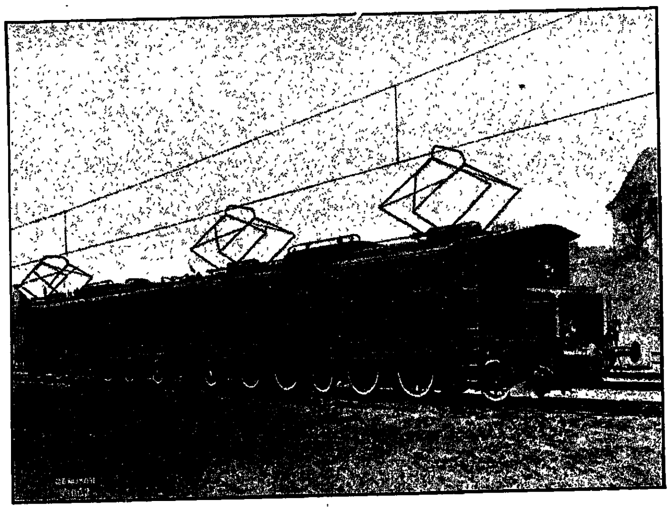


Fig. 1. — Nuovi locomotori per la linea del Gottardo.

cassa in due metà, le quali possiedono ciascuna 4 assi motori e 3 assi portanti. Il peso del locomotore in servizio è di circa 240 tonn. La potenza è di ben 5500 kW, più che sufficienti al traino di treni merci da 750 tonn., a 50 km/h e di treni espressi da 600 tonn. a 62 km/h sulla rampa al 26 % del Gottardo.

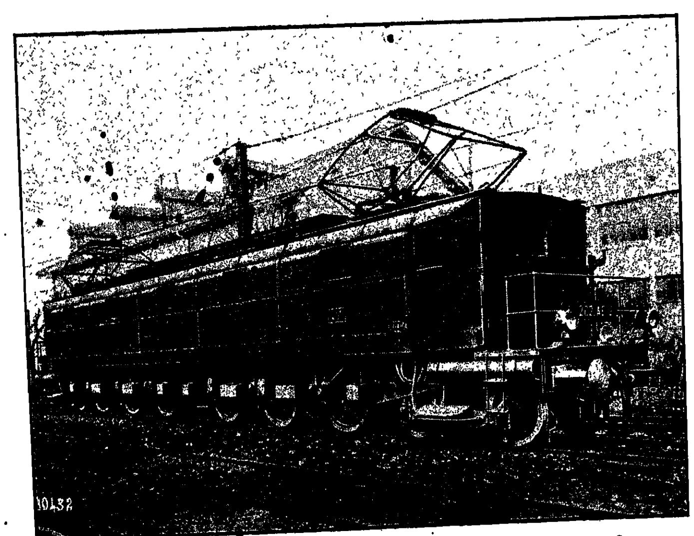


Fig. 2. — Locomotori a c. c. della Chambéry-Modane.

Parimenti interessanti sono i 4 grandi locomotori a corrente continua entrati in servizio nel 1929 sul tronco Chambéry-Modane della P. L. M. Questi locomotori, i quali hanno detenuto fino a poco fa il record, hanno una lunghezza di 24 m e un peso in servizio di 160 tonnellate; gli assi motori sono 6, gli assi portanti 4. La potenza di ciascun locomotore è di 4000 kW, con una velocità di ben 130 km/h. Anche la parte elettrica di questi locomotori è stata costruita dalla Maschinenfabrik Oerlikon.

Alcuni nuovi dettagli sull'impiego dei *dispositivi di comando automatici delle vetture tranviarie* sono riportati su (*The El. J.*, (aprile 1931, pagg. 209-212, n. 9 figure). Un gruppo di 50 vetture a due carrelli è stato messo in servizio dal febbraio dello scorso anno a Montreal; le vetture pesano 18 tonn. ed hanno una capacità di 42 posti a sedere; esse sono equipaggiate con motori da 25 kW; nei periodi di maggiore traffico possono venire accoppiate con un rimorchio. Il consumo di energia è di 3,14 kWh al km supponendo che il tram faccia quattro fermate di sette secondi ad ogni km e sviluppi una velocità media di 20 km/ora; il comando del controller è automatico nel senso che la velocità di esclusione delle resistenze d'avviamento è sempre la stessa, il complesso dei relais di manovra trova posto in una cassettina sistemata sotto l'albero del controller. A Chicago sono in servizio 65 autobus con trolley doppio forniti dello stesso dispositivo automatico; in essi però invece del comando a mano si usa quello a pedale per lasciare al manovratore la completa padronanza del volante; tutto il complesso dei relais trova posto dietro alla vettura in una posizione ben protetta e facilmente accessibile. Anche a Brooklyn sono in servizio 150 vetture per 54 passeggeri seduti, del peso di 18 tonn. a vuoto ed equipaggiate con motori da 25 kW; il sistema di comando automatico è sempre lo stesso; esso trova posto in un cassone posto di fianco al manovratore; l'aumento nella velocità di regime rispetto al tipo normale a comando totalmente a mano del controller è risultato del 23% pur senza avere aumentato la velocità massima della vettura; questo miglioramento è essenzialmente dovuto al fatto che durante la fase d'avviamento del tram l'accelerazione è spinta al massimo senza che si produca lo slittamento delle ruote.

I. L.

Il 28 ottobre 1931 sono state *inaugurate le tranvie elettriche da Milano a Vaprio e a Cassano d'Adda,* della Soc. Trazione Elettrica Lombarda (S.T.E.L.).

La linea è costruita con i criteri più moderni, ed ha ottenuto la concessione della velocità massima di km 60 all'ora. La velocità commerciale raggiunta è di km 29 all'ora sull'intero percorso compresa la penetrazione cittadina e di 40 km all'ora nei tratti ora inaugurati. Il binario è costituito da rotaie da kg 28,3 al metro ed è armato su traverse di legno e di cemento. La linea aerea, alimentata a corrente continua a 1200 volt, è tesata a catenaria, con feeders da 175 mm², ed è sostenuta da pali in ferro. Le vetture a carrelli sono equipaggiate con quattro motori, della potenza di 75 kW cadauno. Le centrali di conversione sono situate l'una a Cascina Gobba equipaggiata con quattro convertitrici (tre da 350 kW e una da 600 kW) e con una batteria di accumulatori e l'altra a Gorgonzola con due raddrizzatori a vapore di mercurio della potenza di kW 500 ciascuno.

AEI Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

Minuta di Verbale della Seduta plenaria tenuta a Perugia il 9 ottobre 1931.

ORDINE DEL GIORNO:

1. - Comunicazioni della Presidenza.
2. - Riunioni all'estero. - Nuovo assetto della Conférence Internationale des Grands Réseaux.
3. - Relazione sui lavori dei Sottocomitati.
4. - Bilanci.
5. - Eventuali.

Presenti: L. Lombardi, *Presidente*; A. Barbagelata, *Segretario;* Alessandri, Anastasi, Banfi, Bauchiero, Bianchi G., Bosco Lucarelli per l'Istituto Sperimentale FF. SS.; Broggi, Brunetti, Calvelli, Campos, Canonici, Cenzato, Cesari, Correggiari, De Falco, De Ferrari, Del Buono, Denina, Di Pirro, Falco, Ferraris, Ferrerio, Fracanzani, Ghetti, Giorgi, Gonzales, La Valle, Matteini, Mondolfi, Morelli, Neri, Norsa, Pedrini, Pugno-Vanoni, Rebora, Righi, Romagnoli, Rossi, Sabini, Sartori, Selmo, Vallauri G., Vannotti.

Assenti giustificati: Bacchini, Belluzzo, Bonamico, Bovone, Brun, Cattaneo, Colombo, Dalla Verde, De Stefani, Emanueli, Faletti, Fascetti, Garibaldi, Lutz, Jacobini, Manfredi, Marin, Martinez, Micchiardi, Montù, Neri G., Palestrino, Pierre Humbert, Pernigotti, Rolandi, Ruelle, Sacco, Sarli, Scarpa, Semenza M., Silva G., Soleri, Vallauri R., Vanni, Zikeli.

Assenti non giustificati: Amati, Andreoni, Ballanti, Balsamo, Bassi, Benedetto, Bianchi S., Bosno, Cantù, Carcano, Carlini, Chiesa, Clerici, Corbino, Crivellari, Crivelli, Cuccoli, Dina, Dolcetta, Elena, Fachini, Fea, Ferrario, Fioretti, Forti, Furlanelli, Gaio, Ganassini, Grassi, Guastalla, La Porta, Leanza, Locatelli, Lori, Lupi, Maggi, Maglione, Magrini, Mainardis, Massarelli, Migliau, Montefinale, Mortara, Musatti, Nissim, Oglietti, Pedroli, Pession, Pramaggiore, Prinetti, Ratti, Revessi, Rispoli, Roncaldier, Ruberti, Ruffini, Sacerdoti, Salvini, Sainati, Scotti, Sesini, Settimj, Silva A., Silvestri, Solari, Sordina, Taccani.

1. - Comunicazioni della Presidenza.

Commemorazione dei colleghi scomparsi. — Il Presidente, Prof. Lombardi, commemora i colleghi recentemente scomparsi. Il Marchese **Ferdinando Cusani-Confalonieri** apparteneva da poco tempo al nostro Comitato, ma aveva già avuto numerose occasioni, specialmente duranti i lavori di Stoccolma, di rendere preziosi servizi colla sua grande competenza nei problemi di trazione e colla perfetta conoscenza delle lingue straniere.

L'Ing. **Guido Leone Fano** apparteneva invece al Comitato fin dalle sue origini, e in molteplici occasioni aveva portato importanti contributi di lavoro colla Sua versatilità ed alta competenza in tutti i problemi della elettrotecnica. Egli era attualmente autorevole membro del Sottocomitato Macchine e Impianti, e Presidente del Sottocomitato Regolamentazione Linee. Alle Famiglie di entrambi le nostre commosse espressioni di condoglianza.

Verbale Seduta precedente. — In relazione al regolamento provvisoriamente approvato nella riunione dell'aprile, il verbale dell'ultima seduta fu pubblicato su *L'Elettrotecnica* del 15 maggio 1931, pag. 332. Non essendo pervenute osservazioni nel termine stabilito, il verbale potrebbe ritenersi approvato. L'assemblea acconsente.

Nuovo Regolamento. — Il nuovo regolamento messo in prova ha mostrato finora di rispondere bene alle diverse esigenze. I colleghi che avessero osservazioni sono ad ogni modo invitati a farle prima dell'approvazione definitiva che dovrebbe aver luogo nella seduta primaverile.

2. - Riunioni all'estero.

Comitato di Azione. — Il Prof. Lombardi riferisce su la recente riunione del Comitato di Azione della Commissione Elettrotecnica Internazionale, tenuta a Londra il 17 settembre. Essa ha assunto una eccezionale importanza per le questioni sottoposte al suo esame, e per l'intervento di parecchi Presidenti e Rappresentanti dei Comitati Nazionali, invitati ad assistervi dalla presidenza Generale unitamente ai 5 membri di rito.

L'ordine del giorno portava come argomento fondamentale la riforma del procedimento per l'esame e l'approvazione dei Lavori dei Comitati di Studio, intesa ad assicurare una più rapida evasione delle proposte, ed una sanzione più efficace da parte degli organi centrali. L'esperienza di Roma e di Oslo, dove l'Assemblea plenaria nel 1927 e nel 1930 dovette nominalmente esaminare in un tempo del tutto inadeguato parecchie decine di proposte, elaborate faticosamente dai Comitati singoli, aveva messo chiaramente in evidenza l'irrazionalità del metodo e l'inanità della approvazione accordata, soggetta in parecchi casi a riserve da parte di taluni Delegati, e in ogni caso come ultima istanza alla ulteriore sanzione dei Comitati nazionali con la regola dei sei mesi.

Il Comitato Italiano, per iniziativa dell'Ing. Marco Semenza, aveva già ad Oslo richiamato su di ciò l'attenzione del Consiglio, e proposto che venisse provveduto ad una riorganizzazione della Commissione, concedendo maggiore autonomia ai Comitati di Studio, ai quali soli è da riconoscere la competenza specifica nelle questioni loro affidate, e in correlazione allargandone la compagine e rendendone più continuativo il funzionamento con la nomina di un Ufficio di segretariato e di una Presidenza stabile; le proposte dei Comitati, approvate a maggioranza, avrebbero dovuto sottoporsi al Consiglio od al Comitato di azione per la sanzione definitiva, prima di essere pubblicate come Norme della C. E. I., includendo in questi un rappresentante di ogni Comitato Nazionale.

In senso analogo si era espresso il Dott. Huber-Stockar in rappresentanza del Comitato Svizzero.

L'Ufficio Centrale si è reso diligente, preparando per la Riunione di Londra un ampio rapporto, nel quale i concetti del nostro Comitato vennero in gran parte accolti, e coordinati con i suggerimenti forniti dalla nuova Presidenza e da varii altri Comitati Nazionali, e venne elaborata una proposta organica di riforma, che con piccole variazioni ottenne il suffragio unanime dei presenti, e prossimamente verrà trasmessa in esame a tutti i Comitati Nazionali.

Per l'interesse che il nostro Comitato ha preso alla questione mi ritengo autorizzato ad anticipare su la progettata riforma le notizie seguenti. In deroga della norma attuale il Comitato di Azione dovrà essere nominato in occasione dell'assemblea plenaria, e rimanere in carica fino alla chiusura dell'assemblea successiva. Negli intervalli fra le riunioni del Consiglio avrà competenza a trattare per delegazione di questo le questioni amministrative. Negli intervalli fra le assemblee plenarie avrà competenza a decidere se le proposte dei Comitati di studio, già sottoposte al voto dei Comitati Nazionali, possano o non essere pubblicate come Norme della C. E. I., e riporterà le sue decisioni all'Assemblea plenaria successiva.

Il Comitato d'Azione sarà composto dal Presidente della Commissione, dal Presidente ultimo uscito di carica, dal Segretario Onorario e dal Segretario Generale, e da 6 vicepresidenti, ossia presidenti di Comitati Nazionali. Sarà rinnovato per metà ad ogni nuova Assemblea plenaria. I presidenti dei Comitati Nazionali, che non ne fanno parte, potranno assistere alle riunioni a titolo consultivo, senza diritto di voto. A titolo analogo verranno invitati i Presidenti di quei Comitati di Studio, le cui proposte saranno sottomesse all'esame del Comitato.

Il lavoro tecnico della Commissione resterà affidato ai singoli Comitati di Studio, la cui formazione verrà deliberata dal Consiglio, o dal Comitato d'azione per delega di questo, previa intesa con i Comitati Nazionali, e subordinatamente all'approvazione della maggioranza di essi.

Di ogni Comitato di studio potrà far parte un Delegato di ogni Comitato Nazionale interessato. I Comitati Nazionali, che omettano di dare la loro adesione entro tre mesi dalla comunicazione della costituzione di un nuovo Comitato di Studio, si considereranno non interessati.

I presidenti dei Comitati di Studio saranno nominati dal Presidente della C. E. I., e rimarranno in carica fino all'Assemblea plenaria successiva; essi potranno essere rieletti. Nella loro assenza ogni Comitato di Studio eleggerà un vice-presidente.

Gli Uffici di Segretariato dei varii Comitati di Studio avranno carattere permanente, e saranno affidati dal Consiglio o dal Comitato di Azione a quei Comitati Nazionali, che appariranno più adatti; essi dovranno procedere in stretta collaborazione con l'Ufficio Centrale. Sarà compito loro di mantenere la corrispondenza, di raccogliere dai Comitati Nazionali tutti gli elementi relativi al lavoro del Comitato di Studio, e assicurarne la distribuzione prima di ogni riunione di questo; di coordinare il materiale e preparare le proposte da sottoporre al Comitato medesimo; di redigere i Verbali e compilare i rapporti conclusivi da diramare a tutti i Comitati nazionali per le votazioni.

I Comitati Nazionali che assumono le funzioni di segretariato, ne sopportano di norma le spese, salvo quelle di riproduzione e distribuzione dei rapporti, che potrà incombere all'Ufficio Centrale. Ogni anno per il 1° di luglio ogni segretariato dovrà inviare all'Ufficio centrale una Relazione sui progressi del suo lavoro.

Quando il lavoro di un Comitato di Studio abbia raggiunto tale sviluppo da giustificare una riunione di essa, l'Ufficio Centrale d'accordo con la Presidenza e con i Delegati dei Comitati Nazionali ne farà la convocazione. In generale ogni Comitato di Studio terrà una riunione in occasione delle Assemblee plenarie. L'ordine del giorno verrà diramato almeno un mese prima.

Essendo il lavoro affidato ai Comitati di studio essenzialmente specializzati, è desiderabile che ogni Comitato Nazionale vi sia rappresentato da un delegato di specifica competenza, e possibilmente il medesimo intervenga alle riunioni successive; non si esclude la eventuale assistenza di altre persone in qualità di consulenti od esperti, che non avranno diritto di voto, ma potranno partecipare alla discussione col permesso del Presidente. I Delegati Ufficiali dovranno per quanto è possibile, conoscere a sufficienza le due lingue ufficiali della C. E. I., per non rendere necessaria la traduzione di ogni comunicazione e discussione.

Ogni argomento discusso in adunanza di Comitato formerà oggetto di una proposta formale; se su taluna proposta l'accordo non potesse raggiungersi, potranno enunciarsi proposte subordinate, evitando, per quanto è possibile, di rinviare le questioni puramente e semplicemente ai Comitati nazionali. Bensì potrà il Segretariato in base alle opinioni espresse elaborare una nuova proposta da sottomettere alla loro votazione. Il testo delle proposte definitive, da sottoporre ai Comitati Nazionali sarà compilato da uno speciale Comitato di redazione, e approvato dal Comitato di Studio in apposita riunione. Esso verrà poi senza alcuna modifica dall'Ufficio Centrale trasmesso a tutti i Comitati Nazionali per l'approvazione con la regola dei 6 mesi, il cui termine in circostanze speciali potrà essere abbreviato a 4 mesi.

Il risultato della votazione verrà sottoposto al Comitato d'Azione, il quale deciderà se la proposta del Comitato di Studio, approvata dalla maggioranza dei Comitati Nazionali, possa essere pubblicata come Norma ufficiale della C. E. I. I Comitati Nazionali, che non abbiano fornito contraria risposta entro il termine assegnato, si riterranno favorevoli all'adozione della proposta. Dei Comitati, che sollevassero isolatamente obbiezioni, potrà essere inviato un rappresentante alla riunione del Comitato di Azione per illustrarne le ragioni.

Il Comitato di Azione di norma di adunerà due volte all'anno.

Questo schema organico di riforma ha il pregio di non coinvolgere una modificazione sostanziale dello Statuto, in quanto il Comitato di Azione ha fra i suoi compiti quello di coordinare il lavoro dei Comitati Nazionali e di quelli di Studio.

Salvo le discussioni, che potranno far seguito alla comunicazione ufficiale, il nostro Comitato può compiacersi dell'esito felice della sua iniziativa, ed esprimere fin d'ora un voto di massima circa lo spirito informatore della proposta.

Congresso Internazionale di Elettricità a Parigi, 1932. — La Società Francese degli Elettricisti e quella di Fisica, il Comitato Elettrotecnico Francese e l'Unione dei Sindacati dell'Elettricità sotto gli auspici della Commissione Elettrotecnica Internazionale hanno assunto l'organizzazione di un grande Congresso Internazionale di Elettricità, da tenersi a Parigi nel 1932, destinato a riprendere la tradizione dei grandi Congressi precedenti (Parigi 1881, Chicago 1893, Parigi 1900, Saint Louis 1904), ed a riassumere l'enorme progresso della scienza e dell'industria elettrica nell'ultimo cinquantennio.

La ripartizione dei lavori è progettata in 13 sezioni, ordinatamente riservate:

1ª alla Scienza dell'Elettricità e del Magnetismo;
2ª alle Misure elettriche;
3ª alla Produzione e Trasformazione dell'energia elettrica;
4ª alla Trasformazione e Distribuzione dell'energia elettrica;
5ª alla Trazione elettrica e alle Applicazioni meccaniche;
6ª alla Illuminazione elettrica e alla Fotometria;
7ª alla Elettrochimica ed Elettrometallurgia;
8ª alle Telecomunicazioni per filo;
9ª alla Radioelettricità e alle Radiocomunicazioni;
10ª alla Radiologia ed Elettrofisiologia;
11ª alla Elettricità atmosferica e al Magnetismo terrestre;
12ª alle Applicazioni diverse dell'elettricità;
13ª alle Applicazioni diverse dell'elettricità.

Un programma dettagliato, a cura dei Presidenti preconizzati delle diverse Sezioni, venne già redatto, e contempla per ognuna di esse i principali argomenti da trattare, parecchi dei quali vennero già assegnati a Relatori di speciale competenza.

Fra gli italiani vennero prescelti:

Il Prof. Fermi per lo Stato attuale della fisica del nucleo atomico; l'Ing. Roncaldier per la interconnessione delle grandi reti e lo scambio dell'energia attiva e reattiva; l'Ing. Emanueli per l'evoluzione della Tecnica dei cavi sotterranei; gli Ingg. Cerillo e Focaccia per la messa a terra del neutro nelle reti ad alta tensione; l'Ing. Bianchi per l'evoluzione e lo sviluppo della elettrotrazione a corrente continua in Italia, e per i progressi nella costruzione dei motori per trazione a corrente continua di alta tensione; il Prof. Lori per l'insegnamento dell'Elettricità.

La Presidenza del Comitato Elettrotecnico Italiano è stata invitata dal Presidente del Comitato Francese di organizzazione a costituire in Italia un Comitato di collaborazione, incaricato di studiare la partecipazione italiana al Congresso, e di suggerire i nomi delle Personalità italiane da includere nel Comitato Straniero di Patronato. Entrambe le designazioni vennero da quest'Ufficio preparate d'accordo con la Presidenza Generale dell'A. E. I., e sottoposte alla approvazione del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Esse risultano dai due elenchi seguenti:

Elenco delle Personalità italiane, designate a far parte del Comitato straniero di Patronato del Congresso Internazionale di Elettricità di Parigi del 1932.

1) S. E. Guglielmo Marconi, Senatore del Regno, Presidente della R. Accademia d'Italia e del Consiglio Nazionale delle Ricerche.
2) S. E. Prof. Giancarlo Vallauri, VicePresidente della R. Accademia d'Italia, Presidente del Sottocomitato per la Costruzioni Elettriche nel Consiglio Nazionale delle Ricerche.
3) On. Prof. Antonio Garbasso, Senatore del Regno, Vice Presidente della R. Accademia dei Lincei.
4) On. Prof. Orso Mario Corbino, Senatore del Regno, Presidente del Comitato Superiore di Sorveglianza su le Radioaudizioni.
5) On. Antonio S. Benni, Deputato al Parlamento, Presidente della Confederazione Generale dell'Industria.
6) On. Ing. Giacinto Motta, Deputato al Parlamento, Presidente della Unione Nazionale Fascista delle Industrie Elettriche.
7) On. Ing. Giangiacomo Ponti, Deputato al Parlamento, Consigliere Delegato del Gruppo idroelettrico telefonico e radiofonico S.I.P.
8) Prof. Ugo Bordoni, Presidente Generale della Associazione Elettrotecnica Italiana.
9) Prof. Quirino Maiorana, Presidente della Società Italiana di Fisica.
10) Prof. Giuseppe Pession, Direttore Generale delle Poste e Telegrafi.
11) Ing. Luigi Velani, Direttore Generale delle Ferrovie dello Stato.
12) Conte Ing. Luigi Cozza, Presidente del Comitato per l'Ingegneria nel Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Elenco delle persone designate a costituire il Comitato Italiano di Organizzazione del Congresso Internazionale di Elettricità di Parigi del 1932.

1) Prof. Luigi Lombardi, Presidente del Comitato Elettrotecnico Italiano - *Presidente.*
2) Prof. Angelo Barbagelata, Segretario Generale dell'Associazione Elettrotecnica e del Comitato Elettrotecnico Italiano - *Segretario.*
3) Dr. Prof. Giovanni Di Pirro, Direttore dell'Istituto Superiore Postale Telegrafico.
4) S. E. Prof. Enrico Fermi, Accademico d'Italia.
5) S. E. Prof. Francesco Giordani, Accademico d'Italia.
6) Ing. Giuseppe Bisazza, Presidente della Unione Nazionale delle Aziende Elettriche Municipalizzate.
7) Ing. Alessandro Taccani, Presidente della Sezione Tecnologica della UNFIEL.
8) Padre Giuseppe Gianfranceschi, Presidente della Pontificia Accademia delle Scienze Nuovi Lincei.
9) Prof. Ferdinando Lori ex Presidente Generale dell'Associazione Elettrotecnica.
10) Prof. Giuseppe Sartori ex Presidente Generale dell'Associazione Elettrotecnica.
11) Prof. Oscar Scarpa.
12) Prof. Gino Rebora.
13) Ingegnere Giuseppe Cenzato.
14) » Carlo Clerici.
15) » Luigi Emanueli.
16) » Guido Leone Fano.
17) » Renzo Norsa.
18) » Cristianino Sarli.
19) » Marco Semenza.
20) » Ernesto Vannotti.

Celebrazione di Faraday e venticinquennio della C. E. I. — Il Presidente riferisce pure brevemente sulla celebrazione avvenuta lo scorso settembre del centenario della scoperta di Faraday sulla quale verrà pubblicata quanto prima un'ampia Cronaca su *L'Elettrotecnica*. Accenna pure alla cerimonia per la celebrazione del venticinquennio della C. E. I., risoltasi in una celebrazione del Colonnello Crompton che della C. E. I. stessa può ritenersi il fondatore.

Conférence des Grands Réseaux. — La Presidenza informa che nell'ultima sessione della Conférence, celebrandosi il decennio della istituzione, fu deciso di trasformare l'organizzazione in una Associazione internazionale con membri individuali e collettivi, la quale organizzerà, come per il passato, le riunioni annuali a Parigi. L'Associazione dovrebbe avere in ogni Paese un Comitato corrispondente. Per l'Italia il Consiglio Nazionale delle Ricerche ha deferito al nostro C. E. I. tale funzione. Converrà quindi che i rapporti dei nostri colleghi colla Conférence avvengano pel tramite del Comitato, e in particolare che al nostro Comitato siano trasmesse le adesioni e le domande di iscrizione alla nuova associazione, che si augurano numerose.

3. - Relazione sui lavori dei Sottocomitati.

Prima di dare la parola ai Presidenti dei vari Sottocomitati, il Presidente riassume un rapporto interno della Segreteria della C. E. I. sullo stato di avanzamento dei lavori dei vari Comitati di Studio Internazionali. Le copie di tale documento sono attese da Londra e potranno essere trasmesse ai Presidenti dei singoli Sottocomitati. Si passa quindi alle relazioni dei diversi Sottocomitati.

a) (N. 1) *Comitato di Studio per la Nomenclatura.* — Il Segretariato è affidato al Comitato Nazionale degli Stati Uniti. Il Comitato, dopo la riunione di Stoccolma, è stato diviso in tre sezioni, di cui la prima (Sezione A), presieduta dal Dr. Mailloux, attende alla compilazione del Vocabolario Elettrico Internazionale; la seconda (Sezione B), presieduta dal Prof. Kennelly, è incaricata delle questioni attinenti alle Grandezze e Unità Elettriche e Magnetiche; la terza (Sezione C) di nuova formazione, presieduta dal Prof. Pender, dovrà occuparsi dei simboli letterali e dei segni da applicare per scopi fisici, matematici e di ingegneria.

La Sezione A non si è riunita quest'anno. Una riunione era stata prevista per il mese di marzo, ma venne differita per l'assenza del Presidente. Questi d'altronde fece conoscere che l'*American Institute of Electrical Engineers* aveva costituito sotto la presidenza del Prof. Kennelly uno speciale Comitato per la preparazione di una lista di termini elettrici e definizioni, suddivisa in 15 Sezioni, corrispondenti ai 15 gruppi prestabiliti per il Vocabolario Elettrotecnico Internazionale, e che tale lavoro veniva attivamente perseguito, sì che esso probabilmente potrà essere esaurito verso la fine di quest'anno. In queste condizioni era opinione del Dr. Mailloux che la Sezione A del Comitato per la Nomenclatura avesse interesse di sospendere temporaneamente il suo lavoro, per poter approfittare a suo tempo di quello assai vasto del Comitato americano.

Sta di fatto che questo Comitato, del quale fa parte un centinaio di tecnici e studiosi, particolarmente versati nelle diverse questioni teoriche e pratiche, ha già compilato per una buona parte delle Sezioni l'elenco dei termini e delle definizioni, sottoponendole a un primo e un secondo esame di tutti i componenti, di cui le osservazioni vennero diligentemente vagliate, sì che la raccolta completa, destinata a costituire la prima edizione del Vocabolario americano, offrirà certamente per la redazione del Vocabolario internazionale un materiale prezioso di confronto.

Al questionario del Dr. Mailloux, costituente la Comunicazione N. 3 del Comitato internazione del Vocabolario, e distribuito pochi mesi prima della riunione di Stoccolma, hanno risposto in vario senso 11 Comitati nazionali, sì che il lavoro di coordinamento potrà essere utilmente intrapreso nella prossima riunione della Sezione A, che probabilmente avrà luogo a Parigi in occasione del Congresso dell'anno 1932.

La Sezione B ha tenuto a Londra il 18 settembre u. s. due importanti sedute sotto la presidenza del Prof. Kennelly, per l'esame delle questioni relative ai nomi e alle grandezze da attribuire alle unità magnetiche, le quali, in seguito alle decisioni di Oslo, diedero luogo nella letteratura tecnica e scientifica a molte discussioni. Vennero anche trattate poche altre questioni affini.

A base della discussione venne assunto il memoriale diramato dal Comitato americano nello scorso febbraio, intorno al quale parecchi Comitati Nazionali, e segnatamente quelli di Francia, Germania, Italia, Olanda, Rumenia, Russia, Spagna, Stati Uniti e Svezia, avevano in precedenza formulato le loro osservazinoi e presentato rapporti elaborati.

La brevità del tempo ha disgraziatamente impedito al Comitato di esaminare una ad una queste osservazioni e controproposte con tutta la ponderatezza che sarebbe stata desiderabile, e di trovare sopra di esse un accordo soddisfacente. Parecchie questioni dovettero perciò differirsi, riservandone l'esame ulteriore al Comitato stesso ed ai Comitati Nazionali parecchi dei quali, a mezzo dei loro Delegati, dichiararono di non averne potuto in tempo eseguire lo studio approfondito.

A grande maggioranza vennero confermate le decisioni di Oslo circa le unità magnetiche assolute del sistema *C. G. S.* e le loro denominazioni, non avendo la proposta subordinata del Comitato Italiano, appoggiata da quello Olandese, di trasferire i nomi personali colà adottati alle unità pratiche corrispondenti, e di derivarne quelli delle unità assolute col prefisso *ab* suggerito dagli americani, incontrato la generale approvazione. Sotto questo riguardo i nomi di *gauss* e *maxwell* per le unità assolute di induzione e di flusso, e quelli di *oersted* e *gilbert* per le unità assolute di forza magnetica e di forza magnetomotrice, potranno d'ora in poi considerarsi come definitive.

Circa l'ordine da seguire nella definizione delle unità magnetiche, derivandole dal concetto delle masse magnetiche o dalle azioni elettromagnetiche delle correnti, non fu possibile l'accordo, essendosi manifestati in numero eguale i voti per l'uno e per l'altro sistema.

La questione dei nomi eventuali, da attribuire alle unità magnetiche del sistema pratico, venne riservata ad uno studio ulteriore dei Comitati nazionali, in occasione del quale potrà essere esaminata la opportunità di abbandonare per l'unità pratica di flusso di induzione il nome di *pramaxwell*, provvisoriamente accettato ad Oslo, per sostituirlo col nome personale di uno scienziato (Weber).

Circa la opportunità di razionalizzare il sistema di unità elettromagnetiche, sopprimendo il fattore 4π nell'espressione della forza magnetomotrice e trasferendolo al denominatore della riluttanza, nemmeno fu possibile trovare l'accordo, avendo la Francia, l'Italia e l'Olanda votato a favore della conservazione di esso, la Germania, l'Inghilterra, gli Stati Uniti e la Svezia in senso contrario, ed essendosi la Norvegia e la Polonia astenute.

Venne approvata la proposta italiana di caratterizzare la induzione e la forza magnetica mediante le loro espressioni differenziali in relazione al flusso e alla forza magnetomotrice; $B = d\varphi/d S$ ed $H = d F/d l$ per ricordarne il carattere vettoriale.

In merito alla seconda proposta americana, di normalizzare la rappresentazione delle potenze nei diagrammi, attribuendo a quella reattiva d'induzione la precessione di 90° su quella reale, quando non è fatto esplicito riferimento ad una opposta condizione, il Comitato ha riconosciuto la opportunità che una convenzione internazionale sia adottata; ma, in vista delle contrarie opinioni manifestatesi in seno allo stesso Comitato americano circa i versi da attribuire di preferenza alla potenza induttiva ed a quella capacitiva, a seconda che il riferimento è fatto nel tracciamento del diagramma alle impedenze od alle ammettenze, la questione venne riservata ad un ulteriore esame, cui preluda una proposta definitiva del Comitato predetto.

La 3ª proposta americana per l'adozione dei prefissi *ab* e *stat* a caratterizzare i nomi delle unità assolute, derivati da quelli delle corrispondenti unità pratiche, non incontrò l'appoggio della maggioranza.

Non venne adottata alcuna deliberazione circa la proposta del Comitato tedesco, di attribuire il nome di *Siemens* alla unità pratica di conduttanza elettrica in luogo del *mho*, da molti adoperato, non avendola parecchi Comitati preliminarmente esaminata.

Essendo venuta a conoscenza del Comitato la recente costituzione di una speciale Commissione per le unità, i simboli e la nomenclatura da parte della Unione internazionale di fisica pura e applicata, di cui è presidente Sir R. Glazebrook e segretario il Prof. Abraham, un voto unanime venne espresso per ottenerne la collaborazione con la Commissione Elettrotecnica Internazionale nello studio delle questioni relative alle grandezze e unità elettriche e magnetiche.

Vallauri chiede se il Comitato di Studio si è occupato del nome di Hertz per l'unità di frequenza. Lombardi risponde che il Sottocomitato non ha potuto occuparsene.

b) (N. 3) *Simboli.* — Il Prof. Sartori ricorda che il Sottocomitato ha curato la nuova edizione dei simboli nazionali, comparsa recentemente nel supplemento dell'Annuario, e che attualmente attende nuove comunicazioni dalla Segreteria Internazionale.

Barbagelata comunica che proprio in questi ultimi giorni sono giunte le proposte per i Simboli relativi alle correnti deboli, che potranno essere quanto prima distribuite ai membri del Sottocomitato.

c) (N. 7) *Alluminio.* — Nell'assenza del Prof. Grassi, Presidente e del Segretario Pramaggiore, la Presidenza ricorda come il Sottocomitato abbia proseguito nelle sue ricerche, come risulta dall'allegato rapporto trasmettendone un breve riassunto alla Segreteria Internazionale.

d) (N. 12) *Radiotrasmissioni.* — Nell'assenza del Presidente Pession e del Segretario Montefinale, il Presidente riferisce sui lavori compiuti da uno speciale Sottocomitato, costituito a richiesta del Comitato Superiore di Vigilanza su le radioaudizioni per la elaborazione delle norme di protezione contro i disturbi portati dagli impianti elettrici alle radiotrasmissioni, e informa come il Colonnello Sacco abbia redatto un pregevolissimo schema che verrà reso noto quanto prima, e che è degno del plauso del Comitato.

e) (N. 18) *Norme di bordo.* — Il Prof. Rebora informa che i lavori per la nuova edizione delle Norme sono a buon punto, e che certamente entro l'anno potrà essere pubblicato il nuovo schema. Il Presidente Lombardi raccomanda di affrettare al massimo i lavori per prevenire il lavoro internazionale che è ancora assai arretrato, e che potrebbe assai utilmente basarsi sulle nostre Norme nazionali.

f) (N. 9) *Materiale di Trazione.* — Nell'assenza dell'Ing. Marco Semenza, il Presidente comunica la seguente lettera:

Illustre Professore,

Scusando la mia assenza, credo opportuno di inviarLe queste brevi note per informarLa dell'andamento dei lavori del Sottocomitato materiali di trazione, da me presieduto.

Come Ella ricorderà, in seguito alla riunione di Stoccolma dello scorso anno erano rimaste in sospeso alcune questioni relative alla approvazione delle decisioni prese nelle sedute del Comitato Misto di trazione elettrica, tenutasi a Bruxelles nel maggio dell'anno scorso. Su queste questioni rimaste in sospeso a Stoccolma si sono interpellati tutti i vari Comitati Nazionali, ciascuno dei quali doveva mandare le proprie risposte entro il 31 marzo di quest'anno. Purtroppo a questa data nessuna risposta era arrivata, di modo che la prevista riunione del Comitato di studio n. 9 per la trazione elettrica, che doveva tenersi a Bruxelles nel mese di giugno, è stata rinviata alla fine di ottobre, e precisamente ai giorni 26 e 27, sempre a Bruxelles.

Nel frattempo sono giunte le risposte della grande maggioranza dei Comitati Nazionali, ed esse a cura del Segretariato sono state distribuite così da dare a tutti i Comitati gli elementi necessari per la discussione.

Nei giorni 28 e 29 poi è convocata pure a Bruxelles una seconda riunione del Comitato misto di trazione elettrica, del quale, come è noto, fanno parte, oltre ai rappresentanti del C. E. I. anche rappresentanti dell'U. I. C. F. e dell'U. I. T. In questa riunione si dovrebbe chiudere la prima parte dei lavori con l'approvazione definitiva di quanto stabilito a Bruxelles l'anno scorso.

Tuttavia è a conoscenza dei vari Comitati Nazionali del C. E. I. che, da parte dell'U.I.C.F., si proporranno modifiche sostanziali ad alcuni punti già concordati a Bruxelles. Di queste modifiche è giunta conoscenza in via ufficiosa al nostro e ad altri Comitati, ma la comunicazione ufficiale non è stata fatta finora, e quindi non poteva di esse proposte essere tenuto conto nelle sedute del nostro Sottocomitato e degli altri Sottocomitati Nazionali.

Di conseguenza questo documento potrà venire esaminato nella migliore delle ipotesi, ove avvenga una comunicazione ufficiale di esso, nelle sedute del Comitato di Studio n. 9 dei giorni 27 e 28 ottobre p. v. e conseguentemente anche nelle successive riunioni del Comitato misto, a cui probabilmente i rappresentanti dell'U. I. C. F. riferiranno su questo argomento.

Queste proposte di modifiche avranno quindi come conseguenza probabile il rinvio di ogni decisione definitiva sulle norme considerate dal Comitato misto, con che, evidentemente ogni pubblicazione di norme definitive verrà rinviata ad altre sedute avvenire.

Di altri argomenti è stato iniziato lo studio, e precisamente riguardo all'estensione delle norme ora esistenti alle macchine per trazione installate negli impianti fissi, ai raddrizzatori a vapori di mercurio, ecc.

Questo lavoro è in corso, e, come per i casi precedenti, è stato impostato sulla necessità di avere una preparazione notevole di dati pratici e di esercizio prima di comunque iniziare l'estensione di norme.

Mi spiace di non essere in condizione di darLe ulteriori notizie, e mi riservo di riferirLe per esteso dopo le sedute di Bruxelles, alle quali interverranno parecchi dei membri del nostro Sottocomitato.

Come è noto, le sedute del Comitato di studio n. 9 saranno presiedute a Bruxelles dal sottoscritto, e le sedute del Comitato misto probabilmente dal Sig. Perldier, rappresentante della Francia per conto della C. E. I.

Prima di chiudere queste righe desidero di ricordare a Lei ed ai Colleghi la memoria di uno dei Membri del Sottocomitato materiali di trazione recentemente scomparso, il Marchese Ferdinando Cusani Confalonieri, che fu nominato a far parte del nostro Sottocomitato l'anno scorso. Egli ebbe, purtroppo, poche occasioni di incontrarsi coi nostri colleghi e prendere parte ai nostri lavori; tuttavia Egli portò alla Riunione di Stoccolma dell'anno scorso una nota di competenza e di buon senso notevolissimi. Egli era di una modestia esemplare e di una bontà eccezionale, ed aveva una conoscenza dei problemi tecnici, specialmente tramviari, insuperata.

Coloro che gli erano amici, come il sottoscritto e tutti i Membri del Sottocomitato, ne piangono la scomparsa e ricordano la Sua memoria a tutti coloro che di questi problemi si occupano. Lascia come traccia del Suo ingegno il grande lavoro fatto quale consulente per la ricostituzione del servizio tramviario di Milano, nonchè per tutti i problemi di segnalazioni stradali e ferroviarie. In un altro campo la sua attività si svolse con grande successo, e fu quello della tecnica dello spegnimento degli incendi, ramo praticamente trascurato dalla maggioranza dei tecnici.

Voglia, Illustre Professore, gradire i sensi della mia più alta considerazione.

MARCO SEMENZA.

g) (N. 2) *Macchine.* — Il Presidente Morelli comunica le seguenti notizie sull'andamento dei lavori del Sottocomitato:

A) *Radiotrasmissioni.* — Il nostro Sottocomitato, in ossequio al contenuto della circolare 29 gennaio 1930 del *Comitato Superiore di Vigilanza sulle Radiodiffusioni,* ed alla lettera del *Sottocomitato Radiotrasmissioni del C. E. I.* del 19 giugno 1930, ha, con sua lettera del 28 maggio 1931, previo esame dei vari documenti inviatigli e dei risultati di molte esperienze fatte all'estero ed in Italia, comunicato le sue osservazioni circa i criteri da seguire per la compilazione delle *Norme contro i disturbi alle radioaudizioni.* Essenzialmente il nostro Sottocomitato fece osservare quanto segue: 1° Che fonte non trascurabile sono gli apparecchi riceventi a reazione, e gli stessi impianti interni coi loro interruttori, i campanelli elettrici e tutti i motorini a collettore ed accessori, adottati nelle applicazioni elettrodomestiche, negli ascensori e in molti servizi delle centrali; le tranvie, con le scintille all'archetto, col campanello ed il motocompressore, come pure le insegne luminose, in date condizioni, sono fonte di disturbi. 2° Invece il *macchinario elettrico ordinario più diffuso a corrente alternativa, senza commutazione delle centrali nelle industrie e nelle cabine elettriche non dà disturbo.* Occasionano invece disturbi, *in cattive condizioni di commutazione,* le macchine a corrente continua ed anche quelle a corrente alternativa con commutatori. Una ottima protezione si avrebbe adottando per questi casi solo macchine blindate; ma, sia perchè è una soluzione antieconomica, sia perchè si possono sempre applicare utilmente i complessi capacità-induttanza, sia infine perchè i disturbi recati dal macchinario elettrico sono trascurabili rispetto ad altri molto più preoccupanti, il nostro Sottocomitato conclude che: «*Non si ritiene nè opportuno, nè necessario per ora dettare Norme Speciali per la costruzione del macchinario elettrico, poichè nel suo funzionamento normale e regolare, non è la fonte dei disturbi che ostacolano le radiodiffusioni*».

B) *Norme Internazionali.* — Nel nostro Rapporto a Trieste del settembre 1930 ed in quelli inviati da Londra (RM. 78; (Secr.) 217) è dato l'Elenco di *venti questioni,* che, in conformità ai deliberati delle riunioni di Stoccolma ed Oslo del luglio 1930, la *Commissione Elettrotecnica Internazionale* ha sottoposto all'esame dei Comitati Nazionali; esse riguardano essenzialmente l'*eccesso di coppia dei motori,* le sopraelevazioni di temperatura dei *supporti,* la lista delle indicazioni per le *ordinazioni,* la misura termometrica nel *punto più caldo,* il *servizio intermittente,* la classificazione dei *materiali isolanti,* i *fili smaltati,* le varie *tolleranze,* le *misure dielettriche a massa e fra spire,* i *passanti,* la misura del *rendimento* e delle perdite, gli *spinterometri,* l'analisi della *forma di onda di tensione,* i metodi *di protezione del macchinario,* la *corrente istantanea di corto circuito,* le *prese sui trasformatori,* la *corrente di carico* dei trasformatori.

La Presidenza, in un suo Rapporto del 10 luglio 1931 diramato ai Colleghi del Sottocomitato, ha riassunto lo stato attuale delle discussioni internazionali sulle varie questioni elencate, e quindi, data la mole e la varietà di esse, in base ad opportuna proposta del Prof. Barbagelata, profittando della speciale compentenza dei Colleghi, ha suddiviso fra di essi lo studio approfondito di quanto è stato fatto e proposto in Italia ed all'Estero in merito ai singoli quesiti; con una diligenza veramente encomiabile e di cui dobbiamo essere grati, i *Colleghi hanno esaurientemente riferito, e le loro Relazioni,* scambiate fra tutti, hanno formato oggetto di discussione; la presidenza ha rinnovato ora l'invito a ciascuno dei Relatori, di voler *trasmettere la nota riassuntiva e la conclusione del loro lavoro,* onde raccogliere dalle fonti competenti il materiale necessario alla compilazione del *Rapporto Ufficiale* del nostro Comitato Italiano alla I. E. C. a Londra. Prossimamente verrà riunito a Milano il Sottocomitato per le ultime discussioni e deliberazioni relative.

C) *Norme Nazionali.* — Il lavoro del Sottocomitato nelle sue riunioni del gennaio, aprile e luglio 1931 e per corrispondenza, è stato finora principalmente rivolto alla *revisione della Edizione* 1927-28 delle Norme Nazionali, revisione ormai urgente, sia per mettere queste *in accordo colle ultime Norme Internazionali* approvate nel 1930 ad Oslo, sia *per riordinarle completamente.*

Infatti, su opportuna proposta dell'Ing. Vannotti, si è deciso di ordinare le nostre Norme in conformità di quanto è da tempo fatto nelle Norme Americane ed in quelle Internazionali, separando la parte generale da quella relativa alle macchine elettriche propriamente dette, e da quella dei trasformatori; ogni parte può così rivedersi e svilupparsi indipendentemente dalle altre e potranno in seguito aggiungersi altre parti speciali ed importanti relative al materiale di trazione, ad accessori, ecc. senza dover ritoccare tutto il complesso.

Per tale ingente lavoro di riordino e completamento, abbiamo ancora una volta ricorso alla competenza e buona volontà di alcuni Colleghi (Barbagelata, Vannotti, Correggiari, Colombo, Palestrino, Rebora (i quali, dopo parecchie riunioni in Sotto Commissione, hanno presentato una *prima bozza* con allegato un diligente rapporto sulle varianti dei singoli articoli; il tutto venne fatto circolare fra i Colleghi, e quindi, raccolte le osservazioni, venne compilata la *seconda bozza* che ora presentiamo al Comitato, raccomandandola per la pubblicazione su *L'Elettrotecnica;* trascorso il termine stabilito, vagliate tutte le varianti che verranno proposte, confidiamo di poter fra alcuni mesi presentare per le ultime approvazioni il Testo definitivo.

h) (N. 13) *Strumenti di misura.* — Il Presidente *Barbagelata* informa che il Sottocomitato ha nella sua ultima riunione definito lo schema di Norme nazionali per i trasformatori di misura, schema che potrà essere pubblicato nel prossimo mese su *L'Elettrotecnica* e sulla *Energia Elettrica* per la preliminare discussione in previsione dell'approvazione definitiva. Informa che in pari tempo si è avviato il lavoro per le norme relative ai contatori. Nel campo internazionale poco si è fatto, attendendosi sempre le comunicazioni della Segreteria Internazionale.

i) (4) *Motori Primi Idraulici.* — Il Presidente *Rebora* informa che il Sottocomitato ha per il momento esaurito il suo lavoro in quanto che, con l'approvazione del Consiglio Generale dell'A. E. I. e con quella già avvenuta dal Consiglio della Unfiel, le Norme Italiane sui Motori Primi Idraulici sono oggi diventate definitive.

l) (5-19) *Motori Primi Termici.* — Il presidente *Anastasi* comunica che, sulla base degli ultimi documenti internazionali diramati

dalla Segreteria, sarà possibile accingersi al lavoro su le norme nazionali per i motori a vapore. Più arretrato invece anche in campo internazionale è il lavoro relativo ai motori a scoppio.

m) (8) *Tensioni normali.* — Il Presidente *Del Buono* comunica che il Sottocomitato continua i suoi lavori per la revisione delle norme nazionali degli isolatori.

n) *Impianti.* — Il Presidente *Ferrerio* informa che, in una recentissima seduta, il Sottocomitato ha definito lo schema di Norme per gli impianti nei teatri e negli altri locali di pubblica riunione. Lo schema potrà essere assai presto pubblicato su *L'Elettrotecnica* e sulla *Energia Elettrica.*

o) (11) *Regolamentazione Linee.* — Con la scomparsa del compianto Ing. Fano il Sottocomitato ha perduto il suo Presidente. Il Comm. Jacobini riferisce pertanto sullo stato dei lavori, e informa che il Sottocomitato sta raccogliendo notizie sulle più importanti linee elettriche italiane per trasmetterle alla Segreteria internazionale.

p (*Cavi e Conduttori isolati.* — Nell'assenza del Presidente Palestrino il Segretario informa che anche questo Sottocomitato di studio ha temporaneamente esauriti i suoi lavori con l'approvazione definitiva, testè avvenuta da parte del Consiglio della Unfiel e dell'A. E. I., delle norme per i Cavi.

q (10) *Olii.* — Il Presidente *Ghetti* comunica:

Nella Riunione Plenaria del Comitato del settembre scorso, a Trieste, fu data relazione dell'opera svolta dal nostro Sottocomitato Olii, con particolare riferimento ai lavori e alle decisioni prese nella Riunione Internazionale di Stoccolma del luglio 1930.

Fu anche esposto il programma dei lavori che, in relazione ai deliberata di tale Congresso, erano affidati al nostro Sottocomitato, il quale, insieme con la Francia, l'Inghilterra, la Svezia e la Germania, era stato chiamato a designare il suo Rappresentante nel Sottocomitato Internazionale, nominato per studiare e proporre i metodi di prova e gli apparecchi da adottare nelle trattazioni internazionali.

Il detto Sottocomitato, di cui fa parte per l'Italia il nostro Collega Dott. Prof. O. Scarpa, preparò subito nelle sue linee generali il programma dei lavori, riflettenti essenzialmente la prova di ossidazione e la determinazione della viscosità. Fu anche stabilito come centro di collegamento il Sig. H. Weiss, Direttore della Scuola Superiore del Petrolio a Strasburgo.

Nella successiva Riunione del Comitato dell'aprile scorso, alla quale il sottoscritto non potè intervenire, fu assai brevemente riferito circa i lavori che, d'altro lato, erano allora appena iniziati. Riteniamo pertanto opportuno di riferirne ora, sia in riguardo alla attività svolta nel campo internazionale dalla C. E. I. sia in riguardo ai lavori di carattere interno e precisamente alla revisione delle Norme nazionali degli olii.

In riguardo al lavoro di carattere internazionale che si connette coi deliberata del Congresso di Stoccolma, in una riunione tenuta nel marzo scorso fra alcuni membri del nostro Sottocomitato, e con l'intervento del Comm. Jacobini, delle Ferrovie dello Stato, fu fissato nei suoi dettagli il programma da svolgere e fu disposto per la sua attuazione.

In relazione alle direttive date dalla Commissione Internazionale dei Cinque, secondo le quali le prove della ossidazione si sarebbero dovute fare in Italia, usando la stufa della Ditta Pirelli, ideata dall'Ing. Emanueli, si ritenne opportuno che esse fossero eseguite almeno in tre Laboratori distinti da diversi sperimentatori, naturalmente sugli stessi campioni, che sarebbero stati forniti dal Laboratorio di Strasburgo, e con le istruzioni date dalla sopradetta Commissione Internazionale.

La Ditta Pirelli aderì molto generosamente, non solo ad eseguire nel suo Laboratorio una serie di tali prove, ma anche a fornire due stufe, una destinata all'Istituto Sperimentale delle Ferrovie dello Stato, e l'altra al Laboratorio delle Scuole di Elettrochimica del Politecnico di Milano, diretta dal Prof. Scarpa.

Il Comm. Jacobini si assunse l'incarico di ottenere l'adesione delle Ferrovie dello Stato, e infatti ricevemmo conferma di tale adesione nel maggio scorso, con lettera del Direttore Generale delle Ferrovie e con lettera del Direttore dell'Istituto Sperimentale Comm. Ing. Forte. A tutti questi Enti e Persone vanno i nostri più vivi ringraziamenti.

Intanto, nel Laboratorio della Ditta Pirelli si stavano mettendo a punto le stufe, che dovevano essere modificate nel regolatore di temperatura, e la loro consegna sarebbe avvenuta alla metà del mese scorso se l'incidente di un incendio, avvenuto mentre si stavano provando, non le avesse distrutte.

La Ditta sta provvedendo a mettere a punto due nuovi termostati, ed ha comunicato che potrà consegnare entro la metà del mese prossimo, sia quello destinato alle Ferrovie sia quello destinato al Prof. Scarpa.

Intanto in questi giorni il Prof. Scarpa si trova a Strasburgo per prendere accordi col Prof. Weiss per le modalità delle prove e per gli invii dei campioni di olio. Riteniamo pertanto che il lavoro potrà quanto prima essere praticamente iniziato.

Per quanto riguarda le prove di determinazione della viscosità, queste procedono normalmente nel Laboratorio di Elettrochimica del Politecnico di Milano, per cura del Prof. Scarpa.

In riguardo alle « Norme per la fornitura e il controllo degli Olii per trasformatori e Apparecchi elettrici », come è noto sono tuttora vigenti quelle compilate dal Comitato Elettrotecnico Italiano nel 1925.

Per la loro revisione la U.N.F.I.E.L., d'accordo con la A. E. I., ha preso l'iniziativa, nominando una piccola Commissione, formata fra i membri del nostro Sottocomitato, e precisamente dai Colleghi Ing. Crivellari, Faleti, Giorgi e La Porta, e chiamando a presiederla il sottoscritto per la sua analoga funzione nel Sottocomitato Olii.

A tale Commissione si credè opportuno in seguito di aggregare l'Ing. Vannotti ed il Prof. Scarpa, e si ebbe la efficace collaborazione di esperti come il Dottor Bottaro.

Dopo molte sedute e discussioni, venne formulato uno schema di proposte di modifiche, che fu inviato a tutti i Colleghi del Sottocomitato per le loro osservazioni.

Risposero facendo osservazioni e proposte, i Colleghi Ing. Vannotti e Prof. Fachini e in base a tali osservazioni e proposte la Commissione compilò un nuovo schema di proposte, inviato qualche giorno fa a tutti i membri del Sottocomitato.

Tale schema ha già ottenuta l'approvazione della Commissione Macchinario Idraulico ed Elettrico ed Applicazioni Elettriche della U.N.F.I.E.L., e diventerà per noi definitivo dopo l'approvazione del nostro Comitato convocato appunto oggi a tale scopo.

In seguito si dovrà portarlo alla ratifica del Comitato Esecutivo della U.N.F.I.E.L. e del Consiglio Generale della A.E.I.

r) (17) *Interruttori.* — Il Presidente *Cenzato* informa dei lavori del Sottocomitato:

Il Sottocomitato, costituito nel marzo 1930 e composto inizialmente di otto membri, nel suo primo anno di attività, attraverso sei riunioni di cui una internazionale, ha svolto un lavoro essenzialmente preparatorio, raccogliendo elementi e sviluppando studi e discussioni indispensabili per il programma successivo: il fatto più notevole della prima annata è stata l'adesione e la partecipazione al Congresso di Stoccolma, dal quale sono risultate alcune definizioni importanti intorno alle caratteristiche degli interruttori, definizioni che sono state assunte come base per i lavori in corso.

Nel secondo anno il Sottocomitato, ampliato con la nomina di altri due membri, è entrato nella fase, dirò così, esecutiva, giungendo già alla metà del mese di luglio scorso alla compilazione di una bozza di Norme per la ordinazione, la costruzione e il collaudo degli interruttori. Tale bozza è stata stesa per opera essenziale di quattro membri appositamente designati, di cui un esercente e tre costruttori, particolarmente competenti ed attivi, i quali sono arrivati allo scopo loro fissato attraverso numerose riunioni parziali, e scambi di vedute con colleghi italiani e stranieri specialmente esperti dell'argomento. La bozza di Norme in questione, che costituisce il lavoro principale del nostro Sottocomitato, è stata diramata a tutti i membri del Sottocomitato stesso, i quali sono stati invitati a trasmettere le loro osservazioni scritte. Prossimamente verrà convocato il Sottocomitato, affinchè in una o più riunioni venga detta bozza discussa verbalmente, dopo di che potrà essere stesa la bozza definitiva, che verrà presentata alla Presidenza Generale del C.E.I.; si spera di arrivare a ciò prima della fine del secondo anno di vita per utilizzare il terzo anno del nostro mandato a perfezionare le Norme stesse, e ad eseguire alcuni studi particolari attinenti all'argomento principalissimo tra i quali quello del calcolo delle correnti di corto circuito.

Credo opportuno fin d'ora comunicare che le Norme in gestazione sono basate sul concetto fondamentale di determinare le caratteristiche dell'interruttore per mezzo della esperienza di laboratorio, scartando quindi sia i metodi teorici, pel mancato accordo degli autori sulla interpretazione del fenomeno dell'arco, sia i metodi empirici; in via del tutto transitoria, in attesa di un laboratorio di prove nazionale, per non danneggiare le Ditte costruttrici che non hanno il mezzo di servirsi di laboratori di prova esteri, si è proposto di contrassegnare le grandezze ricavate dalle prove per distinguerle da quelle ricavate altrimenti. Tuttora sono in discussione le modalità per l'applicazione del detto temperamento, inteso a tutelare i legittimi interessi di tutte le parti.

La costruzione di un laboratorio di prova, che sola può dare vero valore alle norme in preparazione, dovrebbe dunque essere validamente propugnata ed avviata ad una pratica realizzazione.

4. - Bilanci.

Il Segretario ricorda che i bilanci devono essere presentati e approvati nella riunione primaverile. Informa intanto che, in seguito all'iniziativa della Presidenza, si è potuto realizzare un discreto aumento nei contributi degli Enti sovventori, sia per l'aumento del 10 % accettato da un buon numero degli antichi sovventori, sia per l'adesione di sovventori nuovi. Complessivamente i contributi annuali superano le L. 37.000, e di esse sono oggi versate oltre L. 31.000.

Le spese sono quest'anno assai limitate, essendosi avute poche riunioni internazionali. La situazione di cassa è perciò migliorata.

Mentre al 1 gennaio 1931 si contava un residuo attivo di L. 28.793,20, al 30 settembre 1931, essendosi verificate L. 34.916,50 di entrate e L. 20.387,55 di uscite, il residuo attivo risultava di L. 43.322,15.

5. - Eventuali.

L'Ing. Giorgi chiede che il Comitato Elettrotecnico si occupi anche delle leghe, oggi largamente entrate nell'uso nella costruzione delle

linee elettriche e ciò ad opra del Sottocomitato dell'Alluminio o di altro Sottocomitato da costituirsi. Il Presidente accoglie le proposte e si riserva di metterla allo studio.

Nessun'altro chiedendo la parola, la seduta è tolta.

Il Segretario
A. BARBAGELATA

* *

ALLEGATO A.

Relazione sulle Misure eseguite nel Laboratorio di Elettrochimica ed Elettrometallurgia del R. Politecnico di Milano, per determinare la resistività elettrica dell'Alluminio trafilato, ricotto secondo le indicazioni della C. E. I.

I campioni sperimentati provengono dalle Società: Trafilerie e laminatoi di metalli, Metallurgica Giacomo Corradini e Stabilimento Delta (Ansaldo).

Di ognuno di questi campioni, scelti a caso fra quelli già inviati dalle suddette Società per la determinazione della resistività elettrica media dell'alluminio crudo prodotto in Italia (di cui la mia precedente relazione), fu eseguita la misura della resistenza elettrica allo stato crudo e fu ripetuta dopo la ricottura adoperando, per la misura della resistenza elettrica, il metodo e gli apparecchi già descritti nella precedente relazione.

Il forno di ricottura fu costruito su mio progetto, in questo laboratorio; esso permette di ricuocere contemporaneamente più di cento fili alle temperature indicate dalla C. E. I., mantenendo la temperatura costante per tutto il tempo desiderato entro a un grado C.

La lunghezza della camera di ricottura (che è di forma cilindrica) è di cm 150 e permette quindi di ricuocere fili diritti lunghi più di un metro. La temperatura è praticamente uniforme lungo tutta la regione della camera che è occupata dai fili.

Il raffreddamento dei fili fu fatto avvenire, secondo le indicazioni della C. E. I., estraendoli dal forno appena finito l'esatto periodo di ricottura, disponendoli su cartone di amianto non serrati in pacchetto, e lasciandoli esposti all'aria ambiente, alla temperatura media di 15°.

Per quanto riguarda la scelta e la natura dei fili e le condizioni della ricottura, furono rigorosamente osservate le norme stabilite dalla C. E. I., quali risultano dall'annesso a pag. 3 del Bollettino R. M. 74; che stabilisce in particolare quanto segue:

« *Ogni paese dovrà prendere 300 campioni di filo di alluminio crudo conformi alla specificazione internazionalmente accettata* (cioè corrispondenti per quanto riguarda la resistività e il carico di rottura alla definizione dell'alluminio crudo data nel Bollettino R. M. 82).

« *I campioni dovranno essere di preferenza di diametro differente, scalato sui diametri usuali di ogni paese.*

« *Ogni serie di 100 campioni sarà ricotta alle temperature centigrade* :

250 ∿ 270, 300 ∿ 320, 380 ∿ 400.

« *Per ogni temperatura 50 campioni saranno ricotti durante un'ora e 50 durante quattro ore.*

« *Dopo la ricottura i campioni saranno raffreddati lentamente all'aria* ».

L'unica variazione a queste norme fu da me fatta per quanto riguarda il numero di campioni di cui fu misurata la resistenza elettrica dopo la ricottura, poichè tendendo tale misura alla determinazione del valore più probabile che si deve assegnare alla massima conduttività raggiunta dai fili di alluminio crudo dopo le ricotture eseguite nelle condizioni stabilite dalle dette norme, mi sembrò ragionevole (per aumentare la precisione dei risultati) aumentare il numero dei campioni ricotti nelle condizioni che risultano più adatte a tale scopo (ricottura di 250° per 4 ore), a scapito del numero di campioni ricotti nelle condizioni che risultano non adatte; e ho creduto inoltre conveniente, eseguire gli esami, ricuocendo 60 campioni anche a una temperatura inferiore a quelle stabilite (a 210°) per maggiormente delimitare il campo delle temperature di ricottura che portano l'alluminio (del tipo assegnato) all'optimum di conduttività elettrica.

D'altro canto cambiamenti nel numero dei fili provati furono fatti anche dai Comitati Tedesco e Francese; così ad esempio il Comitato Tedesco sperimentò solo cinque campioni alla temperatura di 250° per quattro ore, mentre queste condizioni risultarono *optimum* anche al detto Comitato, e il Comitato Francese sperimentò per ogni condizione soltanto 30 fili, invece dei cinquanta stabiliti dalle norme.

Delle ricerche eseguite dai diversi Comitati Nazionali si conoscono fin'ora soltanto i risultati presentati a Stoccolma dai Comitati Francese e Tedesco; mentre in una riunione tenuta a Liegi alla metà del giugno decorso (alla quale il Comitato Italiano per l'Alluminio non fu invitato, poichè non constava alla C. E. I. che esso fosse ancora costituito) con intervento di rappresentanti dei Comitati: Tedesco, Francese, Inglese, Svizzero, fu proposto che la resistività elettrica dell'alluminio ricotto misurata alla temperatura di 20° C fosse stabilita in 2,781 microohm cm., cioè la conduttività fosse posta eguale al 62 % di quella del rame campione.

Ricordo che la resistività dell'Alluminio crudo fu invece stabilita dalla C. E. I. in 2,845 microohm cm. a 20°; e quindi la corrispondente conduttività relativa al rame campione in 60,6 %.

Dall'esame dei rapporti presentati alla riunione di Stoccolma (giugno 1930) della C. E. I. risulta che il comitato Francese sperimentò (dopo ricottura di una e di quattro ore) soltanto su

30 campioni dopo ricottura a 260°
30 » » » » 310°
30 » » » » 390°

e quello tedesco sperimentò (dopo ricottura di una e di quattro ore) su

5 campioni dopo ricottura a 250°
50 » » » » 290°
50 » » » » 322°-325°
50 » » » » 381°-385°

Risulta inoltre che i detti comitati non determinarono le resistività dei medesimi fili (soggetti all'esperimento) prima e dopo la ricottura, ma soltanto quelle dopo ricottura; di modo che essendo limitato il numero dei fili soggetti allo esperimento, il valor medio dei risultati così ottenuti può non coincidere con il valore più probabile, e ciò perchè da tutte le precedenti ricerche risulta la variabilità delle resistività posseduta dai diversi campioni di filo d'alluminio crudo (vedi ad esempio i diagrammi esposti nel mio precedente rapporto, e quelli esposti nei rapporti di tutti i comitati esteri).

Per meglio caratterizzare il valore che si deve assegnare alla resistività dell'Alluminio ricotto secondo le norme della C. E. I., senza dover eseguire le misure su molte centinaia di campioni ricotti nelle condizioni di *optimum*, io ho creduto necessario di eseguire per ogni filo, le misure di resistenza prima e dopo la ricottura, tenendo conto delle variazioni di densità e di lunghezza onde dedurre la eventuale variazione di sezione avvenuta per effetto della ricottura.

I principali risultati, che furono ottenuti usufruendo dell'attiva collaborazione dell'Ing. Alfredo Nascia che ho il dovere di segalare al Comitato Italiano onde esprimergli la nostra gratitudine per l'efficace e disinteressato suo lavoro, sono i seguenti:

Origine del filo crudo	Diametro in mm.	Numero dei campioni	Variazione percentuale media della resistività rispetto al crudo
Ricottura a 210° — Durata ricottura ore quattro			
Trafilerie It.	4,15	15	—2,34
» »	2,85	15	—1,87
Totale campioni		30	
Variazione media complessiva			—2,10%
Ricottura a 250° — Durata ricottura ore quattro			
Trafilerie It.	4,15	25	—2,54
Ansaldo..............	3,45	21	—2,35
»	2,76	18	—2,55
Corradini	2,25	25	—2,36
Totale campioni		89	
Variazione media complessiva			—2,45%
Ricottura a 250° — Durata ricottura ore una			
Trafilerie It.	4,15	15	—1,91
» »	2,85	15	—1,64
Totale campioni		30	
Variazione media complessiva			—1,77%
Ricottura a 320° — Durata ricottura ore quattro			
Trafilerie It.	2,85	25	—1,32
Ricottura a 400° — Durata ricottura ore quattro			
Trafilerie It.	4,15	25	+ 0,02

Questi risultati che, in una più completa pubblicazione, saranno arricchiti con quelli di più estese misure, concedono già di concludere sul valore della resistività posseduta dall'alluminio prodotto in Italia per conduttori elettrici in forma di filo, dopo la ricottura *optimum* eseguita secondo le norme della C. E. I. Ricordo subito che essi ben si accordano nelle linee generali con quelli ottenuti dai Comitati Francese e Tedesco, e meglio si accordano con le conclusioni della riunione di Liegi sopraindicata.

Anzitutto essi provano che la temperatura *optimum* fra quelle indicate dalla C. E. I. per avere con la ricottura la massima diminuzione di resistività è a 250° C.

Secondariamente provano che la ricottura della durata di un'ora a 250° non è sufficiente per produrre la massima diminuzione di resistività che si osserva operando nelle condizioni stabilite dalla C. E. I.

Calcolando in base alla variazione media della resistività dell'alluminio crudo, l'effetto della ricottura a 250° con durata di quattro ore, si ottiene il valore medio

2,774 microohm cm a 20°

mentre il valore corrispondente alla massima frequenza è:

2,780 microohm cm a 20°

valore che è superiore di appena il 0,21 % a quello surriportato.

Il valore della conduttività elettrica dell'alluminio ricotto Italiano espresso rispetto alla conduttività elettrica del rame campione, coincide quindi entro ai limiti di approssimazione accettati in queste misure, con quello proposto dalla detta riunione di Liegi; cioè si può assegnare eguale a 62 % della condutitvità elettrica del rame campione a 20° C.

Per quanto riguarda la densità dell'alluminio ricotto, è stato proposto nella riunione di Liegi di ammettere che essa non è differente da quella dell'alluminio crudo da cui proviene.

Misure accuratissime eseguite in questo laboratorio, con i metodi già accennati nella mia precedente relazione, operando sui medesimi campioni di cui fu effettuata la ricottura secondo le dette norme, mostrano invece, in accordo con quanto è stato trovato da altri sperimentatori (vedi per es. a pag. 68 della pubblicazione del « Bureau of standard Light Metals and Alloys » N. 346, anno 1927) che la densità dell'Alluminio ricotto è leggermente superiore a quella dell'alluminio crudo; e infatti mentre la densità dell'alluminio crudo prodotto in Italia risultò in media 2,705 a 20° (vedi mio precedente rapporto) quella del ricotto ha in media il valore 2,709 a 20°, con una differenza in più di 0,15 %; mentre Edwards e Moormann (loco citato) trovarono la differenza di 0,11 % in più.

A queste ricerche io ho creduto necessario aggiungere anche quelle relative ai cambiamenti strutturali che subisce l'alluminio crudo prodotto in Italia, per effetto delle ricotture.

Furono a tal fine eseguite ricerche metallografiche e spettrogrammi con i raggi X.

Di tali ricerche, che illuminano le cause per cui la ricottura produce i sopraricordati cambiamenti nella resistività dell'alluminio crudo, darò ampia relazione in adatta pubblicazione.

Nella seguente tabella sono riuniti i risultati delle misure fin'ora note, eseguite nelle diverse Nazioni:

Variazione percentuale della resistività dell'alluminio per effetto della ricottura

(Tabella comparativa: Valori medi)

Alluminio	Ricottura		
	Durata		Temperatura
	ore 4	ore 1	
Italiano	—2,45%	—1,77%	250°
Francese	—2,44%	—0,65%	260°
Tedesco	—2,53%	—2,21%	250°
Italiano	—1,32%	—	320°
Francese	—2,11%	—1,95%	310°
Tedesco	—2,04%	—1,84%	323°
Italiano	+ 0,02%	—	400°
Francese	—0,32%	—0,32%	390°
Tedesco	—1,27%	—1,51%	383°

Dal Laboratorio di Elettrochimica ed Elettrometallurgia e di Chimica-fisica e Metallurgia del R. Politecnico di Milano.

24 Marzo 1931 - IX. Prof. O. SCARPA.

NB. - *Secondo l'articolo 5 del Regolamento, coloro che avessero osservazioni da fare alla minuta del Verbale sono pregati di comunicarle per iscritto alla Segreteria entro un mese da oggi. Trascorso tale periodo, se non saranno pervenute osservazioni, il verbale si intenderà approvato.*

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI TRIESTE.

La sera del 5 dicembre, nell'occasione della consueta riunione mensile con l'intervento di numerosissimi soci, il Cav. Ing. **Cesare Barbisio**, Direttore delle Officine Elettriche dell'Isonzo, ha tenuto la conferenza sopra « **I sistemi di tarifficazione basati sul fattore di potenza** ».

L'oratore espose con particolare competenza i vari metodi di tariffcazione usati in Italia dalle varie Società interessate, soffermandosi ad analizzare per ciascuno i vantaggi e gli inconvenienti; praticità di misurazione e grado di esattezza del computo.

Passò quindi in una rapida rassegna i vari sistemi di rifasamento, soffermandosi in modo particolare su quelli preferiti dalle Società distributrici.

Un caldo applauso coronò la chiusa della interessante esposizione, e il Presidente ringraziò l'oratore a nome anche dei soci tutti.

I motori a doppia gabbia di scoiattolo. — Su questo argomento, che fu oggetto di ampia discussione nella riunione mensile del settembre scorso, il Segretario della Sezione Ing. **Luigi Fragiacomo**, ha compilato una esauriente memoria che verrà pure quanto prima pubblicata e distribuita ai soci.

Necrologio

Il 14 novembre u. s. si è spento a Roma il Consocio:

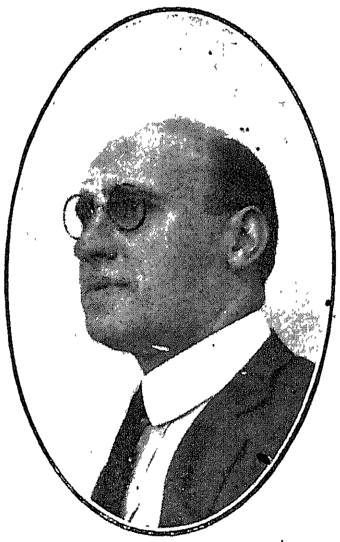
Dott. Ing. Cav. Uff. UBALDO ZURLINI

Ispettore Capo della Direzione Generale delle nuove costruzioni ferroviarie presso il Ministero dei LL. PP.

L'A.E.I., dolorosamente colpita dalla perdita del giovane e valoroso Consocio, invia alla Famiglia le più vive condoglianze.

◆

L'Ing. Zurlini nacque a Reggio Emilia il 4 settembre 1891 e percorsi brillantemente gli studi tecnici, si laureò col massimo dei voti con lode e premio di medaglia oro nel 1913 presso la R. Scuola di Applicazione di Bologna.



Assunto, subito dopo la laurea, nella Amministrazione delle FF. SS., entrò a far parte dell'Ufficio speciale della direttissima Bologna-Firenze, dove rimase fino al 1926; ed alla felice riuscita degli importanti lavori di questa linea Egli contribuì grandemente con la Sua valentia e col Suo giovanile entusiasmo.

Nel 1926, ultimate le gallerie e pressochè completata la sede della direttissima, Egli fu chiamato alla Direzione generale delle nuove costruzioni ferroviarie per reggervi la importante Divisione che provvedeva alle opere metalliche, agli armamenti ed agli acquedotti delle nuove linee; ed anche nelle nuove mansioni Egli seppe dare cospicue prove della versatilità del Suo ingegno.

Al valore tecnico Egli accoppiava preclare doti di animo e di cuore; ed unanime è il rimpianto che Egli lascia tra superiori, colleghi e dipendenti.

.. .. ATTIVITÀ DELLE SEZIONI .. ..

SEZIONE DI BOLOGNA (Piazza de' Celestini, 4).

12 Dicembre - ore 21. — Celebrazione Marconiana nel XXX Anniversario della prima comunicazione radiotelegrafica transatlantica, tenuta dal Prof. Ing. Giuseppe SARTORI. (Manifestazione indetta in unione alla R. Scuola d'Ingegneria ed al Sindacato Fascista Ingegneri).

SEZIONE DI FIRENZE (Via delle Belle Donne, 9).

16 Dicembre - ore 21. — MARTINEZ Ing. Giulio: « Il caldo e il freddo con l'elettricità ».

SEZIONE DI MILANO (Via San Paolo, 10).

8 Gennaio - ore 21,15. — DE MARTINI Ing. Valentino: « Le nuove applicazioni dei convertitori a vapore di mercurio a flusso elettronico controllato ».

SEZIONE DI NAPOLI (Via Chiaia, 216).

20 Dicembre. — Visita alle Sottostazioni elettriche della Napoli-Benevento, ed al Palazzo Reale di Caserta.

Le annate de L'ELETTROTECNICA rappresentano soltanto una parte della attività dell' A.E.I. Un'altra parte notevolissima è contenuta nei volumi dei Rendiconti delle Riunioni annuali che tutti i soci devono possedere.

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile*.

(I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.